

Було досягнуто високого ступеня очищення по ХСК – 97-99 %. Концентрація органічних речовин і біомаса мікроорганізмів від ступеня до ступеня зменшуються. Винос біомаси невеликий внаслідок її самоокислення-саморегуляції, виїдання організмами вищих ланок трофічних ланцюгів.

Висновки

Проведені дослідження питомої швидкості окислення органічних речовин за ХСК в біореакторах з іммобілізованими на носіях типу ВІЯ мікроорганізмами показали, що питому швидкість можна представити у вигляді рівняння ферментативної кінетики. Константи рівнянь для анаеробних і аеробного біореакторів досягають значних величин в I анаеробному і зменшуються в наступних анаеробному, аноксидних і аеробному біореакторах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гвоздяк П.І. За принципом біоконвеєра (Біотехнологія охорони довкілля) // Вісн. НАН України, 2003, № 3, 29-36. 2. Яковлев С.В., Скирдов И.В., Швецов В.Н. и др. Биологическая очистка производственных сточных вод: Процессы, аппараты и сооружения /Под ред С.В. Яковлева. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.

Надійшла 09.07.2010

УДК 628.3

БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Л.А. САБЛІЙ, В.С. ЖУКОВА,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

О.М. БУНЧАК

ТзОВ «Світ шкіри» (м. Болехів, Івано-Франківська обл., Україна)

Запропоновано анаеробно-аеробна технологія очищення промислових стічних вод від сполук азоту на прикладі стічних вод шкіряної промисловості. Дана технологія передбачає застосування мікроорганізмів, іммобілізованих на волокнистому носії. Наведено характеристику процесів очищення стічних вод, які були дослідженні на лабораторній установці

Майже всі промислові стічні води, в тому числі і стічні води шкіряної промисловості містять як у своєму складі сполуки азоту, в основному амонійного. Надходження сполук азоту у поверхневі водойми призводить до евтрофікації: бурхливий розвиток рослин та збільшення чисельності зоопланктону, як наслідок, різко знижується кількість кисню і прозорість води, що призводить до загибелі фауни водойми. До того ж системи водопостачання не забезпечені спорудами для видалення сполук азоту, тому вони безперешкодно потрапляють до споживача і приводять до різних захворюванням (серцево-судинних, порушення обміну речовин і т.д.), навіть при споживанні їх у невеликих кількостях.

Вищенаведені факти пояснюють підвищені вимоги до забезпечення видалення сполук азоту з стічної води (табл. 1).

Таблиця 1. Норми вмісту сполук азоту

Сполуки азоту	Норми господарсько-побутового водокористування, мг/л	Норми рибогосподарського водокористування, мг/л
N-NH ₄ ⁺	2.0	0.5
N-NO ₂ ⁻	3.0	0,08
N-NO ₃ ⁻	45.0	9,1

Об'єкти та методи дослідження

Складність біохімічного очищення стічних вод шкіряної промисловості за допомогою аеротенків полягає в тому, що вони містять білки, які повільно розкладаються аеробними мікроорганізмами. Продукти розкладання білків надходять в основному від процесів відмочування і зоління. Вміст загального азоту в змішаних стічних водах шкірзаводів коливається від 40 до 540 мг/л.

У відпрацьованих зольних рідинах кількість загального азоту може становити 1,5-3,5 г/л. Концентрації амонійного азоту при відмочуванні становить 19-583 мг/л, при золінні – 56-210мг/л, при пікелюванні/дублюванні – 5-315мг/л [1].

Перший процес в трансформації сполук азоту – утворення амонійного азоту з органічних сполук. Процес амоніфікації здійснюється ферментами, які продуковані мікроорганізмами. Азот використовується для зростання мікроорганізмів і таким чином частина неорганічного азоту переходить в новоутворенні бактеріальні клітини. Мікробіологічними дослідженнями встановлено, що вміст азоту в бактеріальній клітині складає 11 – 13% по сухій речовині [2].

В стічних водах шкірзаводів основна частина органічних речовин представлена кінцевими продуктами метаболізму азоту. Білки – складні високомолекулярні органічні речовини, які безпосередньо не засвоюються мікроорганізмами. Тому певні групи мікроорганізмів сприяють їх гідролізу по схемі:



Утворенні амінокислоти під впливом інших мікроорганізмів, які містять фермент трансаміназу, зазнають розкладення з виділенням аміаку (дезамінування). При анаеробних умовах відбувається розкладання основних органічних забруднень. Для цього процесу характерним є виділення газу та присутність бактерій-анаеробів. В процесі дихання дані бактерії використовують зв'язаний кисень нітратів та відновлюють нітрат з виділенням молекулярного азоту. Подальша трансформація сполук азоту проходить при аеробних умовах у результаті процесу нітрифікації.

Процес нітрифікації у комбінації із наступною денітрифікацією до цих пір вважається найбільш розповсюдженим методом біологічного доочищення стічних вод. Такий метод дозволяє видалити амонійний азот на 80-90%, але не забезпечують потрібну концентрацію нітратів в очищеній воді за нормами водокористування. І має ряд недоліків, серед яких використання дорогих хімічних речовин (метанол, етанол), великі розміри споруд, значні витрати повітря на процес нітрифікації, необхідність влаштування відстійників, рециркуляційних трубопроводів на кожному ступені технологічної схеми.

Впродовж останніх 15 років в результаті наукової роботи у галузі очищення стічних вод з'явилося декілька нових технологічних схем видалення сполук азоту: A/O, A²/O, An/O, Bardenpho, UCT, Bidentpho процеси, схему Carousel (симультанний метод), схема JNB, Rotanox та ін. [3]. Одним з основних недоліків вищенаведених технологічних схеми є використання як зовнішніх та і внутрішніх рециркуляційних потоків, що призводить до зростання експлуатаційних витрат.

Біологічне очищення стічних вода аеробним методом набуло широкого впровадження, поряд з тим, анаеробні процеси розглядалися лише як попередня стадія очищення стічних вод високої концентрації або осадів. Це пов'язано з тим, що вони мають певні незаперечні переваги у порівнянні з аеробними технологіями: вимагають значно менших витрат електроенергії (не потрібна аерація); утворюється у декілька разів менше надлишкової біомаси; синтезуються енергетично цінні гази (CH₄, H₂, H₂S); продуктивність у десятки разів вища (понад 100 кг ХСК/м³ добу), а ефективність процесу за зниженням ХСК (хімічне споживання кисню) доходить до 80%; повітряний басейн не забруднюється біологічними аерозолями [4].

Як відомо, після анаеробної обробки води обов'язково необхідне аеробне її доочищення, проте воно потребує незрівнянно менших затрат, ніж виключно аеробне очищення стічних вод.

Із-за низьких швидкостей росту і метаболізму, анаеробні мікроорганізми потребують суттєвого збільшення їх концентрації у системі для інтенсивності процесу очищення стічних вод. Ця проблема була вирішена за допомогою анаеробних та аеробних біореакторів з іммобілізованими мікроорганізмами. В системі з іммобілізованими мікроорганізмами відпадає необхідність у рециркуляції води, а в умовах прямиоточної системи забезпечується просторова сукцесія мікроорганізмів.

Постановка завдання

Метою роботи є інтенсифікація процесу очищення стічних вод підприємств шкіряної промисловості. Такі стічні води містять значні концентрації амонійного азоту, які можливо видалити за допомогою мікроорганізмів, іммобілізованих на волокнистих носіях. Завданням є проведення експериментальних досліджень, встановлення та характеристика процесів, які відбуваються при анаеробно-аеробному очищення стічних вод.

Результати та обговорення

Для очищення стічних вод підприємств шкіряної промисловості запропонована анаеробно-аеробна біотехнологія. Дослідження проводили на лабораторній установці, яка складалась з п'яти біореакторів.

Для нарощування біомаси було використано активний мул з міських очисних споруд. Після запуску установки, на капронових волокнах типу «ВІА» у анаеробних та аеробних біореакторах поступово збільшувався об'єм біомаси. Через 45 днів ефект очищення досягнув максимального значення.

Лабораторна установка працює наступним чином. Стічні води подаються у анаеробний біореактор 1 де, проходячи крізь волокнистий носій 6, контактують із іммобілізованими на ньому мікроорганізмами. Зрошення відбувається за допомогою циркуляційного насосу 7.

Цей процес протікає з виділенням газів, які збираються пристроєм для збору газу 15, та розвитком анаеробних бактерій, які утримуються на волокнах носія.

Очищена вода потрапляє у наступний анаеробний біореактор 2, де відбувається аналогічний процес, який відрізняється лише видовим складом мікроорганізмів, які змінюються під впливом просторової сукцесії. Далі стічна вода надходить послідовно у аеробні біореактори 3,4,5, в які від компресора 8 по повітропроводу 11 подається повітря і рівномірно розподіляється у вигляді дрібних бульбашок через аератори 9. У всіх аеробних біореакторах розташовані волокнисті носії 6 на яких, також, іммобілізовані мікроорганізми, які беруть участь в очищенні стічної води. Очищена вода відводиться по трубопроводу 13.

При виборі найефективнішого для іммобілізації матеріалу носія було розглянуто ряд варіантів. Штучні волокна типу «ВІЯ» мають ряд переваг перед іншими: велика питома поверхня для закріплення природних біоценозів, нерозчинність у воді, характеризуються високою міцністю і стійкістю до мікробної деструкції, не шкідливі для організмів.

Методами хімічного аналізу було визначено такі форми азоту як амонійний, нітритний, нітратний, також значення рН та температури. Було проведено гідробіологічний аналіз біоценозу, видовий склад якого свідчить, що у біореакторах утворюється просторова сукцесія мікроорганізмів.

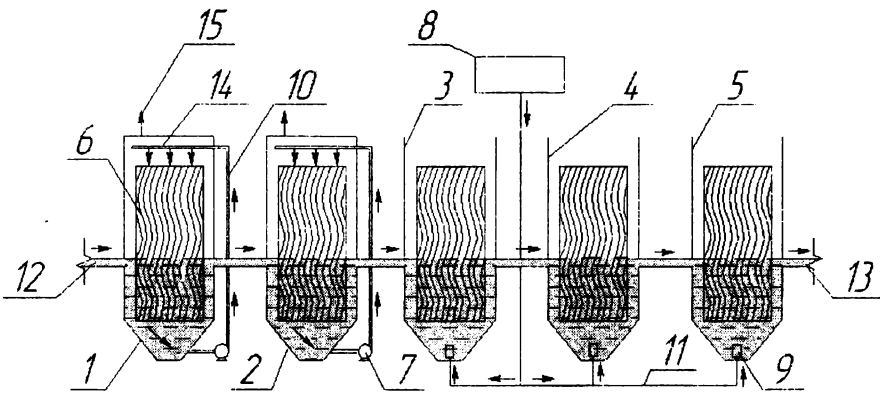
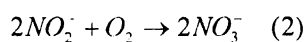
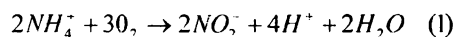


Рис.1. Схема лабораторної установки:

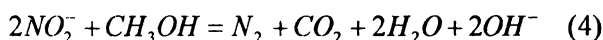
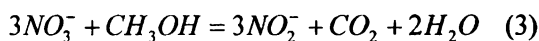
1,2- анаеробні біореактори; 3,4,5 - аеробні біореактори; 6- волокнистий носій «ВІЯ»; 7- циркуляційний насос; 8- компресор; 9- аератор; 10-рециркуляційний трубопровід; 11- повітропровід; 12- трубопровід подачі стічної води; 13- трубопровід для відведення очищеної води; 14-перфорована труба; 15- пристрій для збору газу

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що біореактори наведеної вище установки працюють наступним чином. Використання на перших двох стадіях (перший та другий біореактори) анаеробного процесу дає можливість видалити основну кількість органічних забруднень. Перемішування проводиться циркуляційним насосом. В анаеробних біореакторах процес очищення проходить без доступу кисню та з виділенням газів, які збирають спеціальним пристроєм.

У наступному, третьому біореакторі очищення стічних вод відбувається при подачі повітря, але умови у реакторі - аноксидні (умови дефіциту кисню), оскільки основна частина повітря споживається на доокислення органічних речовин. Після проходження стічних вод через анаеробні біореактори, концентрації органічних речовин значно знижується, що і обумовлює першу стадію нітрифікації (1).

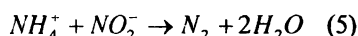


У глибині волокон носія, де немає доступу кисню, але достатньо органічних речовин, може відбуватися денітрифікація. Реакцію денітрифікації в класичному її вигляді можна виразити формулами:



У цьому ж біореакторі при високих концентраціях сполук амонію (>0.2 г/дм³) і низьких концентраціях органічного вуглецю можливий ANAMMOX-процес.

Загальне рівняння реакції анаеробного окислення амонію:



У четвертий та п'ятий біореактор подається повітря від компресора, що забезпечує аеробні умови процесу. Тут відбувається друга стадія нітрифікації (2). Імобілізовані мікроорганізми здійснюють біологічне окислення забруднюючих речовин, що дозволяє не лише очистити стічну вода від усіх форм азоту, але й отримати мінімальну кількість осаду з хорошою водовіддачею та низькою вологістю.

Висновки

Отже, використання анаеробно-аеробної технології з іммобілізованими мікроорганізмами дозволяє:

- зменшити об'єм споруд;
- знизити тривалість очищення стічних вод;
- отриманий осад утворюється більше мінералізований, здатний легко віддавати вологу, низької вологості (90%).

Дана технологія дозволяє досягти високого ступеня (98%) очищення стічних вод від органічних речовин і сполук азоту. Її можна застосовувати як для промислових стічних вод, в тому числі і для стічних вод шкіряної промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ласков Ю.М., Федоровская Т.Г., Жмаков Г.Н. Очистка сточных вод предприятий кожевенной и меховой промышленности.– М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.–168 с.
2. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. - М.: АКВАРОС, 2003. - 512 с.
3. Хенце М. Очистка сточных вод:Пер. с англо/Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.- М.:Мир,2009.-480с.,ил.
4. Гвоздяк П.І., Сапура В.О. Простий метод видалення та оцінки інтенсивності анаеробних процесів, що супроводжуються виділенням газів/Мікробіологія та біотехнологія. - №4(8).-2009.-с.53-57.

Надійшла 09.07.2010