

УДК 628.34

Савчук Л.В., Знак З.О. (Україна, Львів)

КОМБІНОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вступ і постановка задачі досліджень

Рациональне використання сировинних і енергетичних ресурсів є однією з найгостріших проблем сучасності, яка тісно зв'язана з охороною довкілля, і зокрема, захисту і збереження водних ресурсів. Україна належить до держав з добре розвинутою переробною промисловістю, і зокрема харчовою. Якщо у 80-х роках минулого століття працювали великі м'ясопереробні комплекси, на яких очищення стоків здійснювали, в основному, механічними методами, то на теперішній час виникла і функціонує значна кількість середніх і малих підприємств, в яких стоки практично не очищають і викидають, в кращому випадку, в міські каналізаційні мережі, або, в гіршому – природні водойми. За скидання таких стоків в загальноміські каналізаційні мережі виникають проблеми з їх очищенням через високий вміст забруднювачів органічного походження, які дуже погано усуваються біологічним, аеробним окисненням.

Головною проблемою, яка постає під час очищення, є нестабільність стоків як за обсягом, так і складом в часі. Ця нестабільність зумовлена, по-перше, видом тваринної сировини (на підприємство постачається м'ясо як напівфабрикат чи завозиться худоба на забій з подальшим переробленням), що, в свою чергу, впливає на добір стадій технологічного процесу виробництва м'ясопродуктів, а відтак і впливає на формування стоків; по-друге, асортиментом продукції, в тому числі кількісним і якісним складом інгредієнтів у м'ясопродуктах; по-третє, хімічним складом мийних засобів, які застосовують для дотримання санітарно-гігієнічних умов на виробництві; по-четверте сезонним коливанням потреб у м'ясопродуктах на ринку.

Традиційні для галузі очисні споруди – жироловки, відстійники і флотатори не завжди забезпечують необхідну якість очищення стічних вод. Удосконалення відомих методів фільтрації, використання різних фільтруючих матеріалів, а саме еластичного пінополіуретану [1,2], пінополістиролу тощо, не завжди дає очікуваний результат, окрім того фільтрувальний матеріал після певного періоду роботи в циклі фільтрація-регенерація втрачає свої властивості і потребує утилізації, що так чи інакше спричинятиме негативний вплив на довкілля.

Високі початкові значення рН стоків (11,6...12,4) є несприятливими, більш того, згубними для розвитку мікроорганізмів, тому біологічні методи є непридатними для очищення таких вод без попереднього регулювання їх складу. Величина ХСК в межах 3500...5000 мг $O_2/дм^3$ і більше також є надмірною для використання одноступеневого аеробного очищення, а за використання дво- і більше ступеневого очищення різко збільшується кількість апаратів в схемі і їх об'єми. Біологічне аеробне очищення має ще й той недолік, що потребує доволі значних об'ємів очисного обладнання, займає великі площі і триває протягом доволі тривалого часу. Окрім того, більшість стічних вод характеризуються інтенсивним неприємним запахом, що зумовлює необхідність в якомога швидшій їх дезодорації. Застосування анаеробного біологічного очищення вимагає використання спеціального обладнання, певної культури виробництва, досконалої системи відділення утвореного біогазу. Тривалість анаеробного процесу є більшою ніж аеробного, а утворений біогаз, про що часто замовчують, містить сірководень, – продукт біохімічного перетворення білків.

Очищення стоків електрохімічними методами потребує спеціального обладнання [3,4] та фахівців необхідної кваліфікації, тому воно є нераціональним для малопотужних підприємств.

Відтак дійшли висновку, що очищення зазначених стоків необхідно в основному здійснювати хімічними методами, або в їх поєднанні із біологічними.

Мета досліджень

Мета досліджень полягала в розробленні гнучкої технології очищення стічних вод підприємств м'ясопереробної галузі та дослідженні окремих її стадій з метою оптимізації технологічних процесів.

Отримані результати та їх обговорення

Дослідження виконували із використанням реальних стічних вод малопотужного м'ясопереробного (ковбасного цеху) підприємства, розташованого поблизу м. Дрогобич Львівської обл., яке є типовими для цієї галузі. Головними показниками стічних вод, які надалі зумовили вибір

головних стадій технологічного процесу очищення, були хімічне споживання кисню (ХСК) і величина рН.

Для досліджень використовували стічні води, попередньо очищені на грубих піщаних фільтрах. Флотаційне очищення здійснювали у колонному флотаторі об'ємом 0,7 дм³ із сепаратором. Дослідження реагентного очищення стічних вод здійснювали в реакторі ємнісного типу об'ємом 0,4 дм³ з мішалкою з регульованим числом обертів. Контроль рН здійснювали рН-метром. Осад, який утворювався внаслідок додавання реагентів, відділяли на піщаному фільтрі. Повноту видалення забруднювачів із води визначали за зміною величини ХСК, який визначали за ДСТУ ISO 6060:2003.

Для очищення стоків використовували негашене і гашене вапно. Їх вибір зумовлений тим, що внаслідок взаємодії із солями вищих кислот, які містяться в стоках, утворюються практично нерозчинні кальцієві солі. Дозу цих реагентів змінювали від 0,5 до 5 % щодо маси очищуваної води, а концентрацію СаО в суспензії – від 1 до 25 % мас.; тривалість перемішування – 1...30 хв, а його інтенсивність – від 2000 до 12000 Re. Процес здійснювали за кімнатної температури.

З'ясували, що вилучення частини забруднювачів із стоків флотаційним методом можна здійснювати за умови, що рН не перевищує 11,4...11,6 (за вищих значень відбувається дуже інтенсивне утворення доволі стійкої піни, яка практично не руйнується). Протягом 20...30 хв. величина ХСК зменшується до 600...1000 мг О₂/дм³. Значення ХСК, що дорівнює 200...250 мг О₂/дм³, досягається протягом близько двох годин, але це зумовлює значні енерговитрати на здійснення цього процесу.

Встановлено, що для здійснення реагентного очищення оптимальна доза гідратованого кальцію оксиду дорівнює 2...2,5 % мас. за його концентрації в суспензії 10 % мас. та тривалості інтенсивного перемішування (Re > 8000) 20...25 хв. Інтенсивне перемішування сприяє взаємодії реагенту із забруднювачами, оскільки внаслідок зіткнення частинок гідратованого кальцію оксиду відбувається оновлення їх поверхонь, що приводить до збільшення їх хімічної активності. Зростанню активності кальцію оксиду сприяє також збільшення тривалості гідратації СаО – експозиції суспензії СаО, тому її готують заздалегідь, принаймні за 24 години до її використання як реагенту – це сприяє збільшенню ступеня гідратації кальцію оксиду.

Встановлено, що активність гідратованого кальцію гідроксиду зростає також внаслідок оброблення реакційного середовища акустичними коливаннями ультразвукового діапазону. Це зумовлене двома головними причинами. По-перше, руйнуванням агломератів частинок гідратованого кальцію гідроксиду і, як наслідок, збільшення площі контакту фаз. По-друге, в області кавітації відбувається часткове руйнування органічних сполук або їх хімічне перетворення під час взаємодії з продуктами сонолізу води, яким притаманна висока реакційна здатність; за цих умов органічні сполуки активуються, що спричиняє їх повнішу взаємодію з гідратованим кальцію гідроксидом з утворенням малорозчинних сполук.

Повнішому осадженню забруднювачів у вигляді дисперсних частинок, а відтак і освітленню розчину сприяє введення до реакційного середовища 20 %-го розчину заліза (II) сульфату, яке в лужному середовищі внаслідок утворення заліза (II) гідроксиду, відіграє роль коагулянту.

За вказаних вище умов досягається зменшення величини ХСК стоків до 320...380 мг О₂/дм³., надалі їх можна доочишувати біологічними методами.

Для доочищення стічних вод біологічним аеробним методом збирали розчини, попередньо очищені хімічними методами, зі значенням показника ХСК до 400 мг О₂/дм³, їх усереднювали, аналізували і поміщали в біореактор. Процес здійснювали в двох прямотечійних установках, які склалися з трьох послідовно з'єднаних колонок об'ємом 1 дм³. На початкових стадіях досліджень працювали з активним намулом, який забирали на Львівських міських очисних спорудах. Після засіву активного намулу в колонку стоки протягом 24 годин рециркулювали, а потім установку переводили на роботу в проточному режимі. Оптимальний час перебування стоків в аеробній колонці встановлювали експериментально. В одній установці активний намул підтримувався в завислому стані повітрям і потоком води, які подавалися знизу, а інша колонка була оснащена вмонтованою насадкою «ВІЯ». Об'ємна витрата повітря в обох колонках складала 0,45...0,60 с⁻¹. У другій колонці очищені стоки відстоювали, а потім аналізували, в третій - знезаражували хлорним вапном. Після знезараження визначали залишковий активний хлор і в тих пробах, де до знезараження показники перевищували допустимі для скидання в довкілля, ще додатково їх перевіряли.

Як показали проведені дослідження, оптимальним часом перебування стічних вод в аеробному реакторі є, залежно від концентрації забруднювачів, 8...10 годин. При цьому ХСК зменшилося до 85 мг О₂/дм³, а БСК_п до 32 мг О₂/дм³, однак зросли і показники загального вмісту азоту та зросло значення рН. У перші 7 діб ці показники дуже коливалися і складно було остаточно

визначитися, щодо оптимальних умов ведення процесу. Після семидобової роботи установки за вищенаведених параметрів очищення стабілізувалося, а очищена вода характеризувалась такими показниками: ХСК – 54 мг $O_2/дм^3$; БСК_п – 11 мг $O_2/дм^3$; рН = 8,11; вода знебарвилась. В установці із вмонтованою насадкою “ВІЯ” досягнуто вищих показників очищення: ХСК – 34 мг $O_2/дм^3$; БСК_п – 8 мг $O_2/дм^3$; рН = 8,0.

На підставі отриманих експериментальних результатів запропоновано функціональну схему очищення стічних вод м'ясопереробних підприємств (рисунок 1).

На перших двох стадіях, як в більшості існуючих технологій, стічні води очищують від грубих механічних домішок і нерозчинних жирів, які не утворюють стійких емульсій у стоках.

Стадія флоатації не є обов'язковою в технології очищення стоків. Її необхідність і можливість здійснення визначається наявністю в стоках дрібнодисперсних органічних частинок, які утворюють стійкі каламуті, що самовільно не седиментують протягом доби і більше, а також величиною рН середовища.

На наступній стадії здійснюють реагентне очищення стоків додаванням розчину вапняного молока – суспензії кальцію гідроксиду. Особливо, як зазначалось вище, підвищує активність кальцію гідроксиду, а відтак і зменшення ХСК стоків кавітаційне оброблення суспензії кальцію оксиду. Для цього циркуляційним насосом реакційне середовище декілька раз перепомпують через кавітатор гідродинамічного типу. В області кавітації відбувається інтенсивне руйнування частинок СаО, що сприяє їх повнішому перетворюванню, а також деяке окиснення органічних сполук продуктами сонолізу води.

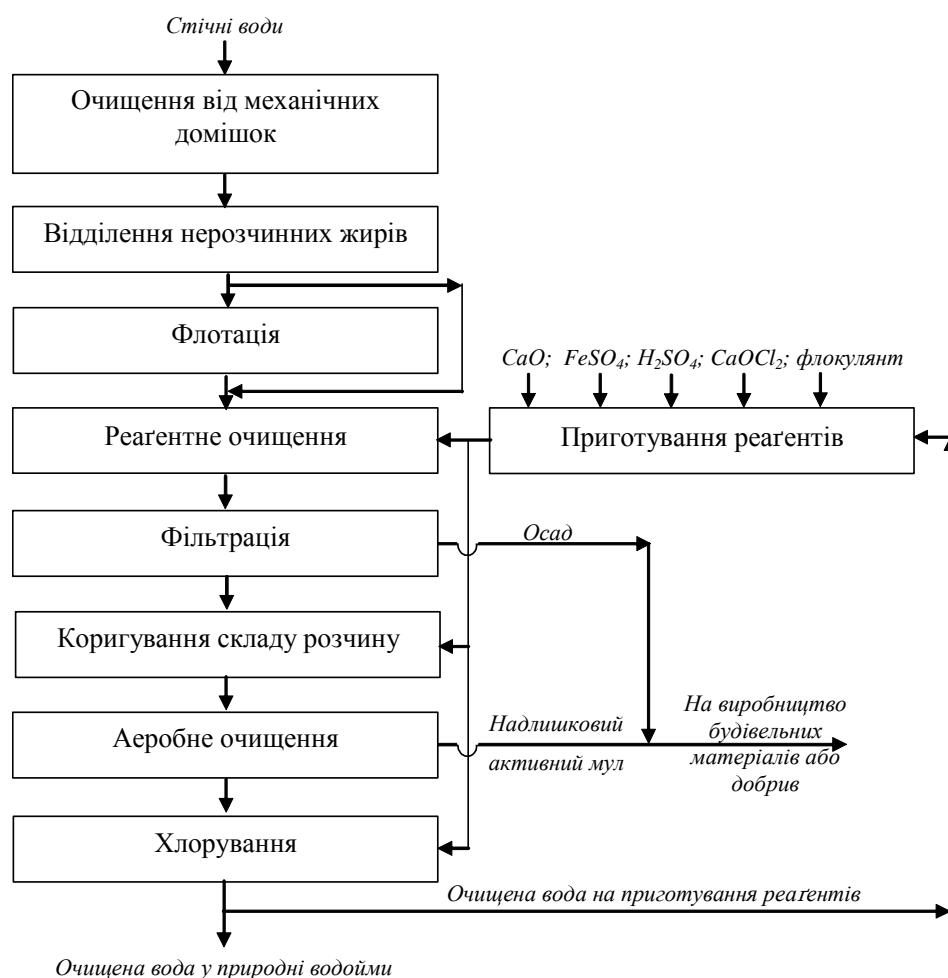


Рисунок 1 - Функціональна схема очищення стоків м'ясопереробних підприємств

Інтенсивне перемішування реакційного середовища та його циркуляція через кавітаційних пристрій триває 15...20 хв, після чого до нього додають розчин заліза (II) сульфату. В лужному середовищі утворюється заліза (II) гідроксид, який відіграє роль коагулянту. Для повнішого виведення дисперсних частинок із утвореної суспензії до неї додають спеціально підібрані

флокулянти. Після цього протягом 2...3 хв триває індукційний період, а потім відбувається доволі інтенсивне пластівцеутворення. Таку суспензію подають на фільтрування з використанням насипного фільтру. Як фільтруючий матеріал доцільно використовувати пісок або його суміш із тирсою чи деревною мукою. На фільтрі спочатку формується наливний шар із частинок, які відділяються від розчину, а подальша фільтрація відбувається саме через цей шар.

Освітлений розчин практично безбарвний, величина ХСК не перевищує 350...360 мг О/дм³. Перед подаванням на біологічне очищення його коригують за рН до практично нейтрального середовища, оскільки мікроорганізми є дуже вибагливими до кислотно-основних показників середовища.

Завершальною стадією процесу очищення є хлорування скидів за допомогою розчинів натрію гіпохлориту. Для підприємств, що характеризуються невеликою продуктивністю, запропоновано цю стадію здійснювати в тому є апараті з мішалкою, де й відбувається реагентне очищення стоків. Обґрунтовано, що оскільки всі процеси відбуваються як періодичні, а їх тривалість є незначною, то існує можливість використовувати одне й те ж обладнання для здійснення різних технологічних операцій. Це дасть змогу зменшити кількість одиниць технологічного обладнання, збільшити інтенсивність його роботи, використати для спорудження очисних споруд менші площі.

Висновки

Реагентне очищення дає змогу зменшити ХСК стоків на 80...85 %. Здійснення кавітаційної активації реакційного середовища дає змогу збільшити інтенсифікувати процес реагентного очищення. Використання іммобілізованої насадки "ВІЯ" суттєво покращує процес аеробного очищення стічних вод.

Подальші дослідження будуть спрямовані на встановлення оптимальних параметрів окремих стадій технологічного процесу очищення вод.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лукашенко С.В. Экономическая эффективность обработки жиродержащих сточных вод мясной промышленности с применением эластичного пенополиуретана // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2002. – Вип. 18. – С. 268 – 270.
2. Бухолдин А.А., Эпоян С.М., Лукашенко С.В., Исследования процесса регенерации эластичной фильтрующей загрузки, применяемой для очистки жиродержащих сточных вод // Тр. Конф. VIII Междунар. научн. техн. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов. Т. III. – ГосНИИ УкрВОДГЕО. – 2000. – С.652 – 653.
3. Аргатенко Т.В., Малько В.Ф. Электрокоагулятор. Патент України №37135А //Промислова власність. 2000. Бюл. №3.
4. Аргатенко Т.В. Флотаційно-коагуляційне знежирення стічних вод в режимі замкненої циркуляції. «Комунальное хозяйство городов» // Респ. меж-вед. научно-техн. сб., Вып. 27. – Киев: Техника. 2001. С. 121 - 126.