

УДК 502/504:628.33

## ЗАСТОСУВАННЯ ІММОБІЛІЗОВАНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Ребрикова П.А., Саблій Л.А.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
просп. Перемоги, 37, 03056, м. Київ  
rebrikova\_polina@ukr.net

У статті розглянуто проблему погіршення стану навколишнього середовища через наявність фенольних сполук у стічних водах гідротермічної обробки деревини. З'ясовано, що традиційні методи з використанням аеротенків не можуть задовольнити необхідні показники очищення стічної води, тому пропонується інтенсифікація процесів біологічного очищення за рахунок уведення носіїв з іммобілізованими мікроорганізмами. Установлено, що ця технологія дає змогу підвищити ефективність очищення промислових стічних вод до 45%. *Ключові слова:* стічні води, фенольне забруднення, очищення, іммобілізовані мікроорганізми.

**Использование иммобилизованных микроорганизмов для интенсификации процесса очистки сточных вод деревообрабатывающих предприятий.** Ребрикова П.А., Саблій Л.А. В статье рассмотрена проблема ухудшения положения окружающей среды из-за наличия фенольных соединений в сточных водах гидротермической обработки древесины. Выяснено, что традиционные методы с использованием аэротенков не могут удовлетворить необходимые показатели очистки сточной воды, поэтому предлагается интенсификация процессов биологической очистки за счет введения носителей с иммобилизованными микроорганизмами. Установлено, что такая технология позволяет повысить эффективность очистки промышленных сточных вод до 45%. *Ключевые слова:* сточные воды, фенольное загрязнение, очистка, иммобилизованные микроорганизмы.

**Woodworking factories wastewater treatment using immobilized microorganisms for intensification of the process.** Rebrykova P., Sablii L. The article discusses problem of deterioration of the environment due to the presence of phenolic compounds in wastewater of hydrothermal wood processing. It was found out that traditional methods of using aerotanks cannot meet the required indicators of wastewater treatment, therefore, was proposed to intensify the processes of biological purification by introducing carriers with immobilized microorganisms. Was established that this technology allows increasing the efficiency of industrial wastewater treatment to 45%. *Key words:* wastewater, phenolic pollution, cleaning, immobilized microorganisms.

**Постановка проблеми.** Деревообробна галузь є перспективною та поширеною на території України. Але деревообробні підприємства вимагають залучення великих обсягів водних ресурсів, що впливає на екосистеми в навколишньому середовищі. Так, скидання неочищених і недостатньо очищених стічних вод у водні об'єкти постійно погіршує їх становище. Проблема очищення стічних вод пов'язана з вирішенням не тільки природоохоронних, а й низки техніко-економічних і технологічних завдань.

У процесі гідротермічної обробки деревини поряд із органічними та неорганічними забруднювачами, формальдегідом і нелеткими речовинами великий відсоток становлять сполуки фенолу, які можуть досягати 10% умісту. Головною проблемою є не тільки токсичність висококонцентрованих фенольних стічних вод, а й зменшення вмісту біогенних речовин і розчинених у воді газів, оскільки фенол особливо небезпечний через його відносно високу

розчинність [1]. Отже, стічні води деревообробної промисловості являють собою стійку колоїдну систему, яку важко очистити традиційними методами й технологіями до необхідних норм. Відомо, що в сучасних наукових дослідженнях пріоритет надається використанню біотехнологій, оскільки біологічні методи забезпечують одночасну екологічність та економічну рентабельність очищення стічних вод. Привабливість біологічного очищення полягає в унікальній здатності мікроорганізмів адаптуватися вкрай несприятливих ситуаціях.

Сутність біологічного очищення полягає в біохімічному окисленні органічних речовин мікроорганізмами. Для нормального процесу синтезу речовин у клітині, а отже, й ефективного очищення стічної води у водному середовищі повинна бути достатня концентрація всіх основних елементів живлення – карбону, вміст якого зазвичай характеризується величиною біологічно споживаного кисню (далі –

БСК), нітрогену й фосфору, співвідношення яких має становити: БСК:азот:фосфор – 100:5:1. При цьому ступінь їх видалення зі стічних вод в оптимальних умовах ( $t = 25\text{--}30^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 6,5\text{--}7,5$  співвідношення біогенних елементів, відсутності токсичних для мікроорганізмів речовин) становить до 90%.

**Актуальність дослідження.** Оскільки традиційні методи з використанням аеротенків не можуть задовольнити необхідні показники очищення стічної води деревообробного підприємства, то пропонується інтенсифікація процесів біологічного очищення за рахунок уведення носіїв з іммобілізованими мікроорганізмами [2; 3]. Доведено, що такі гідробіонти є більш стійкими та ефективними порівняно з вільно плаваючим активним мулом. Отже, цей метод очищення стічних вод не тільки не потребує реконструкцій уже наявних споруд, а й дає можливість покращити якість очищеної стічної води.

**Мета дослідження** – обґрунтування біотехнології очищення стічних вод шляхом гідротермічної обробки деревини з використанням іммобілізованих на волокнистому носії мікроорганізмів для підвищення ефективності очищення від органічних забруднюючих речовин і сполук фенолу та доведення якості очищених стічних вод до чинних нормативів.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводили на експериментальній моделі установки для очищення стічної води з іммобілізованими організмами. Установка складається із циліндричної ємності місткістю 1,5 л, у якій встановлено жорсткий сітчастий каркас із намотаним волокнистим носієм. Як носій використано розпушене синтетичне волокно, а досліджувані стічні води – суміш (1:1) міських стічних вод і модельного розчину (імітував стічні води деревообробного підприємства), отриманого з відвару кори дубу, розбавленого у 20 разів відстояною водопровідною водою. Носій з іммобілізованими мікроорганізмами попередньо отриманий шляхом витримання каркасу з волокном протягом 3 діб у стічній воді Бортницької станції аерації м. Києва. Концентрація активного мулу в стічній воді становила  $C = 11\text{ г/дм}^3$ . Зразок аерували за допомогою аератора й компресора марки Airpump ac-9901 протягом 3 годин. Для встановлення ефективності очищення стічних вод використовували стандартну методику визначення ХСК [4] з попереднім розбавленням проби в 5 разів.

Результати проведених досліджень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

**Показники очищення стічних вод в установці з іммобілізованими мікроорганізмами**

| № проби | Час дослід, год | ХСК, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ |
|---------|-----------------|---------------------------------|
| 1       | 0               | 1300                            |
| 2       | 2               | 780                             |
| 3       | 3               | 710                             |

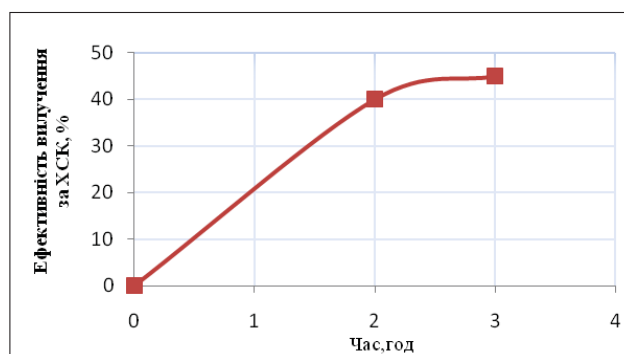


Рис. 1. Залежність ефективності очищення стічних вод за ХСК від тривалості аерації з іммобілізованим активним мулом

Як видно з рис. 1, загальний ефект видалення забруднень за ХСК через 3 години сягав 45% за початкової концентрації  $1300\text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ . Однак максимально ефективно очищення стічної води відбувалось протягом перших 2-х годин після встановлення волокнистого носія з іммобілізованими мікроорганізмами.

Отже, одержані під час експериментальних досліджень результати підтверджують факт, що використання установки з іммобілізованими мікроорганізмами дає змогу підвищити ефективність очищення промислових стічних вод за менший проміжок часу.

Аеробний процес використовують під час очищення промислових стічних вод з ХСК не вище за  $2000\text{ мг/дм}^3$ .

Для цього досліді створено реактор за моделлю ідеального змішування, коли в апарат завантажуються визначена порція субстрату для обробки за певний період часу. Але за одержаних показників можна стверджувати, що конструктивні доробки у вигляді волокнистого носія з іммобілізованими мікроорганізмами доцільно застосовувати й для моделі ідеального витіснення, коли субстрат проходить крізь апарат, контактуючи з мікроорганізмами лише за час протікання води від входу до виходу.

Під час використання іммобілізованих мікроорганізмів у стаціонарних умовах необхідно враховувати поступове згасання життєдіяльності мікробної асоціації через насичення середовища продуктами метаболізму. Тому при великих концентраціях забруднювача й необхідності його швидкого видалення доцільно використовувати реактори проточного типу. Однак для цієї технології властиві такі недоліки, як вимивання мікрофлори з реактора та недостатність контакту стічної води з активним мулом.

**Головні висновки.** Отже, оцінено вплив іммобілізованої біомаси асоціацій мікроорганізмів з аеротенку міських очисних споруд на перебіг процесів очищення стічної води гідротермічної обробки деревини.

Експериментально підтверджено, що наявність волокнистого носія з гідробіонтами сприяє прискореному окисненню органічних речовин і сполук фенолу в стічній воді. За використання наведеної

технології ефективність очищення досягає 45% за 3 години роботи установки.

Технологічно цю технологію можна реалізувати за попереднім нарощуванням біомаси на носії

окремо від біореактора, в якому безпосередньо відбувається процес очищення. Для коректної роботи аеротенку варто періодично замінювати або очищати носії від відпрацьованої мікрофлори.

#### Література

1. Кривошеин Д.А., Кукин П.П., Лапин В.Л. Инженерная защита поверхностных сточных вод от промышленных стоков. Москва: Высшая школа, 2003. 344 с.
2. Гвоздяк П.И., Дмитренко Г.П., Куликов Н.И. Очистка промышленных сточных вод прикрепленными микроорганизмами. Химия и технология воды. 1985. Т. 7. № 1. С. 64–83.
3. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: монографія. Рівне: НУВГП, 2013. 292 с.
4. Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах: КНД 211.1.4.021-95. Київ: М-во охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. 17 с.