

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

УДК 665:628.33:628.316

DOI: 10.31471/2415-3184-2021-2(24)-102-111

Д. В. Кулікова

Національний технічний університет

«Дніпровська політехніка»

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ СПОРУД З ОЧИСТКИ ЖИРОВМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД НА ПРИКЛАДІ ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНОГО КОМБІНАТУ ТОВ «ПОТОКИ»

Сучасне виробництво продуктів харчування негативно впливає на екологічний стан довкілля, перш за все на якість водних джерел. Відсутність або недосконалість методів очищення стічних вод, а іноді й порушення правил охорони водойм є причиною їхнього забруднення речовинами різноманітного походження. В даній статті визначено технологічні процеси, що є джерелами утворення різних видів забруднення стічних вод на підприємствах з переробки олійних культур. Розглянуто відомі методи очищення жиромісних стічних вод, встановлено їхні переваги та недоліки. Проаналізовано якісно-кількісний склад стічних вод, що утворюються на підприємстві з виробництва рослинних олій, на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки». Встановлено, що стічні води після очищення за існуючою технологією, містять велику кількість жирів, завислих та органічних речовин, концентрації яких не відповідають вимогам щодо якісного складу промислових стоків, які скидаються до міської системи каналізації. Обґрунтовано доцільність модернізації споруд з очистки жиромісних стічних вод на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» за рахунок встановлення аерованого жировловлювача для зниження вмісту забруднюючих речовин до норм, що відповідають вимогам скиду стічних вод даних промислових об'єктів до міської каналізаційної мережі. Запропонована очисна споруда дозволяє значно знизити вміст жирів до 10 мг/дм³. Крім того, в стічних водах після очищення в аерованому жировловлювачі знижується вміст завислих та органічних (показники БСК і ХСК) речовин (ефективність їхньої очистки становить приблизно 95% та 85%, відповідно). Це дозволить запобігти утворенню жирових відкладень на стінках труб, забезпечуючи безперебійну та ефективну роботу каналізаційної мережі та очисних споруд на станціях біологічної очистки комунально-побутових стоків міста.

Ключові слова: олійно-екстракційні комбінати, стічні води, жири, завислі речовини, органічні забруднення, аерований жировловлювач, нормативи якості води

Постановка проблеми. Харчова промисловість є однією зі стратегічних галузей економіки, що має забезпечити стійке постачання населення необхідними якісними продуктами харчування.

Сучасне виробництво харчової промисловості негативно впливає на екологічний стан довкілля, а його концентрація у великих містах – на умови життя та здоров'я населення.

Підприємства харчової промисловості відрізняються великими питомими витратами води та скидом сильно забруднених стічних вод [1].

До складу стічних вод харчових підприємств входять поверхнево-активні речовини (ПАР), жири, олії, мастильні матеріали, вуглеводні, органічні кислоти, які при розчиненні у воді піддаються біологічному окисленню [2]. Ці речовини, потрапляючи до водних джерел, утворюють на поверхні води плівку, яка перешкоджає газовому обміну між водою й атмосферою, що знижує ступінь насичення води киснем.

Вимоги до вмісту як органічних, так і неорганічних забруднювачів у відкритих водоймах і стічних водах дуже жорсткі. Це обумовлено тим, що при їхньому накопиченні у воді погіршуються санітарно-гігієнічні показники її якості.

Відсутність або недосконалість методів очищення виробничих стічних вод, а іноді й порушення правил охорони водойм є причиною їхнього забруднення речовинами різноманітного походження.

Проблема очистки стічних вод харчових підприємств стоїть доволі гостро, тому дана робота присвячена обґрунтуванню доцільності модернізації їхніх очисних споруд з метою поліпшення якості води, що скидається на подальшу обробку в системи централізованого водовідведення населених пунктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для очищення стічних вод, що містять значну кількість завислих та органічних речовин, застосовують споруди первинної (механічної, фізико-хімічної, електрохімічної) та вторинної (біологічної) очистки [3-13].

Механічну очистку застосовують для вилучення зі стічних вод нерозчинних домішок. На даному етапі очищення використовують решітки, сита, пісковловлювачі, відстійники, жировловлювачі, різні фільтри [1-3, 8, 14, 15].

Практично всі підприємства харчової промисловості мають цехові або дворові жировловлювачі первинної очистки стічних вод [1, 15]. У теперішній час застосовують жировловлювачі різних модифікацій. Тривалість обробки стоків становить від 15 до 30 хвилин. Вилучення жиропродуктів відбувається механічним і механізованим способами.

Однак, звичайні жировловлювачі, що встановлюються на підприємствах харчової промисловості, в багатьох випадках не забезпечують належного знежирювання через особливі умови розподілу жиру у вигляді тонких плівок на поверхні води. Ефективність їхнього очищення за вмістом жирових речовин, навіть при дотриманні необхідного часу відстоювання, складає приблизно 40-50% [15].

Із фізико-хімічних засобів очищення стічних вод від жиромісних речовин найчастіше застосовуються флотаційний, сорбційний, а також реагентний методи [1, 11, 14, 15]. Найбільше розповсюдження для очищення стоків харчової промисловості отримала напірна реагентна флотація. Даний метод заснований на утворенні перенасиченого розчину газу в напірній ємності під тиском і подальшому виділенні найдрібніших бульбашок у відкритих флотокамерах за рахунок перепаду тиску.

Для підвищення ефективності очищення жиромісних стічних вод перед флотацією застосовується реагентний метод [1, 9, 15]. Найбільше застосування в якості коагулянтів отримали сульфат алюмінію, гідроксохлорид алюмінію та хлорид заліза (III). В дещо меншому масштабі використовуються сульфати заліза, змішані коагулянти у вигляді солей алюмінію та заліза.

Обробка стоків коагулянтами та флокулянтами полегшує вилучення завислих речовин і колоїдів шляхом їхнього концентрування у вигляді пластівців (флокул) з подальшим відділенням в системах відстоювання, флотації та/або фільтрації.

Незважаючи на переваги, всім реагентним методам властиві загальні недоліки, а саме: потреба в реагентах, низька ефективність при наявності декількох видів забруднення, чутливість до змін технології, складнощі в реалізації продукту очищення. Це призводить до накопичення жиромаси та, в кінцевому рахунку, до зупинки очисних споруд.

В теперішній час окрім фізичних і фізико-хімічних методів очищення жиромісних стічних вод широко застосовується біологічний метод, заснований на здатності мікроорганізмів (деструкторів жирових речовин) застосовувати розчинні та колоїдні органічні забруднення в якості джерела харчування в процесах своєї життєдіяльності [1, 10, 14, 15].

Біологічне очищення стічних вод має ряд важливих переваг перед іншими методами. Мікроорганізми здійснюють повну деструкцію забруднення до газоподібних продуктів і води, забезпечуючи тим самим кругообіг елементів у довкіллі. Таким чином, при біологічному очищенні, на відміну від інших способів, не відбувається концентрації забруднень або їхнього переведення в іншу форму. В той же час біологічні методи найбільш економічні, оскільки за виключенням основних капіталовкладень майже не потребують витрат під час експлуатації споруд, а головний діючий компонент біологічної очистки – активний мул – самовідновлюється.

Однак, слід зазначити, що вибір методу очищення, типу очисних споруд та їхня ефективність залежать від об'єму стоків, концентрації забруднюючих речовин, нерівномірності витрат, вимог до якості води, що очищується, наявності та складу міських або районних очисних споруд, а також від місцевих умов з урахуванням можливого використання очищеної води для промислових потреб.

Технологічна схема водовідведення та очищення стічних вод, що приймається на підприємстві, повинна забезпечувати їхній мінімальний скид у водойми, максимальне використання очищеної води в системах повторного та оборотного водопостачання, а також, за можливості, повне вилучення та утилізацію корисних домішок.

Постановка завдання. Жирові та органічні забруднення, що потрапляють до систем централізованого водовідведення населених пунктів зі стічними водами, утворюють на внутрішній стінці труб відкладення, що порушує безперерйну та ефективну роботу каналізаційної мережі. Внаслідок цього знижується пропускна здатність труб, постійно виникають засмічення і жирові пробки, створюються аварійні ситуації, а очисні споруди каналізаційної мережі не можуть впоратися з очищенням. Крім того, жирові пробки, що утворюються, є сприятливим середовищем для розвитку гнильних мікроорганізмів, які є причиною неприємних запахів. Тому підприємства змушені здійснювати регулярне очищення виробничої каналізації. Саме тому, водоканали встановлюють жорсткі вимоги щодо якісного складу стічних вод, які скидаються до міської каналізаційної мережі від підприємств та організацій.

Метою роботи є обґрунтування доцільності модернізації споруд з очистки жировмісних стічних вод на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» за рахунок встановлення аерованих жировловлювачів для зниження вмісту забруднюючих речовин до норм, що відповідають вимогам скиду стічних вод даних промислових об'єктів до міської каналізаційної мережі.

Застосування аерованих жировловлювачів дозволяє вилучати зі стічних вод не тільки жири рослинного та тваринного походження, але й завислі речовини та органічні сполуки, що є одними з пріоритетних забруднювачів для підприємств даної галузі народного господарства.

Виклад основного матеріалу. Рослинні олії виробляються з олійної сировини та вилучаються з неї методами пресування або екстрагування.

Використання води є одним із ключових питань охорони навколишнього середовища при виробництві продуктів харчування. На підприємствах олійно-екстракційної промисловості вода витрачається на зволоження олійної сировини, мокре шротовловлювання, охолодження закритої теплообмінної апаратури, вакуум-насоси, мийку обладнання та тари, брикетування лушпиння, підживлення оборотної системи, хімводоочищення. Крім того, вода витрачається на барометричні конденсатори, приготування розчинів, промивання олії, а також на лабораторні та господарсько-побутові потреби.

При виробництві рослинних олій процесами, що потребують значних об'ємів води, є отримання нерафінованої олії та рафінація рослинної олії. При виробництві нерафінованої олії з метою охолодження витрачається 0,2-12 м³ води/тонну олії. При проведенні нейтралізації негідратованої олії споживання води становить в середньому 1-1,5 м³ води/тонну нейтралізованої олії, при проведенні нейтралізації гідратованої олії – 0,6-1,0 м³ води/тонну нейтралізованої олії. Споживання води при дезодорації нейтралізованої, вибіленої олії – 10-30 м³ води/тонну дезодорованої олії за відсутності зворотного водопостачання [1].

Споживання води у виробництві отримання олії методом пресування є мінімальним.

З ростом виробництва, технічної оснащеності підприємств і підвищенням санітарних вимог загальні витрати води зростають. Відповідно збільшується й скид стічних вод. На режим утворення стічних вод, їхній склад і кількість впливають:

- вид сировини, що переробляється;
- технологічний процес виробництва;
- кількість води, що споживається;
- місцеві умови тощо.

На підприємствах з переробки олійних культур здійснюється велика кількість технологічних операцій, внаслідок чого утворюються різні види забруднень. Стічні води утворюються від водовідокремлювачів та шламовипаровувачів екстракційного відділення, від цехових жировловлювачів, відділень гідратації, рафінації та розфасування олії. В олійно-пресовому цеху стічні води утворюються від очищення пресової та екстракційної олії на сепараторах. Також стічні води утворюються від конденсації водяної пари в конденсаторах і дефлегматорах.

Загальні витрати стічних вод коливаються в діапазоні від 15-20 до 4000 м³ на добу [14].

Об'єм стічних вод залежить від виду джерела отримання олії та технології, що застосовується. В процесах отримання та рафінації харчової олії можливо утворення стічних вод до 1,5 м³ води на 1 тону олії [1].

В залежності від виду, методу та умов переробки жирової сировини та технологічних операцій в стічних водах можуть опинитися різні види жирових речовин. Стічні води олійно-екстракційного виробництва включають до себе жирні кислоти, а також, гліцериди, бензин, шрот, фосфатиди, мила, луи та інші супутні речовини.

Стоки підприємств з рафінування рослинних жирів для виробництва харчової олії складаються, в основному, з емульсій забруднених жирів, стабілізованого мила, отриманого з жирів і жирних кислот. Крім цього, в стічних водах присутні органічні кислоти та азотовмісні речовини, які після нейтралізації загнивають, утворюючи з білків, що розкладаються, і сульфатів, що відновлюються, сірководень.

Запах стічних вод неприємний, окислюваність невисока ($49-354 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) [16]. Жир найчастіше присутній у вигляді рослинних олій, невеликі кількості яких покривають дзеркало води, ускладнюючи реаерацію і розчинення кисню. Якісний склад і концентрація забруднюючих речовин, що містяться в стічних водах олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки», наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Якісний склад та концентрація забруднюючих речовин у стічних водах олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки»

Показники	Одиниця виміру	Фактичне значення
pH	-	7-8,5
Завислі речовини	мг/л	200
Жири	мг/л	500
Нафтопродукти	мг/л	30
Біологічне споживання кисню (БСК ₅)	мгО ₂ /л	1500
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО ₂ /л	3000
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	мг/л	2
Хлориди	мг/л	170
Сульфати	мг/л	250
Біогенні елементи:		
- фосфати	мг/л	5
- азот амонійний	мг/л	10

Як видно з табл. 1, небезпечними забруднюючими речовинами стічних вод олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» є показники біологічного та хімічного споживання кисню (БСК₅ і ХСК), а також вміст великої кількості жирів і завислих речовин. Ці показники в кілька разів перевищують концентрації забруднень міських стоків. Потрапляючи у водойму без очищення, органічні речовини споживають для свого окислення велику кількість кисню, внаслідок чого різко погіршуються умови розвитку флори та фауни водойм. Тому стічні води підприємств харчової промисловості повинні очищатися на території підприємства.

Всі очисні споруди харчової галузі виробництва класифікують в залежності від місця розташування та методу, що використовується. За місцем розташування очисні споруди класифікують на локальні (цехові), загальні (заводські) та районні (міські). Локальні (цехові) очисні споруди призначені для обробки стічних вод відразу після технологічних установок, окремих ділянок і цехів. Установки локального очищення входять в технологічні лінії виробництва. Заводські очисні споруди є загальними для забруднених стічних вод різних цехів підприємства. Після них доочищення стічних вод проводять на міських або районних очисних спорудах.

До систем централізованого водовідведення населених пунктів приймаються стічні води, які не призводять до порушення каналізаційних мереж і очисних споруд. При цьому, стічні води не повинні:

- містити речовин, які здатні захарашувати труби, колодязі, решітки або відкладатися на їхніх поверхнях;
- мати значення показника біологічного споживання кисню, яке перевищує вказане в проекті каналізаційних очисних споруд відповідного населеного пункту;
- містити забруднюючі речовини концентрації яких перевищують гранично допустимі, що встановлюються місцевими правилами приймання та скиду стічних вод до міської каналізаційної мережі з урахуванням [17].

Для підприємств, що скидають після локального очищення стічні води до систем централізованого водовідведення населених пунктів, водоканали встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин, усереднені значення яких наведено в табл. 2 [18]. За перевищення норм скиду на підприємства накладаються штрафи.

Таблиця 2

Усереднені значення допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах, що надходять до систем централізованого водовідведення населених пунктів

Показники	Одиниця виміру	Значення
Завислі речовини	мг/л	200-300
Жири	мг/л	20-50
Хлориди	мг/л	до 350
Сульфати	мг/л	до 400
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	мг/л	2,5-9
Біологічне споживання кисню (БСК ₅)	мгО ₂ /л	200-350
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО ₂ /л	300-500
Нафтопродукти	мг/л	1,5-5,0
Біогенні елементи:		
- фосфати	мг/л	3,5-6
- азот амонійний	мг/л	8-17
pH	-	6,5-9,0

На олійно-екстракційному комбінаті ТОВ «Потоки» в якості локальних очисних споруд застосовуються звичайні жировловлювачі, відстоювання в яких не дозволяє знизити концентрації жирів до встановлених норм, оскільки ефективність їхнього очищення за вмістом жирових речовин не перевищує 50%. Тобто остаточна концентрація жирів після очистки складає 200-250 мг/л. Саме тому виникає необхідність у модернізації існуючих очисних споруд для зниження вмісту забруднюючих речовин до нормативних значень.

Для підприємств олійно-екстракційної промисловості з точки зору найкращих доступних технологій щодо зниження вмісту жирів у виробничих стічних водах можна виділити два основних напрямки. Перший, пов'язаний з вдосконаленням існуючих технологічних процесів шляхом впровадження окремих видів обладнання, які, при достатньо високому виході готового продукту, дозволяють скоротити емісії в навколишнє природне середовище та споживання різних видів енергії. Другий напрямок, пов'язаний з впровадженням технологій, що повністю виключають найбільш небезпечні з точки зору викидів і скидів процеси.

Складність вирішення проблеми очищення виробничих стічних вод обумовлена варіабельністю їхнього складу, різноманітням фізико-хімічних процесів, що лежать в основі їхньої очистки, великими капітальними та експлуатаційними витратами на спорудження та обслуговування очисних комплексів і окремих установок.

До системи централізованого водовідведення міста можуть прийматися виробничі стічні води, які не порушують роботу каналізаційних мереж та споруд, забезпечують безпеку їхньої експлуатації та можуть бути знешкоджені разом з комунально-побутовими водами населеного пункту відповідно до вимог і нормативів [17, 18]. Ці вимоги диктують необхідність розробки нових схем очищення, інтенсифікації роботи існуючих очисних споруд. Остання може бути забезпечена як шляхом вдосконалення існуючих конструкцій, так і додатковим впровадженням в схему очистки нових ефективних вузлів [19], що забезпечують необхідний ступінь очищення стічної води від певної забруднюючої речовини.

Для підвищення ефективності роботи очисних споруд міської каналізаційної мережі запропоновано, на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки», модернізувати існуючу очисну споруду з очищення жировмісних стічних вод (звичайний цеховий жировловлювач). А саме встановити аерований жировловлювач.

Аеровані жировловлювачі [1, 15] являють собою установки непрямої флотації, які ефективно очищують стічні води від мастильно-охолоджуючих рідин після мийки деталей та агрегатів, демонструють високий ступінь очищення стоків від рослинних і тваринних жирів, олій, різних нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин (ПАР) і синтетичних ПАР та інших нерозчинних забруднювачів, питома вага яких є меншою за питому вагу води. Установки також призначені для очищення стічних вод від піску, завислих речовин, смол, заліза.

Дана установка може застосовуватися для очищення стічних вод нафтобаз, нафтопереробних заводів, підприємств масложирового виробництва, м'ясокомбінатів, рибних і молочних заводів тощо.

Загальну схему очисної споруди з аерованим жировловлювачем наведено на рис. 1.

Перевагами аерованих жировловлювачів є те, що вони забезпечують найвищий рівень очистки серед альтернативних варіантів, економічні. Також в них значний термін служби, відсутність неприємних запахів. Крім того, установка не потребує частого очищення.

Пластини, що розділяють камери установки, мають суцільну перфорацію і можуть від'єднуватися для очищення за потребою.

Камера, з якої відбувається скид очищеної води, відокремлена від інших відсіків глухою перегородкою. Відведення проводиться з нижнього рівня, де знаходиться найчистіша вода.

Аеровані жировловлювачі застосовують повітря для інтенсифікації процесу видалення легких речовин із забрудненої ними стічної води. Повітря, проходячи крізь шар стічних вод, захоплює часточки жиру та виносить їх на поверхню. Насичення киснем стоків також сприяє аеробному окисленню органічних речовин.

В цій конструкції додатково застосовується флотація. Завдяки цьому зі стічної води виділяють поверхнево-активні речовини, жири, нафтопродукти, смоли тощо.

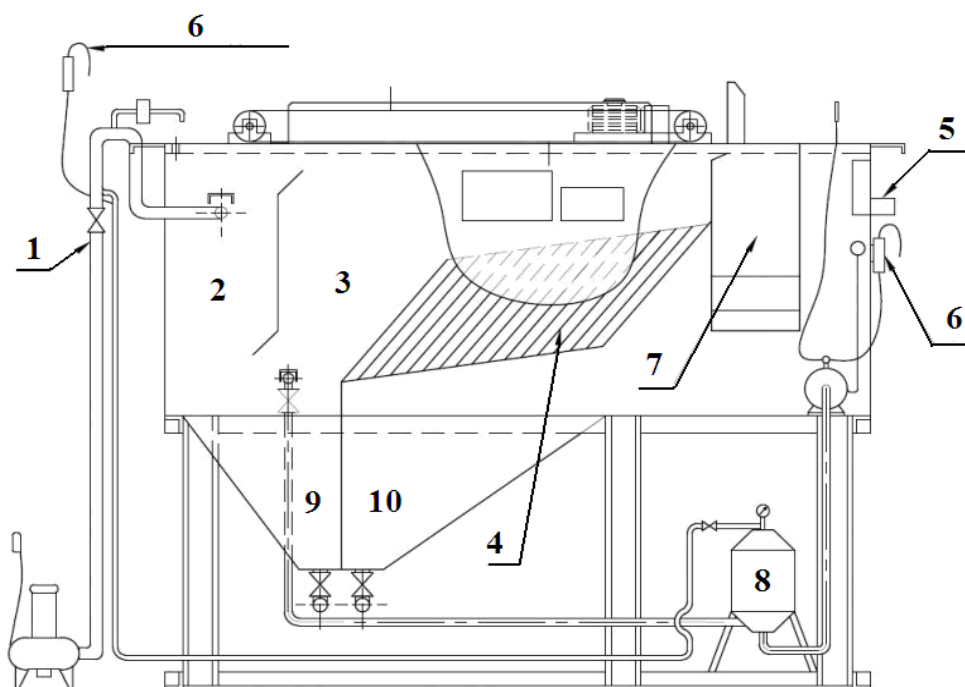


Рис. 1. Загальна схема очисної споруди з аерованим жировловлювачем (1 – подача жиримісних стічних вод; 2 – камера попередньої флотації та відстоювання; 3 – флотаційна камера; 4 – тонкошаровий блок; 5 – відведення очищеної води; 6 – точки вводу реагенту; 7 – шламовий лоток; 8 – сатуратор; 9 – первинний відстійник; 10 – вторинний відстійник)

Найбільш високі результати з очищення стічних вод, що містять жири та інші органічні забруднювачі, в аерованих жировловлювачах були досягнуті при додатковому використанні коагулянтів, а саме хлорного заліза (FeCl_3) та сірчаноокислого алюмінію ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Застосування хлорного заліза в дозах 300 мг/дм^3 з подальшим осадженням впродовж 30 хвилин дозволяє отримати на виході з аерованого жировловлювача прозору рідину [15].

Слід зазначити, що подача стічних вод до аерованого жировловлювача і безпосередньо на флотацію здійснюються різними насосами (подача стоків може здійснюватися самопливом). Таке рішення дозволяє підвищити допустиму концентрацію забруднюючих речовин на вході в установку. При цьому знижується ризик виходу насосів із ладу. Для подачі стоків обирається фекальний насос, розрахований на високі концентрації забруднюючих речовин, а для здійснення процесу флотації – насос, що забезпечує добре перемішування кисню з водою. Стійкість флотаційного насоса до забруднень відходить на другий план тому, що він працює в камері з очищеною водою. Таким чином, непряма флотація дозволяє уникнути надмірного перемішування,

емульгації стоків на вході до аерованого жироловлювача та підвищити якість водно-повітряної суміші на окремому флотаційному насосі.

Все це призводить до підвищення ефективності очищення стічних вод, у порівнянні з існуючими на підприємствах олійно-екстракційної промисловості очисними спорудами. Величини допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах, що надходять до запропонованої очисної споруди, та ефективність їхнього очищення наведено в табл. 3 [15].

Таблиця 3

Значення допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах, що надходять до запропонованої очисної споруди, та ефективність їхнього очищення

Показник	Допустима концентрація забруднюючої речовини на вході в установку, мг/л	Ефективність очищення не менш, %
Завислі речовини	7500	95
Нафтопродукти	9500	97
Жири	9000	98
Залізо	50	90
Біологічне споживання кисню (БСК ₅)	не регламентується	85
Хімічне споживання кисню (ХСК)	не регламентується	85
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	50	35
рН	для нержавіючої сталі	3-12
	для чорного металу	6-9

Як видно з табл. 3, ефективність очищення виробничих стічних вод, що містять у своєму складі жири, після аерованих жироловлювачів складатиме близька 98%. Крім того, в стічних водах після очищення в аерованому жироловлювачі знижується вміст завислих та органічних (показники БСК₅ і ХСК) речовин (ефективність їхньої очистки становить приблизно 95% та 85%, відповідно).

Таким чином, враховуючи якісно-кількісний склад стічних вод олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» (див. табл. 1), та ефективність їхнього очищення в аерованому жироловлювачі (див. табл. 3), можна розрахувати орієнтовні значення концентрацій забруднюючих речовин після модернізації очисної споруди, величини яких наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Концентрації забруднюючих речовин після очищення стічних вод олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» в аерованому жироловлювачі

Показники	Одиниця виміру	Концентрація забруднюючої речовини після очищення в аерованому жироловлювачі не більше
Завислі речовини	мг/л	10
Жири	мг/л	10
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	мг/л	1,3
Біологічне споживання кисню (БСК ₅)	мгО ₂ /л	225
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО ₂ /л	450
Нафтопродукти	мг/л	0,9

Виходячи з даних табл. 4, можна зробити висновок, що вміст забруднюючих речовин, які містяться в стічних водах після їхнього очищення в аерованому жироловлювачі, не перевищує величин гранично допустимих концентрацій, встановлених водоканалами (див. табл. 2).

Тільки після ретельної попередньої обробки стічні води олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» надходять на міські комунальні очисні споруди для подальшого біологічного очищення.

Висновки. У роботі вирішена актуальна практична задача, що полягає в модернізації споруд з очистки жировмісних стічних вод на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» за рахунок встановлення аерованих жироловлювачів для зниження вмісту жирів до величин

гранично допустимої концентрації, що встановлюється водоканалами з метою подальшої обробки стічних вод в системах централізованого водовідведення населених пунктів.

Запропонована очисна споруда виконує три основні функції: вилучення розчинених у воді жирів і відкладень, що знаходяться в завислому стані; зменшення кількості органічних забруднень і донних відкладень; відсутність появи гнильних запахів. Ці функції є оптимальним набором, що дозволяє отримати максимальний ефект при мінімальному обслуговуванні.

Установки непрямої флотатії, до яких відноситься й запропонований аерований жировловлювач, добре зарекомендували себе в якості попереднього ступеня перед біологічним очищенням. Крім вилучення значної частини забруднень, стічні води насичуються розчинним киснем, внаслідок чого посилюються окислювальні процеси в аеротенках і біологічних фільтрах при подальшому біологічному очищенні стоків на станціях міської каналізаційної мережі.

Встановлення на олійно-екстракційному комбінаті ТОВ «Потоки» запропонованої очисної споруди дозволяє значно знизити вміст жирів до 10 мг/дм³, що відповідає нормам скиду промислових стічних вод до систем централізованого водовідведення населених пунктів. Крім того, в стічних водах після очищення в аерованому жировловлювачі знижується вміст завислих речовин та органічних забруднень. В свою чергу, це дозволить запобігти утворенню жирових відкладень на стінках труб, забезпечуючи безперебійну та ефективну роботу каналізаційної мережі та очисних споруд на станціях біологічної очистки комунально-побутових стоків міста.

Література

- 1 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 42-2017. Производство продуктов питания. Москва: Бюро НДТ, 2017. 436 с.
- 2 Очистка сточных вод завода растительных масел от жиров и взвешенных веществ / Б.С. Ксенофонтов, Р.А. Таранов, А.С. Козодаев, А.А. Воропаева // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2015. №5. С. 38-43.
- 3 Actual situation of wastewater from food industry and a case study of their treatment / Malollari I. at. et. // Journal of Environmental Protection and Ecology. 2019. №20(1). P. 432-438.
- 4 Design and Application of Wastewater Treatment Plant for "Pempek" Food Industry / I.F. Purwanti, H.S. Titah, B.V. Tangahu, S.B. Kurniawan // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). 2018. №9(13). P. 1751-1765.
- 5 Sequential Treatment of Food Industry Wastewater by ElectroFenton and Electrocoagulation Processes / Dindaş G.B. at. et. // International Journal of Electrochemical Science. 2018. №13(12). P. 12349-12359.
- 6 Zaiets N. The use of electrotechnical equipment for food production wastewater treatment // Przegląd Elektrotechniczny. 2021. №1(9). P. 108-111.
- 7 Electrochemical water treatment plant for food production / V.G. Egorov, O.Yu. Davydov, A.V. Pribytkov, E.D. Chertov // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2021. №640(7). P. 072038. DOI:10.1088/1755-1315/640/7/072038.
- 8 Zubareva G.I. Deep Wastewater Treatment with Excessively High Fat Content // Ecology and Industry of Russia. 2019. №23(10). P. 34-38.
- 9 Treatment of Fat-Containing Wastewater Using Binary Flocculant Mixtures Based on Chitosan and Quaternary Salt of Poly(2-dimethylamino)ethyl Methacrylate / Dryabina S.S. at. et. // Journal of Polymers and the Environment. 2019. №27(7). P. 1595-1601.
- 10 Garg S., Chaudhry S. Treatment of Wastewater of Food Industry by Membrane Bioreactor // International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. 2017. №4(6). P. 153-156.
- 11 Дячок В.В., Мараховська А.О., Мараховська С.Б. Рідинно-екстракційне очищення стічних вод виробництва харчових олій // Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(3). С. 89-91.
- 12 Максимів Н.Л., Олійник Л.П. Застосування ультразвуку для очищення стічної води у харчовій промисловості // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування: збірник наукових праць. 2016. №841. С. 308-315.
- 13 Бондар С.М., Чабанова О.Б., Чабанова А.А. Дослідження мембранного процесу очищення стічних вод олійножирової промисловості // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Ґжицького. 2015. Т. 17. №4(64). С. 23-27.

14 Гіроль М.М., Гіроль А.М., Гіроль А.М. Технології водовідведення промислових підприємств: навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2013. 625 с.

15 Справочник наилучших доступных технологий для очистки сточных вод на предприятиях отраслей промышленности и жилищно-коммунального хозяйства России. Москва: ООО «Деловые Медиа», 2014. Кн. 1. 329 с. Кн. 2. 367 с. Кн. 3. 289 с.

16 Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. Москва: Стройиздат, 1978. 590 с.

17 Правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 27.06.2008. №190.

18 Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017. №316.

19 Шестопалов О.В., Гетта О.С., Рикусова Н.І. Сучасні методи очищення стічних вод харчової промисловості // Екологічні науки. №2(25). С. 20-27.

D. Kulikova

*National Technical University
«Dnipro Polytechnic»*

JUSTIFYING THE EXPEDIENCY IN MODERNIZING CONSTRUCTIONS FOR FAT-CONTAINING WASTEWATER TREATMENT: A CASE STUDY OF THE VEGETABLE OILS PRODUCING FACTORY LLC “POTOKY”

Modern food production negatively affects the environmental state, primarily the quality of water resources. The absence or imperfection of wastewater treatment methods, and sometimes a violation of the protection rules of water bodies is the cause of their pollution by substances of various origins. In this article the technological processes that are sources of various types of wastewater pollution at the oilseeds processing enterprises are defined. The well-known methods for cleaning fat-containing wastewater are considered; their advantages and disadvantages are established. The qualitative and quantitative composition of wastewater formed on the factory producing vegetable oils LLC "Potoky" is analyzed. It has been established that wastewater after being cleaned with the existing technology contains a large amount of fats, weighted and organic substances, the concentrations of which do not comply with the requirements of the qualitative composition of industrial wastewater discharged into the municipal sewage system. The expediency in modernizing the constructions for cleaning the fat-containing wastewater was substantiated on the example of the vegetable oils producing factory LLC "Potoky" by means of installing an aerated grease trap to reduce the content of pollutants to the standards which meet the requirements for the wastewater discharge from these industrial facilities into the centralized sewage systems of the settlements. The proposed treatment facility makes it possible to significantly reduce the fat content to 10 mg/dm³. In addition, the content of weighted and organic substances (BOC and CODs) in the wastewater after cleaning in the aerated grease trap is decreased (the effectiveness of their purification is approximately 95% and 85%, respectively). This will prevent the formation of fatty deposits on the walls of pipes, ensure the uninterrupted and efficient operation of the sewage networks and treatment facilities at the biological treatment stations of municipal wastewater.

Key words: factories producing vegetable oils, wastewater, fats, suspended solids, organic pollution, aerated grease traps, water quality standards.

References

1 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ITS 42-2017. Производство продуктов питания. Москва: Бюро NDT. 2017. 436 с.

2 Очистка сточных вод завода растительных масел от жиров и взвешенных веществ / B.S. Ksenofontov. R.A. Taranov. A.S. Kozodayev. A.A. Voropayeva // Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzheniye. 2015. №5. С. 38-43.

3 Actual situation of wastewater from food industry and a case study of their treatment / Malollari I. et. // Journal of Environmental Protection and Ecology. 2019. №20(1). P. 432-438.

- 4 Design and Application of Wastewater Treatment Plant for "Pempek" Food Industry / I.F. Purwanti, H.S. Titah, B.V. Tangahu, S.B. Kurniawan // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). 2018. №9(13). P. 1751-1765.
- 5 Sequential Treatment of Food Industry Wastewater by ElectroFenton and Electrocoagulation Processes / Dindaş G.B. at. et. // International Journal of Electrochemical Science. 2018. №13(12). P. 12349-12359.
- 6 Zaiets N. The use of electrotechnical equipment for food production wastewater treatment // Przegląd Elektrotechniczny. 2021. №1(9). P. 108-111.
- 7 Electrochemical water treatment plant for food production / V.G. Egorov, O.Yu. Davydov, A.V. Pribytkov, E.D. Chertov // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2021. №640(7). P. 072038. DOI:10.1088/1755-1315/640/7/072038.
- 8 Zubareva G.I. Deep Wastewater Treatment with Excessively High Fat Content // Ecology and Industry of Russia. 2019. №23(10). P. 34-38.
- 9 Treatment of Fat-Containing Wastewater Using Binary Flocculant Mixtures Based on Chitosan and Quaternary Salt of Poly(2-dimethylamino)ethyl Methacrylate / Dryabina S.S. at. et. // Journal of Polymers and the Environment. 2019. №27(7). P. 1595-1601.
- 10 Garg S., Chaudhry S. Treatment of Wastewater of Food Industry by Membrane Bioreactor // International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. 2017. №4(6). P. 153-156.
- 11 Diachok V.V., Marakhovska A.O., Marakhovska S.B. Ridynno-ekstraktsiine ochyshchennia stichnykh vod vyrobnytstva kharchovykh olii // Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2017. Vyp. 27(3). S. 89-91.
- 12 Maksymiv N.L., Oliinyk L.P. Zastosuvannia ultrazvuku dlia ochyshchennia stichnoi vody u kharchovii promyslovosti // Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politehnika". Serii: Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia: zbirnyk naukovykh prats. 2016. № 841. S. 308-315.
- 13 Bondar S.M., Chabanova O.B., Chabanova A.A. Doslidzhennia membrannoho protsesu ochyshchennia stichnykh vod oliinozhyrovoy promyslovosti // Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Gzhytskoho. 2015. T. 17. № 4(64). S. 23-27.
- 14 Hirol M.M., Hirol A.M., Hirol A.M. Tekhnolohii vodovidvedennia promyslovykh pidpriemstv: navchalnyi posibnyk. Rivne: NUVHP, 2013. 625 s.
- 15 Spravochnik nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy dlya ochistki stochnykh vod na predpriyatiyakh otrasley promyshlennosti i zhilishchno-kommunalnogo khozyaystva Rossii. Moskva: OOO «Delovyye Media». 2014. Kn. 1. 329 s. Kn. 2. 367 s. Kn. 3. 289 s.
- 16 Ukрупnennyye normy vodopotrebleniya i vodootvedeniya dlya razlichnykh otrasley promyshlennosti. Moskva: Stroyizdat. 1978. 590 s.
- 17 Pravyla korystuvannia systemamy tsentralizovanoho komunalnogo vodopostachannia ta vodovidvedennia v naselenykh punktakh Ukrainy. Nakaz Ministerstva z pytan zhytlovo-komunalnogo hospodarstva Ukrainy vid 27.06.2008. №190.
- 18 Pravyla pryimannia stichnykh vod do system tsentralizovanoho vodovidvedennia. Nakaz Ministerstva rehionalnogo rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnogo hospodarstva Ukrainy vid 01.12.2017. №316.
- 19 Shestopalov O.V., Hetta O.S., Rykusova N.I. Suchasni metody ochyshchennia stichnykh vod kharchovoy promyslovosti // Ekolohichni nauky. №2(25). S. 20-27.

Надійшла до редакції 24 жовтня 2021 р.