

УДК 628.33

**НОВА ЕФЕКТИВНА ТА МАЛОВІДХОДНА ТЕХНОЛОГІЯ БІОЛОГІЧНОГО
ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ШКІРЯНИХ ЗАВОДІВ**

Л.А. САБЛІЙ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

О.М. БУНЧАК

ТОВ «Світ шкіри»

П.І. ГВОЗДЯК

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського

Для біологічного очищення висококонцентрованих за органічною речовиною (ХСК – 2500–3200 мг/л, БСК_{повн} – 700–1500 мг/л) стічних вод шкіряних заводів пропонується багатомулова анаеробно-аеробна система, що працює за принципом «біоконвеєра», реалізована на п'яти модельних біореакторах: анаеробних (I та II ступенів), аноксидних (I та II ступенів) і аеробного, з'єднаних послідовно з перетоком води між ними

Стічні води шкіряних заводів внаслідок високих концентрацій забруднень (хрому – 50-200 мг/л, сульфідів – 50-300 мг/л, СПАР до 75 мг/л, фенолів – до 40 мг/л, азоту загального – 220-260 мг/л, азоту амонійного – 90-300 мг/л, жирів – 200-800 мг/л, БСК_{повн} – 700–1500 мг/л, ХСК – 2500-3200 мг/л) важко очищуються на традиційних спорудах біологічного очищення: аеротенках, біофільтрах і окислювальних каналах. Наприклад, при очищенні в аеротенках-змішувачах тривалість аерації досягає 48 годин.

Велика концентрація завислих речовин – 2000-12000 мг/л призводить до утворення значної кількості надлишкового активного мулу, що погіршує експлуатацію вторинних відстійників, мулоушільнювачів і призводить до виносу завислих речовин (до 50 мг/л) з вторинних відстійників. Запропонована біотехнологія дозволяє збільшити ефективність очищення стічних вод шкіряних заводів, одержати менші кількості осадів, досягти економії енергетичних витрат при роботі очисних споруд.

Об'єкти та методи досліджень

На підставі проведених досліджень з очищення стічних вод шкіряних заводів в лабораторних умовах на моделі, яка включала п'ять послідовних ступенів біореакторів, що працювали в різних кисневих умовах: від анаеробних (перші два ступеня), аноксидних (наступні два ступеня) до аеробних (на останньому ступені) і були устатковані носіями ВІА для іммобілізації мікроорганізмів, розроблено технологію біологічного очищення, представлену на рис. 1. За цією технологією стічні води шкіряного заводу після механічного очищення на решітках, ситах та шерстежироуловлювачах (наприклад, на установках безнапірної флотації) поступають на споруди біологічного очищення. Для біологічного очищення висококонцентрованих за органічною речовиною стічних вод шкіряних заводів пропонується багатомулова анаеробно-аеробна система, що працює за принципом «біоконвеєра», реалізована на п'яти модельних біореакторах: анаеробних (I та II ступенів), аноксидних (I, II ступенів) і аеробного, з'єднаних послідовно з перетоком води між ними.

Постановка завдання

Завданням експериментальних досліджень було в лабораторних умовах на реальних стічних водах шкіряного виробництва визначити швидкості окислення органічних речовин за показником ХСК на всіх ступенях анаеробно-аеробного очищення в залежності від концентрації органічних речовин, визначити ефективність очищення стічних вод анаеробно-аеробним методом і окисну потужність біореакторів.

Результати та їх обговорення

Використання на перших ступенях анаеробного процесу дозволяє значно збільшити кількість розкладених органічних речовин, порівняно з аеробним, при суттєвому зменшенні питомого приросту активного мулу. Розділення процесів очищення на ступені дозволяє при зменшенні концентрації органічних речовин на кожному наступному ступені досягти глибокого очищення висококонцентрованих стічних вод. На кожному ступені відбувається розвиток специфічного біоценозу за рахунок автоселекції мікроорганізмів, найбільш пристосованих до даних умов. З метою збільшення концентрації біомаси в біореакторах установлені носії з штучного волокна ВІЯ, на яких прикріплюються і утримуються селекціоновані на даному ступені очищення гідробіонти. В анаеробних біореакторах вилучення і розщеплення органічних речовин здійснюється гетеротрофними бактеріями-анаеробами.

В аноксидних продовжується розкладення органічних речовин – продуктів, що утворились в анаеробних умовах, факультативними анаеробами і бактеріями-аеробами, що відбувалось інтенсивно в I ступені аноксидного біореактора, і нітрифікація, денітрифікація та ANAMMOX - процес – в II ступені аноксидного біореактора і аеробному біореакторі в процесі життєдіяльності автотрофних бактерій, найпростіших та дрібних тварин. В товщі біомаси мікроорганізмів в аноксидних умовах відбувався процес денітрифікації під дією гетеротрофних бактерій. Присутність мікроорганізмів різних трофічних ланок створює біоконвеєр і призводить до саморегулювання чисельності біоценозів, мінералізації органічної речовини біомаси і, як результат, зменшення її кількості.

Згідно із запропонованою біотехнологією стічні води шкіряного заводу після механічного очищення поступають на споруди біологічного очищення, які працюють по принципу «біоконвеєра» (рис. 1).

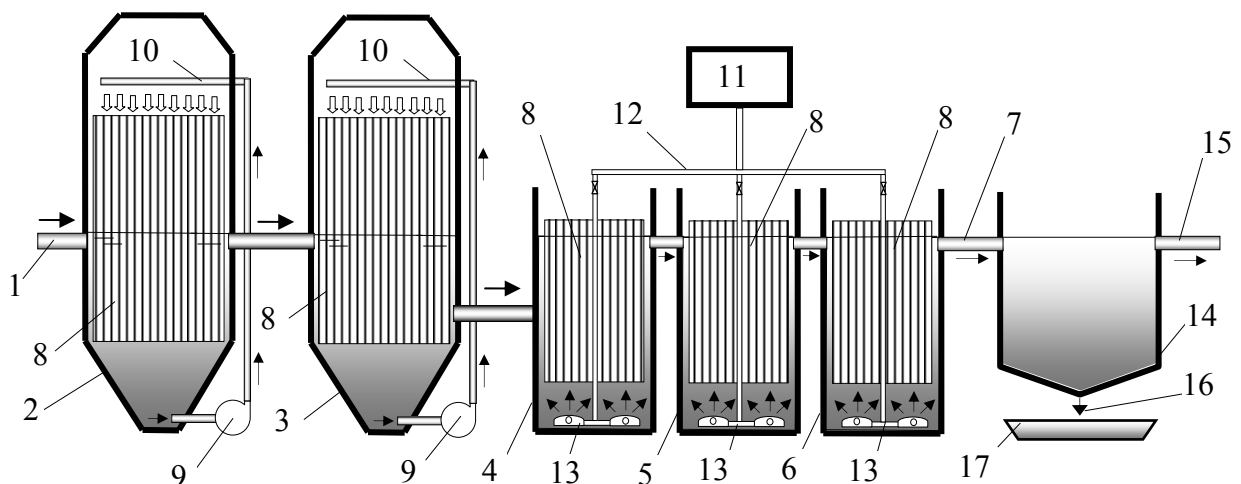


Рис. 1. Технологія біологічного очищення стічних вод шкіряних заводів:

1 – подача стічних вод; 2,3 – анаеробні біореактори відповідно I і II ступеней; 4,5 – аноксидні біореактори відповідно I і II ступеней; 6 – аеробний біореактор; 7 – відведення стічних вод з аеробного біореактора; 8 – каркас з волокнами ВІЯ; 9 – циркуляційний насос; 10 – дірчастий трубопровід рециркуляційної води; 11 – повітродувна станція; 12 – повітропроводи; 13 – аератори; 14 – вторинний відстійник; 15 – трубопровід відведення очищеної води; 16 – відведення осаду; 17 – мулові майданчики

Спочатку надходять в анаеробний біореактор I ступеня, обладнаний носіями ВІА з іммобілізованими мікроорганізмами, де в анаеробних умовах відбувається розкладення органічних речовин з допомогою мікроорганізмів-гетеротрофів. Для покращення масообміну між стічною водою і іммобілізованими на поверхні носіїв мікроорганізмами, а також для зрошення поверхні носіїв, розташованих у газовій фазі споруди, влаштовано циркуляційний насос з рециркуляційним трубопроводом, по якому подають воду з придонної частини цієї ж споруди і через дірчасту частину трубопроводу зрошують поверхню носіїв.

Далі стічна вода поступає в анаеробний біореактор II ступеня, теж устаткований носіями з іммобілізованими мікроорганізмами. Ця споруда також обладнана циркуляційним насосом і трубопроводом із отворами для зрошення носіїв у газовій фазі. В цьому біореакторі в анаеробних умовах бактерії-гетеротрофи розкладають органічні речовини, які утворились на I ступені і ті органічні речовини, які не встигли розкластись на I ступені.

Після анаеробного біореактора II ступеня стічна вода надходить в аноксидні біореактори спочатку I ступеня, а потім II. Ці біореактори теж устатковані носіями з іммобілізованими мікроорганізмами. Для створення аноксидних умов і для масообміну на дні споруд влаштовуються аератори для дрібнобульбашкової аерації (наприклад, пластинчасті), які забезпечують концентрацію розчиненого повітря близько 0,2 мг/л. В аноксидному біореакторі I ступеня відбувається розкладення органічних речовин, що містяться в стічній воді після анаеробного очищення, окислення сполук амонію, ANAMMOX - процес та ін. під дією гетеротрофних і автотрофних бактерій. Процеси відбуваються на поверхні носіїв, в товщі біообростань, а також за участю вільноплаваючих організмів.

В другому аноксидному біореакторі відбувається окислення органічних речовин, сполук азоту які містяться в стічній воді на виході з аноксидного біореактора I ступеня, в товщі біообростань – денітрифікація та ін.

Після аноксидного біореактора II ступеня стічна вода поступає в аеробний біореактор, обладнаний носіями з іммобілізованими мікроорганізмами. Подача повітря здійснюється через аератори, влаштовані на дні споруди. Аерація - дрібнобульбашкова. Концентрація повітря в цій споруді – близько 2 мг/л. Під дією бактерій-гетеротрофів відбувається окислення органічних речовин, а бактерій-автотрофів – окислення сполук амонію, які залишились у воді після аноксидного біореактора II ступеня. В товщі біообростань відбувається процес денітрифікації.

Очищена стічна вода після споруд біологічного очищення поступає у вторинний відстійник, в якому видаляються частинки біообростань і вільно плаваючого мулу, які виносяться з аеробного біореактора. Освітлену воду можна відводити у водойму. Осад з вторинного відстійника з високим ступенем мінералізації можна видаляти на мулові майданчики для підсушування і утилізувати, наприклад, в якості добрива.

Результати лабораторних досліджень показали високі показники питомої швидкості окислення в анаеробному біореакторі I ступеня - 40-45 мг ХСК/(г·год), в анаеробному II ступеня - 20-24 мг ХСК/(г·год). Ефективність очищення за ХСК при початковому ХСК 4400 мг/л досягала в анаеробному біореакторі I ступеня – 70-80 %, в анаеробному II ступеня – 63-74 %. Окисна потужність за ХСК досягала в анаеробному біореакторі I ступеня– 7200-7700 г/(м³·добу), в анаеробному II ступеня – 3400-4200 г/(м³·добу).

Питома швидкість окислення в аноксидному біореакторі I ступеня досягала високих показників - 21-23 мгХСК/(г·год), тоді як в аноксидному біореакторі II ступеня зменшилась і становила 13-15 мгХСК/(г·год), а в аеробному – 10-13 мгХСК/(г·год).

Ефективність очищення за ХСК досягала в аноксидному біореакторі I ступеня – 64-71%, в аноксидному біореакторі II ступеня – 60-69% і в аеробному – 56-60%. Окисна потужність становила в аноксидному біореакторі I ступеня – 1000-1500 г/(м³·добу), в аноксидному біореакторі II ступеня – 500-650 г/(м³·добу) і в аеробному – 200-300 г/(м³·добу).

Результати проведених досліджень показують, що при очищенні стічних вод від анаеробних до аноксидних і аеробного біореакторів відбувається зменшення концентрації біомаси: від 15-20 г/л в анаеробному біореакторі I ступеня, 10-15 г/л – в анаеробному II ступеня до 3-6 г/л в аноксидних і 2-3 г/л – в аеробному біореакторах.

Найбільші концентрації іммобілізованих мікроорганізмів спостерігались в анаеробних умовах, де відбувалось розкладення великої кількості органічних речовин. Потрібно відзначити, що приріст біомаси в анаеробних біореакторах становив 100–150 мг на 1 г органічних речовин за ХСК.

В аноксидних і аеробному біореакторах приріст біомаси зменшувався до 50-30 мг на 1 г органічних речовин за ХСК, що можна пояснити виїданням біомаси бактерій і дрібних джгутикових організмами вищих ланок трофічних ланцюгів гідробіоценозів, які утворювались в цих спорудах.

Висновки

Як показали результати досліджень, досягнуті в біореакторах величини концентрацій біомаси іммобілізованих на носіях мікроорганізмів і вільно плаваючого мулу дозволили одержати високий ступінь очищення стічних вод від органічних речовин, забезпечуючи високі швидкості окислення органічних речовин, розщеплення органічного азоту, а також високі окисні потужності споруд в анаеробних, аноксидних і аеробних умовах.

Важливою особливістю роботи біореакторів з іммобілізованими мікроорганізмами є збільшення мінеральної частини біомаси (зростання зольності до 50%) в результаті виїдання бактеріальної частини біомаси, яке спостерігалось в аеробних умовах, в результаті утворення «біоконвеєру».

Слід відзначити, що споруди біологічного очищення можна виконувати як в модульному варіанті (окремими біореакторами), так і в зблокованому варіанті, в якому в одній споруді шляхом влаштування неповних перегородок, устаткування утворених ємностей носіями з іммобілізованими мікроорганізмами і забезпечення необхідних кисневих умов та масообміну утворюється прямоочна багатомулова анаеробно-аноксидно-аеробна очисна система.

Останній варіант може бути використаний при переобладнанні діючих аеротенків, циркуляційних окислювальних каналів та ін. в споруди запропонованої біоконвеєрної технології.

Надійшла