

Дослідження системи аерації стічних вод в аеротенку потужністю

25 тис. м³/добу

Бутягіна Дар'я Олександрівна

гр. ПЕО-15дм

ВСТУП

З кожним роком проблема очищення стічних вод стає усе більш актуальною. Скидання неочищених стічних вод у водойми може спричинити їх забруднення, що у свою чергу зумовлює каламутність води, утворення специфічного запаху, кольору, унаслідок чого вода у водоймі може загнивати, викликати загибель водоростей, риби та інших живих організмів.

У зв'язку із значним антропогенним впливом на навколишнє середовище дуже важливим є інтенсифікація процесів очистки побутових стічних вод і підвищення якості очищеної води. Для одержання якісної води витрачається досить багато матеріальних та енергетичних ресурсів, тому зниження їх витрат також є проблемним питанням. Одним з найбільш розповсюджених та перспективних напрямків є аеробна обробка стічних вод. Процес біологічного очищення стічних вод проводиться в аеротенках, робота який ґрунтується на використанні активного мулу [1].

Можливість очищення стічних вод в аеротенках уперше була встановлена в 1887 р. англійським хіміком Дібдіном. Таким чином, основні принципи біохімічного очищення були відомі вже наприкінці XIX ст.

Актуальність наукової проблеми. Не дивлячись на те, що аеротенки використовують більше 50 років, а процеси, що відбуваються в них, досліджуються ще більше, уявлення щодо основних закономірностей процесів недостатні. Внаслідок цього очисні споруди часто мають збільшені будівельні об'єми, збільшені витрати енергії на компримування та витрати повітря і при цьому відносно низький ступінь очищення стічних вод. Наприклад, за літературними джерелами ступінь очищення по БСК₂₀ після аеротенку не перевищує 82-85%. Вибір найбільш ефективних рішень при проектуванні очисних споруд біологічного очищення стічних вод можливий лише при виявленні механізму і загальних закономірностей цього процесу, а також його математичного опису. Початкові концентрації органічних речовин в стічних водах значно менші ніж у мікробіологічних реакторах. Внаслідок цього у симбіозі активного мулу виживають популяції мікроорганізмів, в яких ендогенний метаболізм займає більшу частину

загального метаболізму, ніж у мікробіологічних процесах. Більшість станцій біологічного очищення запроєктовані тільки на видалення органічних забруднень, а не на забезпечення необхідного ступеня очищення від сполук азоту. Скидання очищених стічних вод з підвищеним вмістом азоту у природне водне середовище стає причиною забруднення води та погіршення її органолептичних показників.

Новизною дослідження є розробка та обґрунтування технологічних рішень, удосконалення роботи існуючих водоочисних споруд КП «Водоканал» м. Краснодон.

Метою роботи є дослідження системи аерації стічних вод в аеротенку потужністю 25 тис. м³/добу.

Для досягнення поставленої мети слід розв'язати такі **задачі**:

- узагальнити відомі дані щодо дослідження процесу біологічного очищення, конструкції аеротенків і аераторів;
- визначити механізм очищення стічних вод в цьому процесі;
- розглянути систему очищення стічних вод на КП «Водоканал» м. Краснодон;
- оцінити ефективність використання аеротенків при очищенні стічних вод.

Об'єктом дослідження є водоочисні споруди КП «Водоканал» м. Краснодон.

Предметом дослідження є процес біологічного очищення стічних вод від органічних забруднень, який здійснюється в реакторах аераторах-аеротенках.

Методологія дослідження. При виконанні магістерської роботи використовувалися такі методи як аналітичний, узагальнення відомої науково-технічної інформації, абстрактно-логічний.

Практичне значення. Завдяки розробці вдосконаленої системи водоочищення КП «Водоканал», а саме застосування аеротенка-відстійника замість аеротенка-витискувача і вторинного радіального відстійника, очищення стічних вод стане більш економічним і ефективним.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Огляд науково-технічної літератури

У промисловості та комунальному господарстві є необхідність ефективного очищення стічних вод. Скид неочищених промислових або побутових стічних вод у водоймища приводить до вельми негативних наслідків.

Стан проблеми захисту водойм від забруднень, багато в чому визначається ефективністю систем біологічної очистки, які належать до сфери біотехнологій нашої країни.

Визначальним в наш час є метод біологічного очищення стічних вод. Найпоширенішими спорудами, де відбувається цей процес, є аеротенки, робота який ґрунтується на використанні активного мулу [1].

Можливість очищення стічних вод в аеротенках уперше була встановлена в 1887 р. англійським хіміком Дібдіном. Таким чином, основні принципи біохімічного очищення були відомі вже наприкінці ХІХ ст.

Початок практичного впровадження аераційних споруджень належить до 1914-1916 р., коли Адерн і Локетт опублікували роботу, у якій уперше давався систематичний виклад біохімічного методу очищення стічних вод. Коридорний аеротенк із пневматичною аерацією, або аеротенк конструкції Херда, остаточно встановився як спорудження на початку 20-х років ХХ ст. і майже не піддався змінам у наші дні, будучи основним спорудженням біохімічного очищення.

Аеротенк – споруда чи резервуар для штучного біологічного очищення стічних вод за допомогою активного мулу (бактерії-мініералізатори та нижчі організми) і продування повітрям (аерації).

Конструкції аеротенків можуть бути різними й залежать від системи аерації, способу розподілу потоків стічних вод і зворотного мулу й т.д. є також конструкції аеротенків, сполучених з відстійниками й фільтрами, з регенерацією активного мулу й без неї. Велике значення в конструкції

аеротенків має система аерації. Застосовуються аеротенки із пневматичної, пневмомеханічної, механічної й ежекційної системами аерації.

Аеротенки мають незаперечні позитивні якості, що особливо виявляються під час очищення стічних вод: це їхня конструктивна простота, надійність у роботі (коли очищаються стабільні, нетоксичні й помірно концентровані за забрудненням стічні води), відносна дешевизна обробки води, можливість застосування для очищення різноманітних стічних вод тощо.

Для очищення стічних вод широко застосовуються аеротенки, що працюють у комплексі із вторинними відстійниками. Роль вторинних відстійників у комплексі біологічного очищення стічних вод полягає в затриманні мікроорганізмів активного мулу, що надходять у мулову суміш з аеротенків. Активний мул, що надходить у вторинний відстійник, відділяється від води. При цьому частина мулу, що випала в осад, повертається назад до аеротенку (зворотній мул), а інша частина (надлишковий мул) подається на споруди для обробки осаду [4].

Ефективність роботи вторинних відстійників в основному залежить від параметрів процесу очищення в аеротенках. У зв'язку з цим значна частина досліджень з питання біологічного очищення стоків присвячена вивченню процесів, що відбуваються в аеротенках.

Одним із важливих факторів, що впливає на розвиток та життєздатність активного мулу, а також якість біологічної очистки, є вміст розчиненого кисню в мулових сумішах.

В аеротенк по повітропроводах, розташованих у нижній частині резервуара, за допомогою компресорів під тиском подають повітря, яке крізь пористі трубчасті аератори надходить у воду. Пройшовши аеротенк, органічні речовини окислюються, а стічна вода надходить у вторинний відстійник для вилучення активного мулу, який повторно використовується в аеротенках.

Активний мул складається з великої кількості дієздатних бактерій та мікроскопічних організмів. Усі ці живі істоти активно розвиваються в

аеротенках, чому сприяють органічні речовини стічних вод та надлишок кисню, який надається у споруду потоком повітря.

Активний мул має землистий запах, що, можливо обумовлено присутністю актиноміцетів, що теж мають такий запах [4].

З біологічної точки зору активний мул представляє собою скупчення бактерій, крім того, у ньому присутні актиноміцети, водні гриби й дріжджі. Найбільш численною групою є бактерії. У певних умовах можливо інтенсивний розвиток грибів. Крім мікробів у воді аеротенків присутні найпростіші й інші, більше високоорганізовані представники фауни (коловертки, хробаки, личинки комах, водні кліщі).

Знання груп бактерій, що ведуть біохімічне очищення виробничих стічних вод, дає можливість урахувати вимоги мікробів до умов перебування в аеротенку, і дозволяє створювати в останньому найбільш сприятливий режим очищення.

Повітря, що подається через закладені в дні аеротенка пористі дрібнобульбашкові аератори, перемішує попередньо відстояну суміш стічної рідини й активного мулу, постачаючи кисень, потрібний для життєдіяльності бактерій, та окислюючи органічні забруднення.

В аеротенку активна аерація розщеплює великі органічні надходження, а потім в роботу вступають бактерії, які починають «поїдати» нечистоти. Найбільш крупні види бактерій розщеплюють стоки на менші, потім менші види бактерій – ще на найменші [1].

Така «естафета» передається до одноклітинних мікроорганізмів. Час перебування стічної рідини в аеротенку 6-12 годин і залежить від кількості повітря, що подається, мікроорганізмів, що знаходяться в активному мулі, який у вигляді пластівців пронизує всю товщу води, і від ступеня забрудненості стічної води. Результатом такого очищення є візуально чиста вода, яка не має жодного неприємного запаху.

Аерація стічних вод здійснюється механічними аераторами поверхневого типу або з пневматичною подачею повітря. Аерація стічних вод може здійснюватися також зрошенням ґрунту (ґрунтові фільтри) і,

нарешті, розбавленням свіжої багатою киснем водою з наступним випуском у великі штучні ставки.

На інтенсивність й ефективність біологічного очищення стічних вод впливають багато факторів: температура, величина рН, наявність і концентрація токсичних речовин, концентрація біомаси та ін. Регулювання ряду факторів дозволяє зменшити тривалість і підвищити ефективність очищення стічних вод [4].

Температура. У процесі біологічного очищення стічних вод залежно від зміни температурних умов навколишнього середовища відбувається зміна біоценозу. Залежно від кліматичних умов і пори року температура біологічно стічних вод, що очищають, може коливатися від 2-5 до 25-35° С. Навесні, улітку й ранньою осінню, коли температура стічних вод не нижче 15 °С, розвиваються переважно мезофільні й деякі термофільні мікроорганізми; пізньою осінню, узимку й провесною переважають психрофільні форми [4].

Зміна температури води викликає зміну розчинності кисню у воді. У теплу пору року, коли фізіологічна активність мікроорганізмів підсилюється, розчинність кисню знижується; у зимовий період спостерігається протилежна картина. У зв'язку із цим для підтримки досить високої ефективності біологічного очищення в теплу пору року необхідно робити більше інтенсивну аерацію, а в зимовий час - підтримувати більше високу концентрацію мікроорганізмів у зворотному мулі, а також збільшувати тривалість аераційного періоду. Підвищення концентрації кисню у воді в зимовий період до 5 мг/л більш активує обмінні процеси в клітинах. Середня температура стічних вод у містах України в холодну пору року коливається в межах 15–17°С, температура вод у невеликих і середніх селищах 9–14°С [11]. У аеротенках із звичайним режимом аерації при температурі повітря – 10–20°С, температура стоків за час обробки падає на 1–3°С, в аеротенках з продовженим режимом аерації, з перекриттям з щитів, на 4–9°С, що призводить до уповільнення або повного припинення процесу біохімічної очистки стічних вод [11].

Величина рН. Бактерії краще ростуть у нейтральному або слаболужному середовищі. Для більшості грибів і дріжджів більше сприятливе слабокисле середовище. Ефективне очищення стічних вод відбувається при $pH = 5,5-8,5$; оптимальний інтервал величини рН становить $6,5-7,5$ [4].

Концентрація кисню. Швидкість розчинення кисню в стічній воді не повинна бути нижче швидкості його споживання мікроорганізмами. Швидкість споживання кисню мікроорганізмами активного мулу практично не змінюється при концентрації кисню у воді в межах від 1 до 7 мг/л. Зниження концентрації кисню нижче 0,5 мг/л несприятливо позначається на швидкості його споживання мікроорганізмами. При низькій концентрації кисню у воді збільшується кількість метаболітів (продуктів обміну) і відповідно знижується кількість вуглецю, що переходить у клітки й виділяється у вигляді CO_2 [4].

Концентрацію кисню в стічній воді рекомендується підтримувати залежно від розмірів пластівців активного мулу: при інтенсивному перемішуванні й мінімальних розмірах пластівців - не менш 1 мг/л, при слабкому перемішуванні й великих розмірах пластівців - близько 2 мг/л.

Біохімічне очищення стічних вод, як і будь-який технологічний процес, характеризується певною ефективністю, у тому числі й екологічною [2].

У традиційних відкритих аеротенках повітря, проходячи через суміш води з активним мулом, забруднюється компонентами стічних вод, що мають високу пружність парів, кінцевими й проміжними продуктами розпаду й неповного окислювання забруднювачів. Різні асоціації мікроорганізмів активного мулу здійснюють у процесі метаболізму мінералізацію органічних сполук стічних вод з утворенням газів (CO_2 , NH_3 , H_2S , N_2 , NO_x , SO_2 , тощо). Це добре відомо фахівцям, однак не враховується при оцінці екологічної ефективності споруджень біохімічного очищення стічних вод і не відображено ні в проектно-конструкторській документації, ні навіть у СНіПі.

Крім того, система аерації є найбільш енергоємною частиною очисних споруджень, і зниження витрат стисненого повітря за рахунок оперативного керування системою аерації дозволяє досягти істотної економії

електроенергії. Таким чином, оперативне керування системою аерації є важливим технічним завданням, рішення якого дозволяє досягти істотних технологічних й економічних результатів.

Режим надходження стічних вод на спорудження біологічного очищення і їхній состав відрізняються крайньою нерівномірністю. Причому й витрата стічних вод, і кількість забруднень у них можуть коливатися як у різну пору року, різні дні тижня, так і протягом доби. Потреба в кисні, що подається в аераційний басейн, залежить від кількості органічних забруднень і питомої витрати кисню (енергетичного коефіцієнта). Кисень повітря споживається мікроорганізмами активного мулу на окислювання органічних забруднень та на ендогенний подих [2].

З метою підвищення ефективності роботи станції біологічного очищення й істотного зниження експлуатаційних витрат необхідно впроваджувати системи автоматичного керування параметрами аерації мулової суміші аеротенків. Оптимальний розподіл й оперативне керування інтенсивністю аерації за часом доби й довжині аеротенка витиснення є важливим технічним завданням, рішення якого дозволить істотно підвищити ефективність роботи системи аерації, скоротити витрати стисненого повітря й тим самим знизити витрату електроенергії, споживаної повітродувками.

1.2. Огляд патентів

Пристрій для аерації і перемішування стічних вод. Номер патенту: 2522336, РФ. Опубліковано: 10.07.2014. МПК C02F3/02. Автори: Козаченко О.І., Кузнецов Б.Д.. Винахід відноситься до області очищення стічних вод і може бути використано, зокрема, в аеротенках, локальних очисних спорудах, аеріруємих ставках для аерації і перемішування очищаються стічних вод. Винахід складається з джерела стисненого повітря - вентилятора, двох конусів - зовнішнього і внутрішнього, закріплених за допомогою регулювальних шайб на плаваючому диску. У центрі диска є отвір, в якому закріплюється гнучкий водозабірний рукав. Вентилятор, закріплений на зовнішньому конусі, нагнітає повітря між двома конусами. Повітря

рівномірно протікає в просторі між конусами, змінюючи напрямок з вертикального на горизонтальне. Виходячи через щілину, утворену зовнішнім конусом і водною поверхнею, він захоплює поверхневі шари води і виносить їх з пристрою, інтенсивно аерірую їх. Утворився на поверхні водойми потік води перемішує її, а через водозабірний рукав піднімає з глибини обескіслоржені шари води. Таким чином, відбувається перемішування і аерація всього обсягу води у водоймі. Технічним результатом винаходу є забезпечення рівномірної аерації і перемішування води при низьких енерговитратах.

Спосіб і пристрій автоматичного керування аеротенками. Номер патенту: 102316. Україна. Опубліковано: 25.06.2013. МПК C02F3/14. Автори: Мешенгіссер Ю.М., Верютін С.В., Колеснік Ю.В., Смирнов О.В.. Спосіб і пристрій автоматичного керування аеротенками належить до керування аеротенками очисних споруджень і можуть знайти використання в галузі очищення каналізаційних побутових і промислових стічних вод. У пропонованому способі стічні води подають в аеротенки через датчики виміру ступеня забруднення припливу стічних вод, розділяють витрату стічних вод в аеротенки на дві групи, де в одній із двох груп аеротенків підтримують постійне навантаження по забруднюючим стічні води речовинам, причому автоматичне керування аеротенками здійснюють через логічний програмувальний блок із установленою математичною моделлю роботи очисних споруджень і процесу аеробного біологічного очищення стічних вод, причому необхідні кількості зворотного мулу і повітря подають в аеротенки по встановленій у логічному блоці розрахунковій моделі з урахуванням ступеня забруднення припливу стічних вод. Пропонований пристрій містить датчики кількості зворотного мулу, датчики виміру ступеня забруднення витрати стічних вод, виходи яких зв'язані з відповідними входами логічного блока, що виконаний програмувальним із установленою математичною моделлю роботи очисних споруджень і процесу аеробного біологічного очищення стічних вод. Досягається підвищення ефективності аеробного біологічного очищення стічних вод, поліпшення якості очищених

стічних вод, підвищення надійності процесу роботи очисних споруджень при аеробному біологічному очищенні стічних вод.

1.3. Обґрунтування вибраного напрямку досліджень

На сучасних станціях очистки стічних вод аеротенки є найпоширенішими спорудами біологічного очищення [3]. Також аеротенки – найбільші ємнісні споруди станцій очищення стічних вод. На стадії біологічного очищення видаляється не тільки основна маса органічних забруднень, але й забезпечується очищення від сполук азоту й основної частини сполук фосфору. Технічні й технологічні рішення, прийняті для аеротенків, багато в чому визначають як якість очищеної води, так і енергетичні характеристики станції очищення в цілому.

Саме тому необхідно надалі проводити дослідження, які суттєво поліпшать роботу аеротенків та дозволять збільшити ефективність очистки стічних вод.

В останні роки стали використовувати двоступеневу схему очищення стічних вод в аеротенках, яка забезпечує більш стійку роботу споруд при коливанні витрат стічних вод і концентрації забруднень. В кожному ступені аеротенках розвивається специфічна мікрофлора, здатна окислювати відповідно вступники органічні забруднення. Звичайно на I ступені застосовують аеротенки-змішувачі, а II ступеня - аеротенки-витискувачі. У цій схемі частину обсягу аеротенків виділяють під регенератори, які забезпечують більш стійку роботу [6].

Відомо, що ефективність роботи системи аерації залежить від дефіциту розчиненого в воді кисню. Різними дослідниками вказується на те, що концентрація розчиненого кисню вище 1,5 – 2 мг/л є даремною з точки зору швидкості процесу очистки стічних вод [7]. З економічної точки зору підвищення концентрації кисню у воді веде до зниження ефективності роботи системи. Так, наприклад, підвищення концентрації кисню з 2 до 4 мг/л рівноцінна втратам електроенергії у розмірі 35 – 40 %. Тому концентрація кисню повинна підтримуватися на рівні 1 – 2 мг/л.

В результаті опрацювання науково-технічної та патентної літератури можна зробити висновки, що експлуатація систем аерації аеротенків немислима без постійного грамотного і систематичного контролю.

Ефективність процесу очищення в аеротенках, стан і окислювальна здатність активного мулу визначаються низкою умов, до яких належать:

- кисневий режим у споруді
- склад і властивості стічних вод
- гідродинамічні умови перемішування
- співвідношення кількостей поданих забруднень і життєздатного мулу
- температура і активна реакція середовища
- наявність елементів живлення
- присутність активаторів або інгібіторів процесу [5].

В даній магістерській роботі необхідно провести дослідження по вдосконаленню конструкцій системи аерації в аеротенках, а також дослідження по інтенсифікації процесу біологічного очищення стічних вод в аеротенках.

На сьогодні, метод очистки стічних вод активним мулом є найбільш універсальним і широко застосовується усіма підприємствами водопровідно-каналізаційного господарства України. Тому наукові дослідження процесу біологічного очищення стічних вод в аеротенках актуальні і необхідні, як з точки зору внеску щодо пізнання процесу і його управління, так і з практичної точки зору.

2. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ОБ'ЄКТУ

2.1. Загальна характеристика об'єкту та його господарської діяльності

Комунальне підприємство Краснодону «Водоканал», (КП «Водоканал») розташовано за адресою: м. Краснодон, Луганська область, 10-й квартал.

Краснодон КП «Водоканал» створено з метою забезпечення водою населення, установ, організацій і підприємств, відведення стічних вод за межі населених пунктів.

Основною діяльністю підприємства „Водоканал” є водопостачання і водовідведення:

- здобич і подача води споживачам відповідно до вимог ГОСТу і існуючих дозволів на подачу води з відхиленнями від вимог ГОСТу, розділення її через систему насосних станцій водопроводу та мереж, що розводять, експлуатацію вказаних об'єктів, контроль за раціональним і економічним витрачанням питної води, видача технічних умов;

- буріння експлуатаційних, розвідувальних і розвідувально-експлуатаційних свердловин на воду, складання проектно-сметної документації на будівельно-ремонтні геологорозвідувальні роботи;

- прийом і відведення стічних вод від споживачів через систему каналізаційних колекторів і насосних станцій для очищення на очисних спорудах відповідно до проектних параметрів, а також дотримання природоохоронних заходів, експлуатація вказаних об'єктів і їх ремонт;

- надання населенню платних послуг;

- формує і реалізує схему водопостачання і водовідведення, спільно з місцевими санепідстанціями контролює якість питної води.

На цьому підприємстві на даний момент працює 380 чоловік, кількість робочих днів в році складає 365 днів.

На балансі підприємства знаходяться очисні споруди біологічного очищення в р. Суходольське (рр. Краснодону, Молодогвардейська, Суходольська) очисні споруди пос. Північний. Скидання очищених стічних вод проводиться в річку Северській Дінецьк.

Районні очисні споруди (РОС) виробничого управління, Краснодону водопровідно-каналізаційного господарства, розташовані на правому схилі б. Біла в 3,0 км на схід від Тальвега балки на відмітках рельєфу +178 +184 м. Площа, займана очисними спорудами складає - 22,8 га.

Очисні споруди складаються з двох черг, що включають повний перелік споруд механічного і біологічного очищення. Загальна продуктивність комплексу на 2015 рік складає – 11,33 тис. м³/добу.

У геологічному відношенні майданчик районних очисних споруд розташований в центральній частині геолого-промислового району Краснодону. У тектонічному відношенні цей район приурочений до південного крила Самсоновської антиклиналі. З поверхні землі за даними буріння, виконаного в 1968 році на території очисних споруд відділом досліджень інституту „Южгіпрошахт”, геологічний розріз представлений ґрунтово-рослинним шаром потужністю 0,3-0,5 м, нижче за яке залягають жовто-бурі суглинки, у верхній частині шару (до глибини 3-4 м) щільні, нижче середньої щільності, пластичні. Загальна потужність суглинків 10-15 м.

Підземні води в районі розміщення майданчика районних очисних споруд приурочені до четвертинних суглинків і верхньокрейдяних мергелів кампанського ярусу. Сантанські мергелі служать водоупором для верхньокрейдяного водоносного горизонту.

2.2. Джерела утворення шкідливих речовин

Виробничі об'єкти підприємства розташовані на 2 проммайданчиках:

1) Двір КП „Водоканал” м. Краснодон 10-й квартал

2) Територія районних очисних споруд на 0,6 км на північ від р. Суходольська.

Проммайданчик №1. Технологія виробництва: водопостачання міста Краснодону, селища Урало-Кавказ, Північна, Північно-Гундоровка, р. Суходольська. Подача води від постачальників проводиться без доочистки. Сировина при цьому не використовуються і відходи не утворюються. Подача

води з власного водозабору „Самошкино” проводиться без доочистки. Водовідведення м. Краснодону відбувається по ланцюгу насосних станцій та колектором до очисних споруд.

На території промплощадки розташовані будівлі:

- адміністративні будівлі;
- бокси;
- складські приміщення.

Бокси використовують для ремонту і обслуговування транспорту. На балансі підприємства знаходяться наступний транспорт.

На **складських приміщеннях** розташовані матеріали, які потрібні при ремонті і обслуговуванні транспорту, матеріали для проведення зварювальних робіт, для технічного обслуговування водопроводів і насосних станцій. При цьому утворюються відходи металобрухту і залишків електродів. Відходи тимчасово накопичуються на території підприємства.

Для освітлення приміщень використовують лампи розжарювання, побутові приміщення для обслуговуючого персоналу обігріваються електричними приладами.

Побутові відходи самовивезенням поступають на КЛТП 032804.

Для роботи основного і додаткових виробництв на проммайданчику використовують: свинцеві акумулятори, масла технічні, фільтри масляні, фільтри паливні, фільтри повітря, шини, електроди, гальмівні колодки та ін.

Перелік відходів, які утворюються в процесі виробництва на проммайданчику №1 та їхній негативний вплив на навколишнє середовище приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Перелік відходів, які утворюються в процесі виробництва на проммайданчику №1

№ З/П	Назва відходу	Клас небезпеки	Хімічний і морфологічний склад	Фізико-хімічні особливості	Негативний вплив на навколишнє середовище і здоров'я людини
1	Свинцеві батареї зіпсовані або відпрацьовані	1	Свинець і його компоненти - 60 %, пластмаси - 20 %, електроліти - 16 %, метали - 4 %	Свинець - твердий, Важкий голубувато-сірий метал, щільністю 9530-11344 кг/м ³ Т	Свинець і його компоненти дуже токсичні. Вони надають загальну токсичну, мутагенна дія, мають акумулятивну дію, викликає ураження

				<p>плав 327,3.°С, $T_{\text{кип.}}$ 1744°С., об'ємна маса 1700-1750 кг/м³. Не розчиняється у воді. Свинець хімічно стійкий соляної і сірчаної кислот,</p>	<p>центральної і нервових периферичних систем, крові і судин, метаболічний смак в роті, нудоту, головні болі, Адсорбовані іони свинцю не розчиняється в ґрунті. Дуже низькі концентрації свинцю можуть загальмувати життєві процеси рослин. Для попередження накопичення і негативного впливу на навколишнє середовище необхідне зберігання з виконанням вимог до даного вигляду відходу і передача спеціалізованим підприємствам.</p>
2	Відходи масел технічних	2	<p>Полінафтени – 44,8 % Ароматичні вуглеводні – 33,2 % Парафіни і ізопарафіни – 18,2-20,8%. Вміст забруднюючих домішок в маслі: асфальтени 0,45-1,37 %; карбони і карбоїди 0,68- 2,04 %; що не згорають 0,09- 0,4 %</p>	<p>В'язка рідина, горюча, нерозчинна, від жовтого до коричневого кольору з характерним запахом нафтопродуктів, $T_{\text{самовозгорання}}$ – 380°С</p>	<p>Вражає шкіру, викликає екзему, бронхіальну астму, рак шкіри, дерматит. Встановлено, що канцерогенна дія відпрацьованих масел пов'язана з присутністю в них ароматичних вуглеводнів. Розкладання масел, які потрапили у воду проходить дуже поволі, що приводить до загибелі планктону і риби в ембріональний період. Попередження впливу шкідливих речовин в належному зберіганні відходів</p>
3	Відходи, які утворилися під час експлуатації транспорту і перевезень, не позначених іншими способами або комбіновані (фільтри масляні)	2	<p>СnHm – 31,1 %, Са – 0,23 %, Zn – 0,12 %, Р – 0,05 %, Fe 2O3 - 68,3 %, тканина 3,2 %, суміш вуглеводнів – 20 %</p>	<p>Щільність 1300- 1540 кг/м³, об'ємна маса – 80 кг/м3. Температура займання – 200°С. Теплопровідність нафтопродуктів, що містять, - 10250 ккал/кг</p>	<p>Недотриманні правил експлуатації може викликати ураження шкіри, екзему, дерматит. Попадання нафтопродуктів в ґрунт приводить до забруднення підземних вод. Розчин масел, які потрапили у воду проходить дуже поволі, що приводить до загибелі планктону і риби в ембріональний</p>

					період. Попередження впливу шкідливих речовин в належному зберіганні відходів
4	Відходи, які утворилися під час експлуатації транспорту і перевезень, не позначених іншими способами або комбіновані (фільтри паливні)	2	Сталь - 25 %; що фільтрує матеріал (картон, папір, тонкошерсте волокно), забруднені маслені речовини (продукти зносу) -65%; текстоліт.	Щільність 1300-1540 кг/м ³ , об'ємна маса 80 кг/м ³ , по відпрацьованих нафтопродуктах T _{сж.} - 200°C. Теплопровідність нафтопродуктів - 10250 ккал/кг	Недотриманні правил експлуатації може викликати ураження шкіри, екзему, дерматит. Попадання нафтопродуктів в ґрунт приводить до забруднення підземних вод. Розчин масел, які потрапили у воду проходить дуже поволі, що приводить до загибелі планктону і риби в ембріональний період. Попередження впливу шкідливих речовин в належному зберіганні
5	Матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані або забруднені	2	Тканина х/б (С6 Н 100 5) н - 66,3 %. Нафтопродукти - 20 % насичені вуглеводні (СnH2n+2) - 70 %, ароматичні (С 6Н 5R) - 10-15 %; механічні забруднювачі (SiO 2Al 2O3) - 13.7 %	Тверді, промаслені, пожароопасніе. Т займання - 210°C, щільність 1300-1540 кг/м ³ ; об'ємна маса 200-400 кг/м ³ ; теплотворення - 7477,3 - 8107,7 ккал/кг	Недотриманні правил експлуатації може викликати ураження шкіри, екзему, дерматит. Попадання нафтопродуктів в ґрунт приводить до забруднення підземних вод. Розчин масел, які потрапили у воду проходить дуже поволі, що приводить до загибелі планктону і риби в ембріональний період. Попередження впливу шкідливих речовин в належному зберіганні відходів
6	Тверді частинки масла, - водовідштовхувальні (пісок промаслений)		Пісок - 70 %, що забруднює нафтопродуктам и - 70 %, ароматичні (С6 Н 5 R) - 15 %.	Щільність 2600-270 кг/м ³ , по відпрацьованих нафтопродуктах T _{сж.} - 200°C, коефіцієнт розчинності у воді 0,00012-0,00198	Загальний прояв негативної дії SiO ₂ на організм, дію відпрацьованих нафтопродуктів (поразка фолікулярного апарату шкіри, екзема, бронхіальна астма, дерматити, екзема). Попадання нафтопродуктів в ґрунт приводить до забруднення підземних вод. Розчин масел, які потрапили у воду проходить дуже поволі, що приводить до загибелі планктону і риби в ембріональний

					період. Надійне зберігання і поводження з відходами попереджає негативний вплив шкідливих речовин на навколишнє середовище
7	Відходи, які утворилися під час експлуатації транспорту і перевезень.		Метал чорний - 10 %, целюлоза - 78 %, пил неорганічний - 12 %	Тверді, щільність 1400 кг/м ³ , Температура загоряння 220°C. У воді не розчинимо..	Пил неорганічна може накопичуватися в ґрунті важких металів, що приводить до забруднення. Надійне зберігання і поводження з відходами попереджає негативний вплив шкідливих речовин на навколишнє середовище
8	Відходи, які утворилися в процесі зварки	4		Щільність - 3800-7000 кг/м ³ ; Тплав 1300-1535°C; об'ємна маса 2000-2200 кг/м ³ ; Fe у воді не розчинимо, реагує з кислотами. Фракційний склад d = 5-6 мм	.У зварювачів виявили захворювання верхніх дихальних шляхів. Надлишки заліза небажані для рослин. В результаті накопичення заліза в ґрунті може значно змінитися його геохімічний баланс. Зберігання згідно вимог до даного виду відходів, забезпечує безлопатний вплив на навколишнє середовище, тобто відсутність негативних екологічних наслідків.
9	Шини відпрацьовані, пошкоджені або забруднені під час експлуатації	4	Гума шини - 65-85 % (каучук - 56,0-57,3 %; стеаринова кислота 0,8-1,4 %; вазелинове масло - 4,5-4,6 %; каніфоль -	Тверді, нерозчинні, температура самозаймання 560°C щільності - 1000-2000 кг/м ³ ,	Спалювання без спеціального устаткування і розміщення приводить до забруднення навколишнього середовища. Зберігання згідно вимог
10	Металобрухт чорних металів	4	залізо - 98,79 % кремній - 0,3 % марганець - 0,65 %	Щільність не менше 7900 кг/м ³ ; Тплав - 1300-1535°C; НВ - 179 кг/мм ² . Об'ємна маса 1200 кг/м ³ . Залізо у воді не розчиняється, вступає в реакцію з кислотами, з вуглецем	Особливого впливу на навколишнє середовище і людей не здійснює. В результаті накопичення заліза в ґрунті може значно змінитися його геохімічний баланс. Зберігання згідно вимог до даного виду відходів, забезпечує безлопатний вплив на навколишнє

				утворює карбід.	середовище, тобто відсутність негативних екологічних наслідків
--	--	--	--	-----------------	--

Проммайданчик №2. Технологічна схема очисних споруд: стічна вода проходить механічне і біологічне очищення. При цьому утворюються виробничо-технологічні відходи. На районні очисні споруди теж подаються насосними станціями стічних вод м. Молодогвардейська.

На території промплощини знаходяться:

- адміністративні будівлі;
- очисні споруди.

Очисні споруди. Господарчо-побутові стоки на РОС, поступають з міст Краснодону, Молодогвардейська та Суходольська.

Перша черга станції побудована в 1961-1968 рр. продуктивністю 20 тис. м³/добу. Дещо пізніше побудована друга черга потужністю 30 тис. м³/добу та аеротенки.

В даний час всі побутові стоки скидаються в буферний ставок в лісопарковій зоні відпочинку м. Молодогвардейська.

Для витягання крупних відходів із стічних вод обладнані грати. Важкі мінеральні домішки затримуються в пісколовках. Випавший осад збирається в пріямок вивозиться і складається разом з мулом на спецмайданчику. Нерозчинні фракції осідають у відстійниках, а для видалення розчинених органічних речовин обладнані аеротенки, де відбуваються окислювальні процеси.

Основна маса зважених речовин із стічних вод затримується в первинних відстійниках, при цьому 40-60 % суспензій випадає в осад. У вторинних відстійниках накопичується активний мул.

Сирий мул первинних відстійників і надмірний активний мул накопичується в приймальній резервуар КНС метантенків, звідки насосами перекачується на майданчики, мула, для сушки. Після просушування мул вивозиться і складається в буйтах спецмайданчики на території РОС.

Річка Сєвєрський Дінець бере свій початок в районі пос. Прохоровки за

межами Луганської області. Повна водозабірنا площа складає 98900 км², довжина річки 1058 км, середня швидкість течії від 0,29 м/сек у межень, до 1,3 м/сек в паводок, модуль стоку для басейну річки - 1,95 м/сек/км². Вода річки забруднюється шахтними водами і побутовими стоками, що поступають по притоках Северського Донца – В. Кам'янки, Луганчика, Білої і ін. Найбільш забрудненими притоками є річки В.Каменка і Луганчик.

Перелік відходів, які утворилися в процесі виробництва на проммайданчику № 2 та їхній негативний вплив на навколишнє середовище приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Перелік відходів, які утворюються в процесі виробництва на проммайданчику №2

№ З/П	Назва відходу	Клас небезпеки	Хімічний і морфологічний склад	Фізико-хімічні особливості	Негативний вплив на навколишнє середовище і здоров'я людини
1	Відходи від очищеної води стічних комунальних вод (мул)	4	Органічні речовини 63 % Вологість 26% рН - 7,6 . Вміст компонентів в тисячних долях відсотках: свинець Pb-1,5; мідь Cu - 5; марганець Mn-50; нікель Ni -5; хром Cr-10; кобальт СО-1; барій Ва-0,2; берилій Ве-0,2; молибден Мо-0,15; олово Sn-1,5; кадмій Cd-1; цинк Zn-10	Від сірого до коричневого кольору, не розчинний у воді, не горить. Щільність - 740-760 кг/м ³ Гранулометричний склад: більше 50 мм-0,15%; 50-0,1мм-26,25-32,3%; влагність-4,33-5,38% рН- 7,06-7,35. Сухий остаток-10,82-12,05%	При належному змісті на здоров'ї людини не впливає. Вплив майданчиків, мула, носить локальний характер і обмежений територією майданчиків, мула. Використання мула після двох років зберігання можна використовувати як добрива під технічні культури після проведення аналізу на зміст важких металів. Обмежень по радіаційному чиннику немає
2	Відходи від очищеної води стічних комунальних вод (пісок)	4	Вміст компонентів в тисячних долях відсотка: свинець Pb-5-7; мідь Cu -7-10; марганець Mn-70-100; нікель Ni -10-15; хром Cr-100-150; кобальт СО-0,7; барій Ва-5-	Мінеральні частинки: глина до 14%, пісок 76-86%, шлак - 5%, останки їжі - 5%, вологість 26%, рН-7,6 Від сірого до коричневого кольору, не розчинний у воді, не горить.	При належному змісті на здоров'ї людини не впливає. Вплив піскових майданчиків носить локальний характер і обмежений територією самої майданчиків. Змін рослинного світу немає.

			50; берилій Ве-0,2; молибден Мо-0,3; олово	Щільність - 8000 кг/м ³ Гранулометричний склад: більше 50 мм-0,15%; 50-0,1мм-1	
3	Відходи від очищеної води стічних комунальних вод (відходи з ґрат)	4	Морфологічний склад: папір-12-60%, текстиль-24-80%, дерево, залишки рослин -1,9%, кухонні відходи - до 3%.	Гранулометричний склад більше 10 мм. Від сірого до коричневого кольору, не розчинний у воді, не горить. Щільність - 8000 кг/м ³ Гранулометричний склад: більше 50 мм-0,15%; 50-0,1мм-14,7% 0,1-0,05мм-34,59% влагність-4,74% рН- 7,2. Сухий остаток-12,19%	На здоров'ї людини не впливає. Є комунальними відходами, які потрапили в каналізацію. Обмежень по радіаційному чиннику немає. Метою зменшення негативного впливу відходів очисних споруд на навколишнє середовище необхідно виконувати заходи щодо забезпечення екологічної безпеки
4	Відходи від очищеної води стічних комунальних вод інші	4	Побутові відходи, органічні частинки 56-72%, З 30-35%, Нзаг. - 0,9-1,9%, Р - 0,5-0,8%.	Морфологічний склад: папір, картон - 68-73%, відходи їжі - 5-10%, скло, пластмаса -3-7%. Щільність 190-250 кг/м ³ , вологість - 30-58%, зольність - 28-44%. теплотворність - 7477,3 - 8107,7 ккал/кг	Значного впливу на навколишнє середовище не робить, але при порушенні правил зберігання можуть бути причиною передачі інфекційних захворювань, забруднюють ґрунт і водоймища органічними речовинами. Виконання вимог по збору і передачі спеціалізованими підприємствами дозволяє понизити негативний вплив на навколишнє середовище до мінімуму.

2.3. Очищення побутових стічних вод

На очисних спорудах, що розглядаються, використовуються:

механічний, біологічний і хімічний (електрохімічний) методи.

Механічне очищення служить для відділення нерозчинених речовин, частки яких більше 1 мкм. Застосовуються методи відстоювання, фільтрування і відцентрові. Механічне очищення часто застосовується як попередня перед використанням інших способів.

Хімічні методи застосовуються для очищення стоків від колоїдних і розчинених частинок, для знезараження стічних вод вкрай небезпечного хлору. Основними методами хімічного очищення виробничих стічних вод є нейтралізація і окислення. До окислювальних методів відноситься також електрохімічна обробка.

Біологічний метод використовується для очищення стічних вод від органічних речовин за допомогою мікроорганізмів. Біологічне очищення може здійснюватися в природних умовах (поля зрошення, біопрудах і т.д.) і штучних умовах (біофільтри, аеротенки).

На районних очисних спорудах, в місті Суходольську, використовуються різні методи очищення. Це характеризується різноманітністю складу стічних вод. Механічне очищення представлено наступними апаратами очищення: грати, пісколовки, первинні та вторинні радіальні відстійники; біологічне: аеротенк-витіснювач; хімічне: електродіалізна хлораторна установка.

Ефективність очищення задовільна, але не зовсім раціональні витрати енергії для даної очищення.

Механічне очищення. На Суходольських очисних спорудах цей метод представлений такими спорудами, як грати, пісколовки, відстійники. Механічне очищення полягає в проціджуванні стічної рідини через решітки для утримування крупних плаваючих предметів, уловлювання піску в пісколовках і освітлення води в первинних відстійниках.

Вода, що надходить на очищення, в першу чергу проходить через *решітку*, яка затримує великі забруднення (шматки ганчірок, деревини, гуми і т.д.). Решітка, виконана з металевих стрижнів, встановлених в розширених

частинах каналів або камерах під кутом 70° до горизонту. Ширина прозорів між стрижнями дорівнює 16 мм.

У теплу пору року відходи, призначені для вивезення, піддаються обробці хлорним вапном. Тому, приміщення, де знаходяться решітки, постійно вентилюється.

Потім, очищена від великих часток, вода надходить далі, для уловлювання піску. При цьому використовуються *горизонтальний трьох бункерний піскоуловлювач*. Осад складається на спеціальних піскових майданчиках. За характером руху води розрізняють пісковловлювачі горизонтальні, вертикальні і з обертовим рухом води.

Горизонтальний пісковловлювач (див.рис.2.1) являє собою подовжений резервуар з прямокутним поперечним перерізом, в якому вода рухається з невеликою швидкістю.

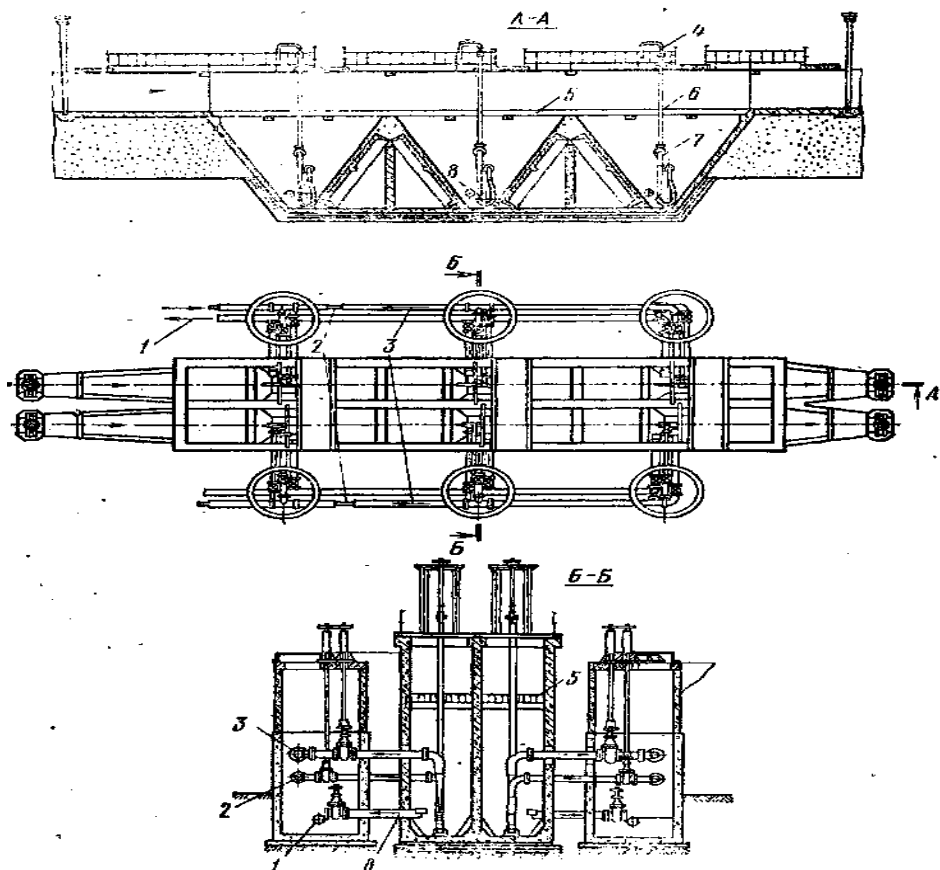


Рис.2.1 - Горизонтальний пісковловлювач:

- 1 - лінія спорожнення, 2 - водопровід,
- 3 - піскопровід, 4 - відведення з вентилям, 5 - колосникові решітки,
- 6 - патрубок для прочищення гідроелеватора, 7 - гідроелеватор,
- 8 - трубопровід спорожнення

Виділення піску в осад відбувається під дією сили тяжіння. Осад з пісковловлювача віддаляється періодично – не рідше одного разу на дві доби. Оптимальна швидкість руху води в пісковловлювачах 0,3 м/с. Час перебування води в пісковловлювачі не менше 30 с. Для згрібання осаду в бункера застосовують скребки на нескінченних ланцюгах. З бункерів осад відкачують гідроелеваторами. Іноді ланцюгові механізми служать і для вилучення осаду з споруди.

Збільшення подачі стічної води в пісковловлювачі викликає підвищення понад допустимих швидкостей і зменшує час перебування води в пісковловлювачі.

Загальна ефективність уловлювання мінеральних домішок в пісковловлювачі має становити 65 - 75%, на встановленому пісковловлювачі вона дорівнює 70%, що забезпечує необхідне очищення.

Після того як стічні води очищаються від піску, вони надходять в *первинні радіальні відстійники* для освітлення (див. рис. 2.2). Радіальні відстійники - це різновид горизонтальних відстійників.

Первинні відстійники повинні забезпечувати необхідний ефект освітлення стічних вод і ущільнення осаду. Ефект освітлення стічних вод і ущільнення осаду в первинних відстійниках залежить від їх конструкції: для вертикальних відстійників він становить 30-40% при вологості осаду 94,5-95,5%; для радіальних - 40-50% при вологості осаду 92-94%; для горизонтальних - 50-60%, вологість осаду 93-94%:

Зміст зважених речовин у стічній воді після відстійників не перевищує 150 мг/л при подачі її на аеротенк.

На районних очисних спорудах використовуються радіальні відстійники з центральною подачею води. Діаметр первинних радіальних відстійників становить 20 м. Він являє собою круглий резервуар. Стічна вода подається в центр його і рухається від центру до периферії, плаваючі речовини видаляють з поверхні води у відстійнику підвісним пристроєм, розміщеним на обертається фермі, і направляють їх в приймальний бункер або збірний лоток. Осад шкребками, укріпленими на нерухомій фермі, зрушують в прямок

відстійника і видаляють плунжерними або відцентровими насосами, встановленими в насосній станції. Плаваючі речовини відводяться в спеціальний збірник.

Освітлена вода надходить в круговий збірний лоток через його борту - водозливи. Для зменшення швидкості руху води на виході з відстійника водозливи мають зубчасті краї.

Спорожнення відстійників для огляду, очищення та ремонту проводиться не рідше одного разу на два роки для обладнаних механічними скребками.

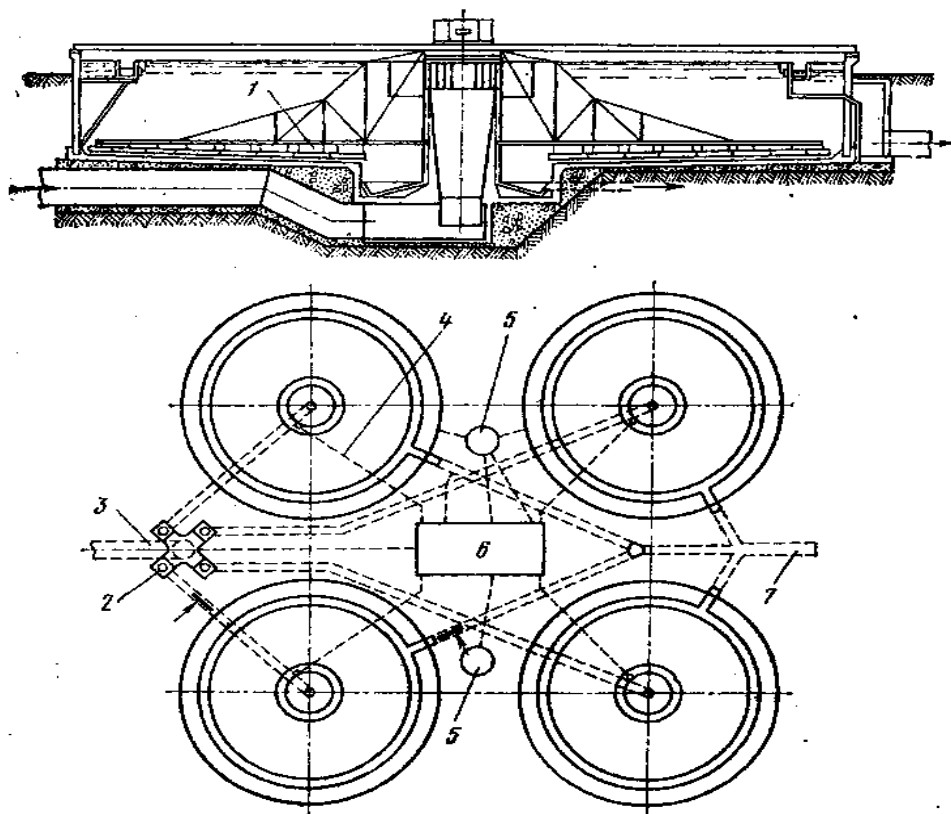


Рис. 2.2 - Первинний радіальний відстійник:

1 - мулоскреб, 2 - розподільна чаша, 3 - лінія, що підводить, 4 - лінія сирого осаду, 5 - жирозбірник, 6 - насосна станція, 7 - лінія, що відводить

Після закінчення випуску осаду колодязь і мулопровод промивають. Воду після промивання спрямовують в початок комплексу очисних споруд або в первинний відстійник.

Для видалення осаду первинні відстійники обладнані скребковими механізмами ланцюгового типу. Одночасно скребки служать для збору забруднень, які спливли, в лоток. З бункера осад віддаляється самопливом по спеціальній трубі під гідростатичним напором близько 1,5 м.

При експлуатації первинних відстійників йде контроль величини і структури потоків в них, робота розподільчих чаш, своєчасне видалення плаваючих речовин в осад. Концентрація зважених речовин у стічній рідині, що надходить на первинні відстійники, не повинна перевищувати 440 г/м^3 . На розглянутих очисних дана умова витримується.

Лотки постійно містять в чистоті як і переливні кромки, видаляють плаваючі предмети з поверхні відстійників, прочищають щілини відстійних жолобів.

У зимовий період при випуску осаду залишають в мулової камері не менше 15-20% добре зброженого осаду, а також утеплюють відстійники дерев'яними щитами, залишивши незахищеними тільки лотки для збереження можливості їх очищення.

Після первинних відстійників води надходять на біологічну очистку, а потім на вторинні радіальні відстійники. Тривалість відстоювання стічної рідини у вторинних відстійниках повинна бути не менше 2,4 годин - після аеротенків, розрахованих на повне очищення при швидкості руху стічної рідини 5 мм/с (для радіальних відстійників).

Гідравлічний режим вторинних відстійників істотно позначається на ефекті їх роботи. У радіальних відстійниках, внаслідок порушення режиму, коефіцієнт використання об'єму не перевищує 40%.

Ліквідація плотностних струмів у відстійниках за допомогою рухомих розподільних пристроїв дозволяє підвищити коефіцієнт використання об'єму до 80-90%, причому найбільший ефект досягається при використанні донних обертових розподільних пристроїв.

Поліпшення гідравлічного режиму вторинних відстійників дозволяє істотно збільшити їх продуктивність. Так, гідравлічне навантаження на відстійник з донним розподільним пристроєм досягає $2,2 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ при нормальному виносі мулу (до 20 мг/л), що перевершує навантаження на радіальні відстійники майже в два рази.

На Суходольських очисних спорудах використовуються вторинні радіальні відстійники діаметром 20 м.

Біологічне очищення стічних вод. Головним діючим початком біологічного очищення є мікроорганізми, що використовують як поживні речовини і джерела енергії розчинені органічні та мінеральні сполуки, що містяться в стічних водах. Вони розкладають ці речовини до вуглекислого газу, води і солей азотної і азотистої кислот (нітрити та нітрати). Основними мікроорганізмами є бактерії. У спорудженні біологічного очищення, очищення здійснюється за допомогою активного мулу, в якому здійснюють свою життєдіяльність мікроорганізми.

Найпростішим критерієм оцінки біоокислюваність органічної речовини служить експериментальне визначення БСК. Якщо БСК визначена (тобто відбувалося споживання кисню), речовину відносять до категорії окислюваних, якщо ж БСК виявляється рівною нулю (за тривалий період інкубації проб - понад 5 діб) - до категорії, яка біологічно не окислюється. Однак більш достовірні дані можуть бути отримані тільки в результаті прямого експерименту, проведеного в моделі очисної споруди, умови роботи якого максимально моделюють натурну споруду. У техніці очистки стічних вод до категорії, яка біологічно не окислюється, віднесено велике число речовин, але це не завжди означає принципову неможливість мікробіологічного окислення. Багато частіше біологічне окислення виявляється можливим, але проходить з такими мізерно малими швидкостями і вимагає такої тривалої адаптації, що практично в умовах роботи очисних споруд окислення не спостерігається.

Всі речовини біологічного походження можуть бути окислені, і якою би складною не була речовина, в природі завжди знайдеться мікроорганізм, здатний його розщепити повністю або частково. У зв'язку з цим біологічне окислення домішок побутових стічних вод (за винятком деяких ПАР), незважаючи на їх складність, природним чином включено в загальний біологічний кругообіг біосфери. І завданням в очищенні побутових стічних вод є лише інтенсифікація окислювальних процесів, доступних природним механізмам біосфери. Склад стічних вод надзвичайно різноманітний. Мікроорганізми очисних споруд не завжди можуть впоратися з виробничими

забрудненнями нових видів, особливо якщо ці забруднення за складом надто відрізняються від природних. У цьому випадку надія покладається на потужні адаптаційні властивості біоценозів споруд. Багато видів бактерій здатні індукувати нові специфічні ферментні системи, що дозволяє розширити коло речовин, що втягуються в окислювальні процеси.

Для оцінки ступеня забрудненості стічних вод застосовують показники (ХСК і БСК). Проте на додаток до них визначають і окремі речовини або групи речовин, які є специфічними домішками тих чи інших стічних вод. До числа їх відносяться, наприклад, СПАР, нафтопродукти, летючі жирні кислоти тощо.

Особливістю багатьох видів стічних вод є наявність в них речовин з різко відрізняються швидкостями окислення. При цьому залежно від характеру цих речовин окислення їх може відбуватися одночасно або послідовно. У першому випадку час окислення залежить від швидкості деструкції речовини, яка повільно окислюється, у другому - від сумарної тривалості окислення кожної речовини. У реальних умовах, коли в стічних водах присутні багато речовин, зазвичай спостерігаються обидва варіанти окислення і тривалість окислення залежить від сумарного часу, необхідного для кожної групи речовин, і від співвідношення концентрацій і швидкостей окислення окремих речовин у кожній групі.

Біологічний метод застосовують і для очищення стічних вод від неорганічних домішок, головним чином аміаку, нітриту, сульфідів. Автотрофне окислення аміаку і нітриту в процесі нітрифікації зазвичай використовують в сукупності з подальшим гетеротрофним відновленням нітратів в процесі денітрифікації.

На даних очисних спорудах біологічне очищення представлено такою спорудою, як *трьохкоридорний аеротенк-витискувач*.

Аеротенк - ємнісна проточна споруда з вільно плаваючим в об'ємі оброблюваної води активним мулом, біонаселення якого використовує забруднення стічних вод в процесі своєї життєдіяльності і розмноження.

Аеротенк-витискувач є довгим залізобетонним прямокутного перерізу резервуаром. У даному випадку аеротенк складається з трьох коридорів. По цьому резервуару повільно протікає стічна рідина, змішана з активним мулом, що є пластівцями з великою кількістю мікроорганізмів. У аеротенках здійснюється сорбція частини органічних забруднень на пластівцях активного мулу та окислення розчинених органічних речовин, що диспергують. Основний компонент активного мулу утворений колоніями аеробних мікроорганізмів. Суміш активного мулу та стічної рідини по усій довжині резервуару піддається інтенсивній аерації повітрям, що подається на дно аеротенка системою повітропроводів.

Неодмінною умовою ефективності цих біологічних процесів в аеротенку є забезпечення їх розчиненим у воді киснем за рахунок аерації і перемішування суміші води і активного мулу. Стічна рідина, що подається в аеротенк, містить зважених речовин не більше 150 міліграма/л.

Подібний наявному на Суходольських очисних спорудах аеротенк, вказаний нижче (див. рис. 2.3), в нім спостерігається зосереджений вступ стічної рідини і аерація поворотного мулу.

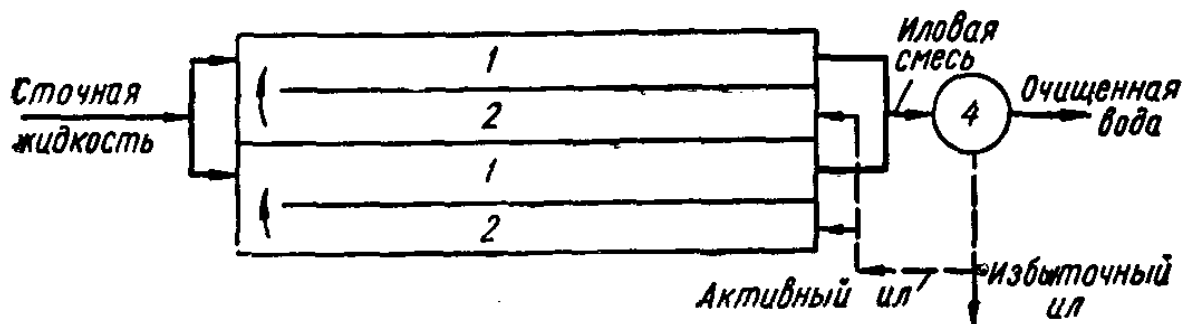


Рис. 2.3 - Схема аеротенка із зосередженим вступом стічної рідини і аерацією поворотного мулу:
1 - аеротенк; 2 - регенератор; 4 - вторинний відстійник

Кисень, що поступає з повітрям в аеротенк в основному витрачається на окислення органічних речовин стічної рідини і в невеликій кількості споживається активним мулом. Витрата кисню на 1 л активного мулу складає 14.36 мг/год. Оскільки мулу міститься в аеротенку близько 10 % , то витрата кисню на 1 л суміші стічної рідини і мулу дорівнює 1,4...3,6 мг/год, тоді як на окислення забруднень в 1 л стічної води витрачається кисню 100 мг/год.

На стадії найбільшої витрати кисню швидкість його споживання пропорційна концентрації активного мулу (мг/л). Необхідна міра очищення визначає середню швидкість процесу, остання тим менше, чим вище міра очищення. Крім того, швидкість біохімічного окислення органічних речовин визначається складом стічних вод.

У цій споруді органічні речовини розпадаються головним чином в мулі, рідина мало окислюється. Коли закінчується розкладання адсорбованих мулом органічних з'єднань, поновлюється окислення розчинених речовин, що залишилися в рідині, після чого швидкість окислення знову знижується.

Аерація забезпечує окислення значної частини органічних забруднень, що не осіли при первинному відстоюванні, і постійно підтримує мул в зваженому стані. Після аерації стічну воду направляють у вторинні відстійники. Частину активного мулу, що відокремилася там, повертають в аеротенки для обробки стічної рідини, що поступає. Цей активний мул називають поворотним.

Оскільки у вторинному відстійнику осідає значно більше мулу, чим вимагається для циркуляції, то надлишок активного мулу відділяється від загальної маси і спрямовується в так звані мулоущільнювачі, що є радіальними відстійниками. У цих відстійниках активний мул ущільнюється впродовж 9-12 год і вологість його знижується з 99,3 до 97 %.

Подача та розподіл повітря в аеротенках здійснюється: пневматичною аерацією, поверхневою або механічною аерацією, аерацією змішаного типу. У даному випадку застосовується пневматична аерація. При цьому повітря, що нагнітається повітродувками, розподіляється в рідині спеціальними аераторами. Аератори розташовують уздовж однієї з подовжніх стін.

Оброблена стічна вода разом з активним мулом поступає у вторинні відстійники, де відбувається їх розподіл. Частина активного мулу, що осіла, повертається в аеротенки для повторного використання.

У результаті природного розмноження мікроорганізмів - мінералізаторів і здатності активного мулу, що сорбувала, його кількість в аеротенках зростає. Надлишок мулу гальмує процес очищення внаслідок

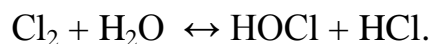
погіршення кисневого режиму в аеротенках, тому надмірну частину його безперервно видаляють.

Хімічне очищення стічних вод. Основними методами хімічного очищення виробничих стічних вод є нейтралізація та окислення. До окислювальних методів відноситься також електро-хімічна обробка.

На Суходольських очисних спорудах до теперішнього часу використовується звичайна хлораторна для знезараження стічних вод. Але вже зараз вона замінюється на більше вдосконалений і ефективний вузол знезараження, електролізу хлораторною установкою. Оскільки доки новий вузол не працює, то його можна віднести до нововведених заходів.

Окислення активним хлором. Знешкодження стічних вод хлором або його з'єднаннями - один з найпоширеніших способів їх очищення від отруйних ціанідів, а також від таких органічних і неорганічних сполук сульфідів та ін.

При введенні у воду хлор гідролізується, утворюючи хлорнуватисту і соляну кислоти:



У сильно кислому середовищі рівновага цієї реакції зрушене вліво, і у воді є присутнім молекулярний хлор; при значеннях $\text{pH} > 4$ молекулярний хлор у воді практично відсутній. Що утворилася в результаті гідролізу хлору хлорнуватиста кислота диссоціює на іон гіпохлориту OCl^- і іон водню H^+ .

Хлораторні установки включають складське господарство і пристрої для дозування хлору.

Після проходження усіх методів очищення вода поступає в резервуар чистої води, і звідти насосами по колектору очищена вода скидається в річку Сіверський Донець.

2.4. Технологічна схема очищення стічних вод КП «Водоканал»

Технологічна схема очисних споруд (див. рис. 2.4) представлена механічним і біологічним очищенням.

Вода, що надходить на очищення, в першу чергу проходить через *решітку*, яка затримує великі забруднення (шматки ганчірок, деревини, гуми і т.д.).

Потім, очищена від великих часток, вода надходить далі, для уловлювання піску. При цьому використовуються *горизонтальний трьох бункерний піскоуловлювач*. Осад складається на спеціальних піскових майданчиках.

Після того як стічні води очищаються від піску, вони надходять в *первинні радіальні відстійники* для освітлення. Діаметр первинних радіальних відстійників становить 20 м. Він являє собою круглий резервуар. Стічна вода подається в центр його і рухається від центру до периферії. Плаваючі речовини видаляють з поверхні води у відстійнику підвісним пристроєм і направляють їх в приймальний бункер або збірний лоток. Осад шкребками зрушують в приямок відстійника і видаляють плунжерними насосами, встановленими в насосній станції. Плаваючі речовини відводяться в спеціальний збірник.

Після первинних відстійників води надходять на біологічну очистку. На даних очисних спорудах біологічне очищення представлено такою спорудою, як *трьохкоридорний аеротенк-витискувач*. По цьому резервуару повільно протікає стічна рідина, змішана з активним мулом, що являє собою пластівці з великою кількістю мікроорганізмів. У аеротенках здійснюється сорбція частини органічних забруднень на пластівцях активного мулу та окислення розчинених органічних речовин, що диспергують. Суміш активного мулу та стічної рідини по усій довжині резервуару піддається інтенсивній аерації повітрям, що подається на дно аеротенка системою повітропроводів. Подача та розподіл повітря в аеротенках здійснюється пневматичною аерацією.

Після аерації стічну воду направляють у *вторинні радіальні відстійники* для осадження активного мулу. Частину активного мулу, що відокремилася там, повертають в аеротенки для обробки стічної рідини, що

поступає. На Суходольських очисних спорудах використовуються вторинні радіальні відстійники діаметром 20 м.

Далі стічна вода надходить до хлораторної для знезараження.

Після проходження усіх методів очищення вода поступає в резервуар чистої води, і звідти насосами по колектору очищена вода скидається в річку Сіверський Донець.

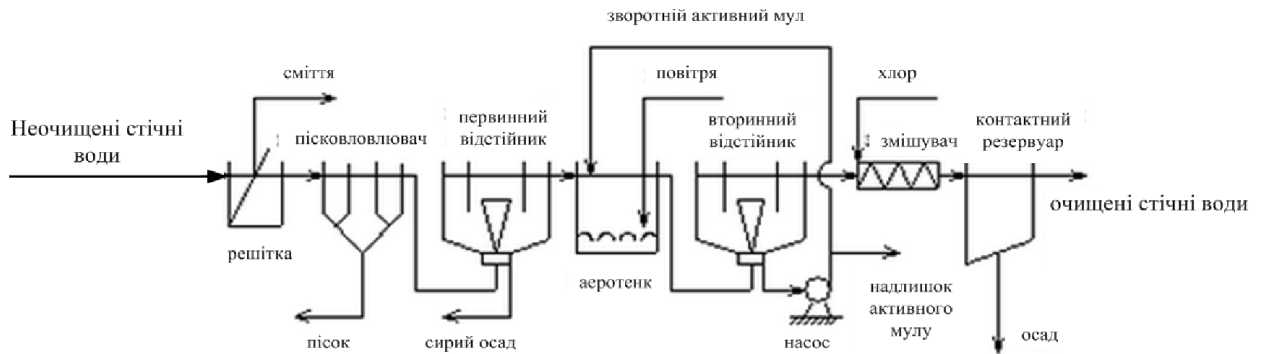


Рис. 2.4 – Технологічна схема очищення стічних вод КП «Водоканал»

Як ми бачимо, на наявній Суходольській станції очищення, стічні води проходять низку заходів по очищенню, перш ніж скидаються в річку Сіверський Донець. Міра очищення є досить таки прийнятною, але головним недоліком існуючої станції водоочищення є нераціональне використання апаратів, які призначені для великої витрати води. На сьогодні маємо ситуацію, що очисна станція розрахована на витрату води в 50 тис.м³/добу., а в реальності має витрату в 12 тис.м³/добу. Саме тому нашою метою є розробка нової більш ефективною та економічною станції водоочищення.

2.5. Характеристика стічних вод, що поступають на очищення

Для того, щоб наочно бачити стан і склад стічних вод, необхідно зробити їх аналіз.

Побутові стічні води району Краснодону включають води трьох, поруч розташованих міст: Краснодон, Суходольськ і Молодогвардійськ. Стічна вода через каналізаційні системи поступає для очищення на районні очисні споруди в місті Суходольську. Там проходить низка заходів по очищенню і очищена вода скидається в р. Сіверський Донець.

Аналіз побутових стічних вод утруднюється тим, що з міськими стічними водами скидаються також води деяких підприємств району. Але не йдеться про забруднення промисловими стоками, а лише господарчо-побутовими водами виробництв (їдальні, лазні, пральні і так далі). Основна ж кількість скидань доводиться на житлово-комунальний комплекс.

Всього витрата води, що поступає на очисні споруди за даними КП "Водоканал", складає:

- для Краснодону $Q = 2021400 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для Молодогвардейська $Q = 1200000 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для Суходольську $Q = 1100000 \text{ м}^3/\text{рік}$

По даним видно, що найбільша кількість води, що скидається, доводиться на м. Краснодар. Це обумовлюється кількістю населення в містах.

Наявні дані не розкривають картину про небезпеку скидань і міру їх впливу на довкілля. Для визначення цих значень необхідно знати, які речовини містять стічні води, їх концентрацію в даних стоках і ГДК. Усі необхідні дані надали на КП "Водоканал". Знаючи гранично допустимі концентрації для кожного забрудника, розраховуємо A_i - показник відносної агресивності (коефіцієнт, що показує безпосередньо шкідливість речовини незалежно від кількості забруднення, а з урахуванням ГДК). Коефіцієнт A_i визначається по формулі:

$$A_i = \frac{1}{ГДК_{рх}} \quad (2.1)$$

де ГДК - гранично допустима концентрація.

Усі значення коефіцієнта A_i занесені в таблиці.2.3.

Таблиця 2.3 - Склад і небезпека стічних вод

Забрудники	ГДК_{рх}, мг/л	A_i
Зважені речовини	20,0	0,05
Азот амонія	0,39	2,56
Нтиреты	0,08	12,5
Нітрати	40,0	0,025
ХСК	80,0	0,013
БСК ₅	3,0	0,30
Фосфати	3,12	0,32
Хлориди	300	0,003

Сульфати	100	0,01
Залізо	0,10	10,0
СПАВ	0,20	5,0
Нафтопродукти	0,05	20,0

Маючи необхідні дані (A_i) і знаючи абсолютну концентрацію речовин на вході $C_{вх}$, г/м³ з даних КП "Водоканал", визначаємо приведену концентрацію речовин :

$$C_{np.i}^{ex} = C_{ex.i} \cdot A_i; \quad \text{умов г/м}^3 \quad (2.2)$$

де $C_{ex.i}$ - абсолютна концентрація речовини на вході;

A_i - показник відносної агресивності.

Усі значення C_{np}^{ex} та C_{ex} приведені в таблицю 2.2.

Отримавши розрахунки приведених концентрацій, визначаємо скільки відсотків небезпеки забруднення доводиться безпосередньо на кожен забрудник кожного окремо взятого джерела (для трьох, окремо взятих, міст). Використовуємо формулу:

$$R = \frac{C_{np.i}^{ex}}{\sum C_{np}} \cdot 100\%; \quad (2.3)$$

де $C_{np.i}^{ex}$ - приведена концентрація речовини на вході;

$\sum C_{np}$ - сумарна приведена концентрація.

Усі значення R приведені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Концентрація забрудників на вході

Забрудник	Молодогвардійськ			Краснодон			Суходольськ		
	$C_{вх}$, МГ/Л	$C_{np.i}^{ex}$, МГ/Л	R, %	$C_{вх}$, МГ/Л	$C_{np.i}^{ex}$, МГ/Л	R, %	$C_{вх}$, МГ/Л	$C_{np.i}^{ex}$, МГ/Л	R, %
Зважені речовини	240,4	12,02	8,55	258,6	12,93	5,90	172,80	8,64	6,76
Азот амонія	23,4	59,99	42,69	28,3	72,56	33,10	27,20	69,74	54,55
Нітрит	0,73	9,13	6,49	3,4	42,50	19,40	0,15	1,88	1,46
Нітрати	20,0	0,5	0,36	29,2	0,73	0,33	3,0	0,08	0,06
ХСК	322,2	4,03	2,87	214,2	2,68	1,22	284,90	3,56	2,78
БСК - 5	120,0	36,0	25,60	120,0	36,0	16,45	103,30	30,99	24,24
Фосфати	10,8	3,47	2,46	10,1	3,24	1,48	7,70	2,47	1,93
Хлориди	310,2	0,93	0,66	372,0	1,12	0,50	354,30	1,06	0,83
Сульфати	326,9	3,27	2,33	325,0	3,25	1,49	344,0	3,44	2,69
Залізо	0,27	2,70	1,93	0,3	3,0	1,38	0,34	3,40	2,66
СПАВ	0,50	2,50	1,78	0,6	2,90	1,33	0,28	1,40	1,09
Нафтопродукти	0,30	6,0	4,28	1,9	38,0	17,42	0,06	1,20	0,95
Σ		140,5	100		218,9	100		127,86	100

Аналізуючи отримані результати, можна побачити, що процентний розподіл забруднюючих речовин, приблизно однаковий для усіх трьох джерел. На усіх джерелах найбільше забруднення доводиться на азот амонія. Якщо дивитися по процентному співвідношенню, то результати такі:

- від загальних скидань міста Молодогвардійськ а - 42,69 %;
- міста Краснодону - 33,1 %;
- міста Суходольська - 54,55 %.

Бачимо, що найбільше азоту амонія скидає м. Суходольськ. Якщо ж розглянути наступні найбільш небезпечні речовини, то ми побачимо відмінність для різних джерел. Стічні води міст Молодогвардейськ та Суходольськ мають великий зміст БСК, а Краснодону містять майже 18 % нафтопродуктів від загальних скидань цього джерела, хоча БСК міститься теж багато (близько 16 %). Це дані по приведених концентраціях, з урахуванням коефіцієнта безпеки. Якщо ж їх порівнювати з концентраціями абсолютними, то можна побачити значну невідповідність між кількістю і безпекою речовин. Коли по приведених концентраціях найбільші значення мають азот амонія, БСК і нафтопродукти, то для концентрації абсолютної - хлориди, сульфати, ХСК і зважені речовини. Це характеризується тим, що одні речовини набагато небезпечніше інші і мають менше ГДК.

Говорячи ж про найменш небезпечні речовини на вході, бачимо, що такими є нітрати і хлориди, не дивлячись на те, що кількість хлоридів, що поступають, дуже велика, в Краснодоні і Суходольську найбільше. Найменш небезпечна кількість нітратів поступає з Суходольська. Це залежить від того, що абсолютна концентрація їх на вході набагато менше, ніж в Краснодонських і Молодогвардейських стічних водах :

- м. Молодогвардійськ - 20 г/м³;
- м. Краснодон - 29,2 г/м³;
- м. Суходольськ - 3 г/м³

Знаючи кількість стічних вод від кожного джерела і суму приведених концентрацій, ми можемо визначити приведену масу на вході від окремо взятого джерела. Використовуємо наступну формулу:

$$M_{пр.(джер)}^{ex} = Q \cdot \Sigma C_{пр.(джер)}^{ex} \cdot 10^{-6}; \quad \text{умов } t/\text{рік} \quad (2.4)$$

Отримані результати занесені в таблиці 2.5.

Знаючи кількість стічних вод від кожного джерела і суму приведених концентрацій, ми можемо визначити приведену масу на вході від окремо взятого джерела. Використовуємо наступну формулу:

$$M_{пр.(джер)}^{ex} = Q_{джер} \cdot \Sigma C_{пр.(джер)}^{ex} \cdot 10^{-6}; \quad \text{умов } t/\text{год}, \quad (2.5)$$

де $Q_{джер}$ - витрата води одного джерела;

$\Sigma C_{пр.(джер)}^{ex}$ - сума приведених концентрацій на вході від одного джерела.

Отримані результати занесені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Стічні води на вході очисних споруд

Джерело	$Q, \text{ м}^3/\text{рік}$	$C_{пр}, \text{ умов } \text{г}/\text{м}^3$	$M_{пр}, \text{ умов } \text{т}/\text{рік}$	$R_{(всг)}, \%$
Молодогвардейськ	1 200 000	140,54	168,648	23,2
Краснодон	2 021 400	218,9	442,48	60,9
Суходольськ	1 100 000	127,856	140,64	15,9
Разом	4 321 400		751,768	100

За розрахунковими даними ми бачимо, що найбільша маса скидань доводиться на м. Краснодон. Це джерело дає скидань масою в три рази більше, ніж Суходольськ і в два рази більше Молодогвардейська. Ці дані не викликають великого здивування так, як характеризуються витратою стічних вод і різною кількістю населення.

Підтвердженням цього є результати розрахунку процентного співвідношення між джерелами.

Робимо їх по наступній формулі:

$$R_{джер} = \frac{M_{пр.(джер)}}{\Sigma M_{пр.(джер)}} \cdot 100\% , \quad (2.6)$$

де $M_{пр.(джер)}$ - приведена маса одного джерела;

$\Sigma M_{пр.(джер)}$ - сумарна маса усіх джерел.

Отримані результати занесені в таблиці.2.5.

Дані у відсотках підтверджують, зроблені раніше висновки про те, що маса скидань Краснодону значно перевищує масу скидань інших двох джерел. У процентному співвідношенні це виглядає приблизно таким чином:

- Молодогвардійськ - 23 %;
- Суходольськ - 16 %;
- Краснодон - 61 %

Знаючи масу скидань кожного джерела окремо, ми можемо визначити загальну масу забруднень, що поступають на очисні споруди. Робимо це, використовуючи наступну формулу:

$$\sum M_{np.(джер)}^{ex} = M_{np.(Краснодон)}^{ex} + M_{np.(Молодогвардійськ)}^{ex} + M_{np.(Суходольськ)}^{ex} \quad (2.7)$$

де $M_{np.(джер)}^{ex}$ - приведена маса джерела на вході.

Дані занесені в таблиці.2.5.

За наявними даними ми визначаємо середню приведену концентрацію для усіх джерел загалом. Використовуємо формулу:

$$C_{np.}^{cp} = \frac{\sum Q \cdot \sum C_{np}^{ex}}{\sum Q} = \frac{\sum M_{np}^{ex}}{\sum Q \cdot 10^{-6}} = \frac{751,768}{4,32} = 174,02; \text{ умов } \text{г/м}^3, \quad (2.8)$$

де $\sum M_{np.}^{ex}$ - сумарна приведена маса на вході;

$\sum Q$ - сумарна витрата води.

Процентне співвідношення для кожного джерела ми рахуємо лише на виході, оскільки, потрапляючи на очисні споруди, стічні води перемішуються і розділити їх неможливо.

Далі по наявних даних ми можемо розрахувати приведену масу для кожної речовини, що поступає на очищення M_i^{ex} .

Розрахунок вироблюваний по наступній формулі:

$$M_{i.}^{ex} = \sum Q \cdot \sum C_{np.i}^{ex} = Q_{(Молодог)} \cdot C_{np.i(Молодог)}^{ex} + Q_{(Красн.)} \cdot C_{np.i(Красн.)}^{ex} + Q_{(Суход.)} \cdot C_{np.i(Суход.)}^{ex} \quad (2.9)$$

де $Q_{(джер)}$ - витрата води від одного джерела;

$C_{np.i}^{ex}$ - приведена концентрація речовини на виході.

Результати приведені в таблицю. 2.6.

Знаючи приведену масу кожної речовини, що поступає на очисні споруди, розраховуємо масу, що доводиться на побутові стоки. Робимо розрахунок, віднімаючи із загальної маси речовини, масу промислових стоків

$$M_{пр.б\ddot{y}т.i}^{ex} = M_{пр.i}^{ex} - M_{пр.пром.i}^{ex}; \text{ умов.т/год}, \quad (2.10)$$

де $M_{пр.i}^{ex}$ - приведена загальна маса речовини на вході;

$M_{пр.пром.i}^{ex}$ - приведена маса на вході, що поступає з промисловими стоками. Значення набуті з розрахункових даних КП "Водоканал".

Дані занесені в таблиці. 2.6.

Маючи необхідні значення, визначаємо скільки ж відсотків доводиться на речовини, що поступають з побутовими стоками, від загальної маси забруднюючих речовин.

Розраховуємо по формулі:

$$R = \frac{M_{пр.побу\ddot{y}т.i}^{ex}}{M_{пр.i}^{ex}} \cdot 100\%, \quad (2.11)$$

де $M_{пр.побу\ddot{y}т.i}^{ex}$ - приведена маса речовини на вході, що поступає з побутовими стічними водами;

$M_{пр.i}^{ex}$ - приведена загальна маса речовини на вході.

Розрахункові дані занесені в таблиці. 2.6.

Таблиця 2.6 - Ефективність очищення стічних вод на очисних спорудах

Забрудники	На вході			На виході			
	$M_{пр.,}$ умов.т/год	$M_{пр.б\ddot{y}т.,}$ умов.т/год	R, %	$C_{пр.,}$ умов.мг/л	$C_{вых.,}$ мг/л	$M_{пр.,}$ умов.т/год	$\eta, \%$
Зважені речовини	50,047	44,430	89	0,70	14,03	3,024	93,95
Азот амонія	295,283	280,874	95	13,70	5,35	59,184	79,96
Нітрит	98,863	97,446	98	7,0	0,56	30,240	69,41
Нітрати	2,158	2,077	96	0,36	14,20	1,555	27,94
ХСК	14,161	12,672	89	0,50	42,80	2,160	84,75
БСК - 5	150,009	129,203	86	3,38	11,25	14,601	90,27
Фосфати	13,428	12,623	94	1,35	4,20	5,832	56,57
Хлориди	4,540	3,907	86	0,88	293,80	3,802	16,26
Сульфати	14,272	12,412	87	2,60	263,10	11,232	21,30
Залізо	13,040	11,564	89	1,70	0,17	7,344	43,68
СПАВ	10,398	10,319	99	0,90	0,18	3,888	62,60
Нафтопродукти	43,466	42,608	98	1,0	0,05	4,320	90,06
Σ	709,665	660,135				147,182	

Аналізуючи отримані результати, ми бачимо, що від усієї маси тих, що поступають поверхнево активних речовин (СПАВ) на побутові стоки доводиться 99%. Також значна частина доводиться на нафтопродукти (98%), нітрит (98%), нітрати (96%), фосфати (94%). Найменше доводиться на хлориди - (86%). З цього можна зробити загальний висновок, що майже уся маса забруднюючих речовин поступає з побутовими стічними водами, а не з водами виробництв. Маючи дані про концентрацію речовин на виході, ми можемо отримати концентрації приведені на виході:

$$C_{np.}^{вих} = C^{вих} \cdot A_i; \text{ умов.г/м}^3, \quad (2.12)$$

де $C^{вих}$ - концентрація забруднюючих речовин на виході;

A_i - показник агресивності речовини.

Результати занесені в таблиці. 2.6.

Далі розраховуємо приведену масу речовин на виході. Необхідні для розрахунку дані є - сумарна витрата води, оскільки води з різних джерел перемішуються і приведена концентрація кожної речовини на виході.

Використовуємо наступну формулу:

$$M_{np.i}^{вих} = \Sigma Q \cdot C_{np.i}^{вих}; \text{ умов.т/год}, \quad (2.13)$$

де ΣQ – сумарна витрата води;

$C_{np.i}^{вих}$ - приведена концентрація речовини.

Дані в таблиці. 2.6.

Можна сказати, що найбільша приведена маса на виході доводиться на азот амонія, але це ні про що не говорить, оскільки маса його найбільша і на вході. Тому ми робимо розрахунок на ефективність для кожної речовини:

$$\eta = \frac{M_{np.i}^{ex} - M_{np.i}^{вих}}{M_{np.i}^{ex}} \cdot 100\%, \quad (2.14)$$

де $M_{np.i}^{вих}$ - приведена маса речовини на виході;

$M_{np.i}^{ex}$ - приведена маса речовини на вході.

Дані занесені в таблиці. 2.6.

З отриманих результатів ми бачимо, що краще всього очищаються: зважені речовини (94%), БСК (90%), нафтопродукти (90%). Погано очищаються: сульфати (21%), хлориди (16%), нітрати (28%).

Якщо ж розглядати абсолютні дані, то ми можемо отримати масу абсолютну для кожної речовини по аналогічній формулі, приведеній вище. Спочатку визначаємо загальну масу для кожної речовини:

$$m_{\Sigma i} = \Sigma Q \cdot C_i^{\text{вх}} = Q_{\text{Молод.}} \cdot C_{i(\text{Молод.})}^{\text{вх}} + Q_{\text{(Красн.)}} \cdot C_{i(\text{Красн.})}^{\text{вх}} + Q_{\text{(Сууход.)}} \cdot C_{i(\text{Сууход.})}^{\text{вх}}; \quad (2.15)$$

де ΣQ - сумарна витрата води;

C_i - концентрація речовини на вході.

Дані занесені в таблиці. 2.7.

Таблиця 2.7 - Вклад побутових скидань в забруднення стічних вод

Забрудники	$m_{\Sigma}, \text{ т/рік}$	$M_{\text{побутт.}}, \text{ т/рік}$	$\delta_{\text{побутт.}}, \%$
Зважені речовини	1001,29	887,912	88,7
Азот амонія	105,166	99,565	94,7
Нітрит	7,909	7,75	97,9
Нітрати	86,284	83,052	96,3
ХСК	1132,714	1013,615	89,5
БСК - 5	500,03	438,755	87,7
Фосфати	41,832	39,318	93,9
Хлориди	1513,41	1321,278	87,3
Сульфати	1427,18	1239,18	86,8
Залізо	1,304	1,157	88,7
СПАВ	2,08	1,904	91,5
Нафтопродукти	4,264	4,218	98,9
Σ	5823,463	5137,704	

Для того, щоб визначити абсолютну масу шкідливих речовин в побутових стоках, нам треба знати масу речовин в стоках виробничих. Визначимо масу по наступній формулі:

$$m_{i.\text{пром.}} = (\Sigma Q \cdot C_i^{\text{вх}})_{\text{пром.}} \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік} \quad (2.16)$$

де $\Sigma Q_{\text{пром}}$ - сумарна витрата води з усіх джерел, м³/рік (наданий КП "Водоканал") приведеній нижче;

$C_{i.\text{пром.}}^{\text{вх}}$ - концентрація забруднюючої речовини у виробничих стоках на вході, мг/л (надана КП "Водоканал").

- для ВАТ "Юність" $Q = 11600 \text{ м}^3/\text{рік}$

- для ЗАТ "М'ясокомбінат Краснодону" $Q = 67500 \text{ м}^3/\text{рік}$

- для ТОВ "Краснодонпищевик" $Q = 3000 \text{ м}^3/\text{рік}$

- для ТОВ "Коровай" $Q = 10000 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для ЗАТ "Сорокинський торговий дім" $Q = 22800 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для ТП "Вугілля" ОП ГП "КУ" $Q = 10000 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для ЦОФ "Дуванська" ОП ГП "КУ" $Q = 57800 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для шахти "Таловська" ОП ГП "КУ" $Q = 58400 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для шахти "Ореховська" ОП ГП "КУ" $Q = 40200 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для шахти "50 років СРСР" ОП ГП "КУ" $Q = 225000 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для ГОФ "Самсоновська" ОП ГП "КУ" $Q = 38200 \text{ м}^3/\text{рік}$
- для шахти "Молодогвардійська" ОП ГП "КУ" $Q = 95200 \text{ м}^3/\text{рік}$

За отриманими даними визначаємо масу забруднюючих речовин в побутових стічних водах:

$$m_{\text{інобут}} = m_{i\Sigma} - m_{\text{іпром.}}, \text{ т/рік} \quad (2.17)$$

Отримані дані занесені в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 - Маса забруднюючих речовин у виробничих стічних водах

Речовини	$m_{\text{інобут}}, \text{ т/рік}$
Зважені речовини	113,378
Азот амонія	5,601
Нітрит	0,159
Нітрати	3,232
ХСК	119,099
БСК	61,273
Фосфати	2,514
Хлориди	192,132
Сульфати	188
Залізо	0,146
СПАВ	0,176
Нафтопродукти	0,046

Тепер розраховуємо яка маса забруднень від загальної доводиться на побутові стоки, у відсотках:

$$\delta = \frac{m_{\text{інобуті}}}{m_{\Sigma i}} \cdot 100\%; \quad (2.18)$$

де $m_{\text{інобуті}}$ - абсолютна маса речовини на вході, що поступає з побутовими стоками;

$m_{\Sigma i}$ - загальна маса речовини на вході.

Підсумки занесені в таблиці. 2.7.

З отриманих даних бачимо, що процентне відношення абсолютних мас практично відповідає приведеним масам.

Виконавши ряд розрахунків, ми можемо зробити загальний висновок і сказати, що деякі речовини на виході сильно перевищують ГДК. Найбільше перевищують - сульфати і азот амонія, нітрит. Зменшення цих речовин на виході фактично неможливе, вони завжди є присутніми у воді і очищаються самі в природних умовах, під дією деякого часу; точніше сказати, переходять в іншу форму (нітрит з часом переходить в нітрати, тобто при зменшенні змісту перших, збільшується зміст других). В межах норми на виході концентрація наступних речовин: ХСК, хлориди, СПАВ, нафтопродукти. Але також недостатньо очищаються фосфати (їх перевищення ГДК не значне) і БСК. Для удосконалення очищення деяких речовин якраз і необхідно розробити нову, ефективнішу станцію очищення.

3. СУТНІСТЬ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКАХ

Біологічний метод очищення стічних вод застосовують для очищення виробничих і побутових стічних вод від органічних забруднень. Даний процес заснований на здатності деяких мікроорганізмів використовувати забруднюючі стічні води речовини для харчування в процесі своєї життєдіяльності.

На сучасних станціях очистки стічних вод аеротенки є найпоширенішими спорудами біологічного очищення. Також аеротенки – найбільші й енергозатратні ємнісні споруди станцій очищення стічних вод. На стадії біологічного очищення видаляється не тільки основна маса органічних забруднень, але й забезпечується очищення від сполук азоту й основної частини сполук фосфору. Технічні й технологічні рішення, прийняті для аеротенків, багато в чому визначають як якість очищеної води, так і енергетичні характеристики станції очищення в цілому.

Аеротенк – резервуар, у якому повільно рухається суміш активного мулу й стічних вод. Для забезпечення нормального перебігу процесу біологічного окислення у аеротенк повинен безперервно надходити кисень.

Активний мул являє собою біоценоз мікроорганізмів – мінералізаторів, які здатні сорбціювати на своїй поверхні й окислювати органічні речовини стічних вод. Основний процес, що відбувається при біологічному очищенні стічних вод – це біологічне окислювання. Тривалість процесу очищення міських стічних вод в аеротенку – 2–6 год, виробничих – 8 год. і більше.

У процесі біологічного очищення стічних вод в аеротенках розчинені органічні речовини, а також тонкодисперговані й колоїдні речовини, що не випадають в осад, переходять в активний мул, спричиняючи приріст вихідної біомаси. Слід зазначити, що в процесі окислювання органічних речовин розмножуються аеробні мікроорганізми, і біомаса активного мулу збільшується, тому частину активного мулу повертають в аеротенк (циркуляційний активний мул), а частину (надлишковий активний мул) направляють на зневоднення.

Аеротенки застосовують для повного й неповного біологічного очищення стічних вод. Стічні води надходять в аеротенки, як правило, після споруд механічного очищення. Концентрація завислих речовин у них не повинна перевищувати 150 мг/л, а допустима величина БСК_{повн} залежить від типу аеротенка. При очищенні суміші виробничих і побутових стічних вод повинні дотримуватися вимоги за активною реакцією середовища, за температурою, сольовим складом, наявністю шкідливих речовин, масел, вмістом біогенних елементів і т. п.

З аеротенків суміш стічних вод з активним мулом надходить на вторинні відстійники для вилучення з води активного мулу. Якісний активний мул добре відстоюється у вторинних відстійниках при тривалості відстоювання до 1,5 год, частина його знову повертається в аеротенк (рециркуляція активного мулу), а надлишок (надлишковий мул) направляється на мулоущільнювачі для зменшення його вологості. Ущільнений активний мул направляють на подальшу обробку в метантенки.

Аеротенки дозволяють отримувати високий ступінь очищення стічних вод з доведенням вмісту органічних речовин в очищених стічних водах за БСК_{повн} до 15 мг/л [6].

Вилучення з очищеної рідини розчинених або завислих забруднень активним мулом відбувається значно швидше, ніж наступне їх окислювання. Розподіл на такі стадії процесу очищення має умовний характер, оскільки практично неможливо розмежувати ці фази, тому доцільною є організація роздільного перебігу цих стадій процесу в умовах, оптимальних для кожної з них, що забезпечить підвищення ефективності роботи аеротенків у цілому.

Технологічна сутність такої модифікації полягає у тому, що після вилучення забруднень зі стічної води безпосередньо у аеротенках активний мул з накопиченими в ньому забрудненнями відокремлюється від очищеної води й подається не в аеротенк, а в спеціальну аераційну споруду, так званий регенератор, у якому активний мул аерується протягом певного часу без стічної рідини. У регенераторі мул звільняється від накопичених ним в аеротенку забруднень і відновлює свою метаболічну активність.

Регенований мул направляють потім з регенератора безпосередньо у аеротенк для нового контакту з очищеною рідиною і повторення циклу вилучення з неї забруднень. У конструктивному відношенні регенератори нічим не відрізняються від самих аеротенків і можуть улаштуватися у вигляді як окремо стоячих споруд, так і ємкостей, що виділяють в об'ємі аеротенків.

Концентрація розчиненого в рідині кисню підтримується в межах 0,5–2,0 мг/л. Швидкість же споживання кисню тут значно вища, ніж у регенераторі, оскільки у самому аеротенку відбуваються швидші процеси первинної трансформації забруднень при їхньому вилученні з очищеної води. Тому інтенсивність аерації тут повинна бути також істотно вищою, ніж у регенераторах.

Тривалість перебування мулу в регенераторі значно більше тривалості аерації у самому аеротенку, хоча сумарна тривалість вилучення й окислювання забруднень залишається тією ж, що й при реалізації процесу за класичною схемою. Однак концентрація мулу в регенераторі в 2–2,5 рази вище, ніж у самому аеротенку, оскільки мул у нього направляється прямо з відстійних споруд і без подачі сюди стічної рідини. Це дозволяє на 15–20% зменшити сумарний обсяг аераційних споруд у порівнянні з обсягом при здійсненні процесу очищення тільки в аеротенку [1].

Тривалість перебування мулу в регенераторі повинна бути достатньою для досягнення необхідної глибини окислювання забруднень, визначається спеціальним розрахунком, що ґрунтується на обліку питомої швидкості окислювання забруднень. Обсяг регенераторів, що вимагається, виражений в % від сумарного обсягу самих аеротенків і регенераторів, одержав назву "відсотка регенерації". Якщо, наприклад, необхідний обсяг регенераторів становить 30 % сумарного обсягу, то забезпечити його можна виділивши один коридор 3–коридорних аеротенків під регенератор (33 % регенерації).

Для забезпечення 50 % регенерації можна прийняти під регенератор або 2 коридори 4 – коридорних аеротенків або 1 коридор 2 – коридорних аеротенків. Оскільки типові аеротенки розроблені у вигляді 2–, 3–, 4–

коридорних, то в них можна забезпечити 25, 33, 50, 66, 75 % регенерації, виділяючи від 1 до 3 коридорів аеротенка під регенерацію. Загалом, можна забезпечити будь-який відсоток регенерації, виділяючи під регенератори відповідний обсяг аеротенків, але при цьому доведеться розробляти конкретну схему підведення активного мулу в регенератор й очищеної води, безпосередньо у аеротенк у кожному окремому випадку, тобто розробляти індивідуальні проекти аеротенків для конкретного застосування.

3.1. Основні схеми очищення стічних вод в аеротенках

В основні технологічні схеми очищення стічних вод входять аеротенки одноступінчасті, аеротенки з регенераторами і аеротенки двоступеневі [4].

Одноступінчаста схема без регенерації – найпростіша технологічна схема очищення в аеротенках, застосовують при БСК <150 мг/л (див. рис 3.1., а). За цією схемою можлива очищення стоків із застосуванням звичайної аерації, повного або неповного окислення, а також з використанням високонагружаємих аеротенків. У порівнянні з іншими спорудами одноступінчасті аеротенки відносно прості в експлуатації.

За цією схемою активний мул подається зосереджено разом зі стічною водою на вхід в аеротенк. Одержувана мулова суміш в умовах аерації протікає до виходу з аеротенка й далі на вторинний відстійник, де відбувається її поділ на очищену воду й активний мул. Активний мул далі розділяється на надлишковий і циркуляційний, останній повертається в аеротенк.

Одноступінчаста схема очищення стічних вод в аеротенках має ряд істотних недоліків. У таких аеротенках не можна інтенсифікувати процес очищення стоків шляхом збільшення маси активного мулу [5].

Істотним недоліком цієї технологічної схеми є й те, що при залповому надходженні стічних вод, що містять токсичні домішки, може відбуватися різке порушення життєдіяльності мікронаселення активного мулу або навіть його загибель. В обох випадках нормальна робота аеротенках порушується на тривалий час.

Зазначені недоліки відсутні в аеротенках, що працюють по іншій технологічній схемі – *одноступінчаста схема з регенерацією* активного мулу (див. рис 3.1., б).

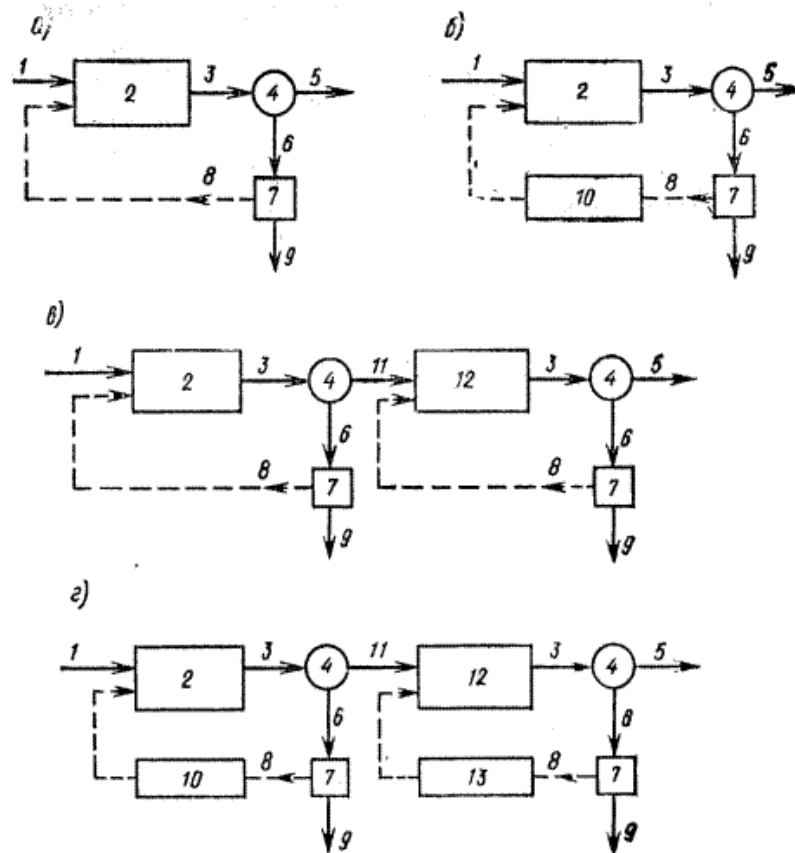


Рис.3.1 - Основні технологічні схеми очищення стічних вод в аеротенках:

а – з одноступеневим аеротенком без регенерації;

б – з одноступеневим аеротенком з регенерацією;

в – з двоступеневим аеротенком без регенерації;

г – з двоступеневим аеротенком з регенерацією;

- 1 – подача неочищених стічних вод; 2 – аеротенк; 3 – випуск мулової суміші;
 4 – відстійник; 5 – випуск очищених стічних вод; 6 – випуск відстояного активного мулу;
 7 – мулова насосна станція; 8 – подача поворотного активного мулу;
 9 – випуск надлишкового активного мулу; 10 – регенератор; 11 – випуск стічних вод після I ступеня очищення; 12 – аеротенк II ступеня;
 13 – регенератор II ступеня

У цій схемі реалізоване роздільне протікання двох етапів біологічного очищення: поглинання забруднень активним мулом зі стічної води, що відбувається безпосередньо в аеротенку, і окислювання цих забруднень в регенераторі. Регенератор – це аераційна споруда, в якій активний мул аерується без стічної рідини.

В аеротенку стічна вода аерується приблизно 1,5–2,5 год, у регенераторі – у кілька разів більше. Зазначені недоліки відсутні в аеротенках, що працюють по іншій технологічній схемі.

При наявності аеротенка з регенератором суміш води з мулом аерують протягом часу, достатнього для досягнення необхідного ефекту по БСК, а потім мул після відділення його у відстійнику перекачують в регенератор, де процеси окислення закінчуються і мул набуває початкові властивості.

Якщо регенератор вводиться в систему експлуатованого аеротенка, то цим прийомом досягається підвищення загальної маси мулу, що дозволяє або знизити навантаження на мул (при колишній кількості води), або збільшити пропускну спроможність аеротенка.

При високій вихідній концентрації органічних забруднень у воді, а також за наявності у воді речовин, швидкість окислення яких різко різна, доцільно застосування *двоступеневої схеми*. В аеротенках I ступені БСК стічних вод знижується на 50-70%, що звичайно враховується при проектуванні. Неповністю очищена вода після відстоювання направляється на доочистку в аеротенк II ступеня [4].

Особливістю ступінчастого очищення стічних вод є те, що в кожного ступеня аеротенків поступово розвивається мул зі специфічним біоценозом, найбільш пристосований до існування в даних умовах і забезпечує високий ефект роботи споруд. Тому загальний обсяг аеротенків на одиницю об'єму води, що очищається зменшується в порівнянні з обсягом звичайних аеротенків.

Двоступенева очистка стічних вод може вироблятися як без регенераторів, так і з регенераторами. Зазвичай регенератори передбачаються для I ступені аеротенків в обсязі 50%. Менш навантаженим за кількістю забруднень є активний мул аеротенків II ступені, тому деякі фахівці рекомендують направляти його надлишок в аеротенки I ступеня.

Двоступінчаста схема без регенерації (див. рис 3.1., в). Така схема доцільна при високій концентрації органічних речовин у стічній воді, а також

при наявності в ній речовин, швидкість окислювання яких різко відрізняється [4].

Двохступінчаті аеротенки з регенерацією (див. рис 3.1., з) і без регенерації активного мулу застосовують при необхідності повного очищення висококонцентрованих стічних вод з початковим $БСК_{повн}$ 250 і більше, а також при наявності у воді речовин, швидкість окислювання яких різко відрізняється.

Регенератори передбачають для кожного ступеня аеротенків з подачею активного мулу. Для першого ступеня аеротенків регенератори зазвичай передбачають в об'ємі 50 %. Активний мул другого ступеня за кількістю забруднень менш навантажений, у зв'язку з чим рекомендують направляти його надлишок після регенерації в аеротенки першого ступеня і далі разом з надлишковим мулом першого ступеня на подальшу обробку.

Об'єм аеротенків і регенераторів визначають за середньогодинним припливом стічних вод.

Питому витрату повітря для аеротенків першого ступеня визначають так само, як і для аеротенків при частковому очищенні і стічних вод, для аеротенків другого ступеня – як для аеротенків при повному очищенні стічних вод. Витрату циркулюючого активного мулу приймають 30–40 % від середнього притоку стічних вод у кожному ступені.

Сумарну кількість надлишкового активного мулу після двохступінчатого очищення розраховують як для аеротенків з доведенням $БСК_{повн}$ очищеної стічної рідини до 15 мг/л (65 % для першого ступеня і 35 % для другого).

Надлишковий активний мул направляють на ущільнення в мулоущільнювачі. Вологість ущільненого активного мулу приймають 95–98 % у залежності від тривалості ущільнення.

Необхідну кількість повітря та геометричні розміри двохступінчатих аеротенків розраховують за тими ж самими формулами, що і розрахунок одноступінчатих аеротенків. При проектуванні двохступінчатих аеротенків влаштування вторинних відстійників передбачають після кожного ступеня

очищення. Двоступенева схема очищення знайшла застосування при обробці стічних вод нафтохімічних виробництв [3]. У складі цих стоків є важко окислюються вуглеводні, які практично зовсім не утилізуються мікроорганізмами, якщо процес ведеться в одноступінчастому аеротенках. Активний мул засвоює лише легко окислюються речовини, у зв'язку з чим загальний ефект очищення стоків недостатній. Якщо ж процес провести в два ступені, то в II ступені мул адаптується до використання трудноокисляемие вуглеводнів, а остаточний ефект очищення може бути доведений до дуже високого ступеня.

Крім наведених вище основних технологічних схем роботи аеротенків в практиці зустрічаються й інші їх різновиди. Зокрема, заслуговує на увагу **схема комбінованого часткового очищення стічних вод** (див. рис 3.2.), відома за кордоном як «активована аерація».

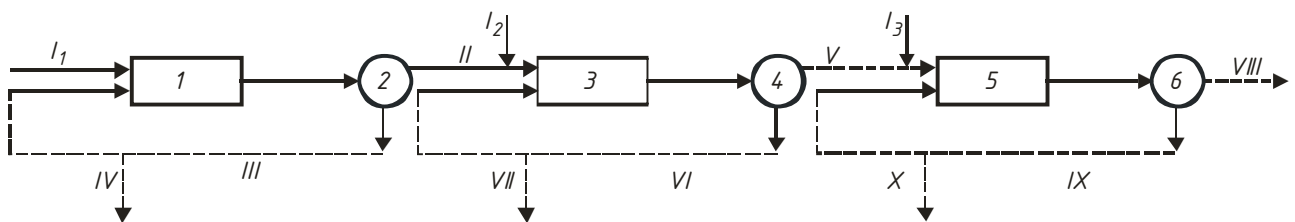


Рис. 3.2 - Схема комбінованого часткового очищення стічних вод

- 1 – аеротенк I ступені; 2 – відстійник I ступені; 3 – аеротенк II ступені;
 4 - відстійник II ступені; 5 – аеротенк III ступені; 6 – відстійник III ступені;
 I – вихідні стічні води; II – очищена вода після I ступені; III – зворотний мул I ступені;
 IV – надлишковий мул I ступені; V – очищена вода II ступені; VI – зворотний мул II ступені;
 VII – надлишковий мул II ступені; VIII – очищена вода III ступені;
 IX – зворотний мул III ступені; X – надлишковий мул III ступені.

За цією схемою повному очищенню в звичайних одноступінчатих аеротенках піддається тільки частина стічних вод. Ці аеротенки обслуговуються окремим вторинним відстійником, з якого вони отримують необхідну масу активного мулу. Інша кількість стічних вод направляється для часткового очищення у відокремлені аеротенки, куди надходить також надлишковий активний мул з відстійників першої системи. Осад з вторинних відстійників другої системи не використовується в якості активного мулу, а направляється для подальшої обробки. Вихідна з аеротенків другої системи частково очищена стічна вода після відстоювання змішується з повністю

очищеною водою. Загальне зниження БСК_{повн} стічних вод за наведеною схемою очищення досягає 80-85%.

3.2. Класифікація аеротенків за основними ознаками. Конструкції аеротенків

Конструктивне оформлення аеротенків визначається пропускною здатністю очисних споруд; вихідними характеристиками стічних вод, що підлягають очищенню, які визначають режим роботи аеротенків; типом аераційного обладнання для подачі повітря і перемішування; конструкцією інших споруд, що включаються у технологічну схему очищення стічних вод та ін [6].

Аеротенки класифікують за наступними основними ознаками:

- за гідравлічним режимом – аеротенки–витиснювачі, аеротенки–змішувачі і аеротенки з розосередженим впуском стічної води;
- за способом регенерування активного мулу – аеротенки з окремою регенерацією активного мулу і аеротенки без окремої регенерації активного мулу;
- за навантаженням на активний мул – високонавантажувані (аеротенки на неповне очищення), нормально навантажені (на повне очищення) і низьконавантажувані (аеротенки подовженої аерації);
- за кількістю ступенів – одно–, двох– і багатоступеневі;
- за типом аерації – з пневматичною, механічною, комбінованою гідродинамічною або пневмомеханічною;
- за способом компонування з вторинними відстійниками – аеротенки з окремо розташованими вторинними відстійниками і аеротенки, зблоковані з вторинними відстійниками (аеротенки–відстійники).

За структурою руху потоків очищуваної стічної води і поворотного активного мулу розрізняють:

- 1) *Аеротенки–витиснювачі* (див. рис. 3.5. а) – в такій конструкції стічна вода й активний мул подаються зосереджено з однієї з торцевих сторін аеротенку, а випускаються також зосереджено з іншої торцевої сторони.

Навантаження на активний мул знижується уздовж споруди. Такий вид аеротенка дозволяє забезпечити високу якість очищення, однак чутливий до різких коливань витрати й складу стоків. Аеротенки–витиснювачі доцільніше застосовувати за відсутності різких коливань витрати стічних вод і вмісту токсичних речовин [5].

2) **Аеротенки–змішувачі** (див. рис. 3.3; 3.5. б) – подача води й активного мулу і випуск здійснюється рівномірно уздовж довгих сторін коридора аеротенка. Повне змішування в них стічної води з муловою сумішшю забезпечує вирівнювання концентрацій мулу й швидкостей процесу біохімічного окислювання.

Навантаження забруднень на мул і швидкість окислювання забруднень практично незмінні за довжиною споруди. Вони найбільш придатні для очищення висококонцентрованих ($BCK_{\text{повн}}$ до 1000 мг/л) виробничих стічних вод при значних коливаннях їх витрати й концентрації забруднень.

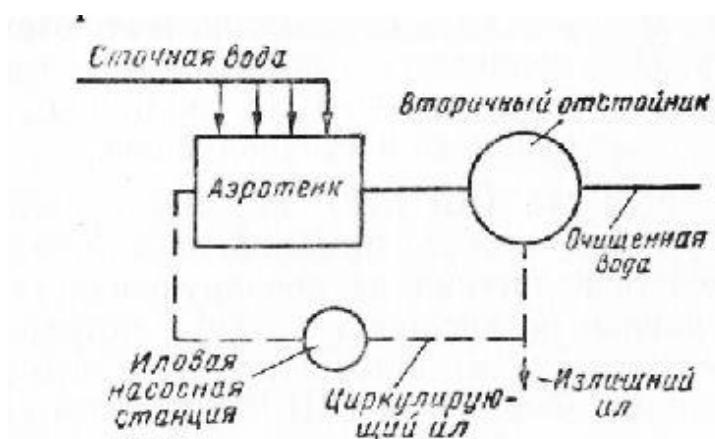


Рис. 3.3 - Схема роботи аеротенка-змішувача

3) **Аеротенки з розосередженням уздовж споруди впуском стічної води** (див. рис. 3.4., 3.5 в). В аеротенках, що працюють за такою схемою, активний мул подається зосереджено в торець головної частини аеротенка, а стічна вода підводиться у декількох точках за довжиною аеротенка, а відводиться зосереджено з його торцевої частини. Цей вид займає проміжне положення між двома попередніми [4].

У аеротенках з розосередженням впуском стічних вод деякою мірою поєднуються переваги аеротенків–витиснювачів, що забезпечує високу якість очищення, з перевагами аеротенка–змішувача, що дозволяє усереднити навантаження на активний мул уздовж споруди.

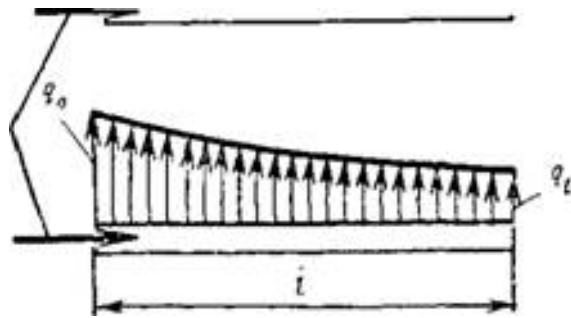


Рис. 3.4 - Принципова схема аеротенка з розосередженим уздовж споруди впуском стічної води:
 q_i - витрата стічної води відповідно на початку в наприкінці аеротенках;
 l - довжина аеротенках

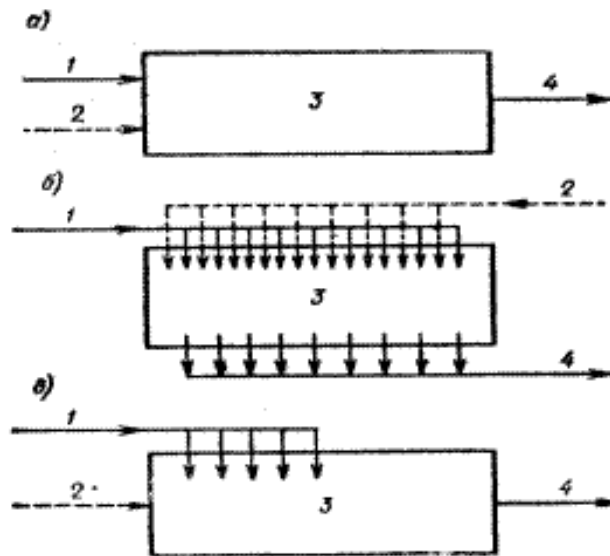


Рис. 3.5 - Види аеротенків
 a – аеротенки-витиснювачі; b – аеротенки-змішувачі,
 $в$ – аеротенки з розосередженим впуском стічної води:
1 – подача стічної води; 2 – подача поворотного активного мулу;
3 – аеротенк; 4 – випуск мулової суміші

Це особливо важливо при необхідності зняти залпові перевантаження активного мулу або через випадкові підвищення концентрації забруднень, або при непередбаченому надходженні токсичних або інших шкідливих для біологічних процесів речовин.

Аеротенки з нерівномірно розосередженим впуском стічних вод мають один суттєвий недолік – низькі швидкості окислення забруднень, які за всією довжиною споруди пропорційні $BCK_{повн}$ очищених стічних вод. Аеротенки з розосередженою подачею стічної води застосовують для очищення сумішей побутових і виробничих стічних вод [6].

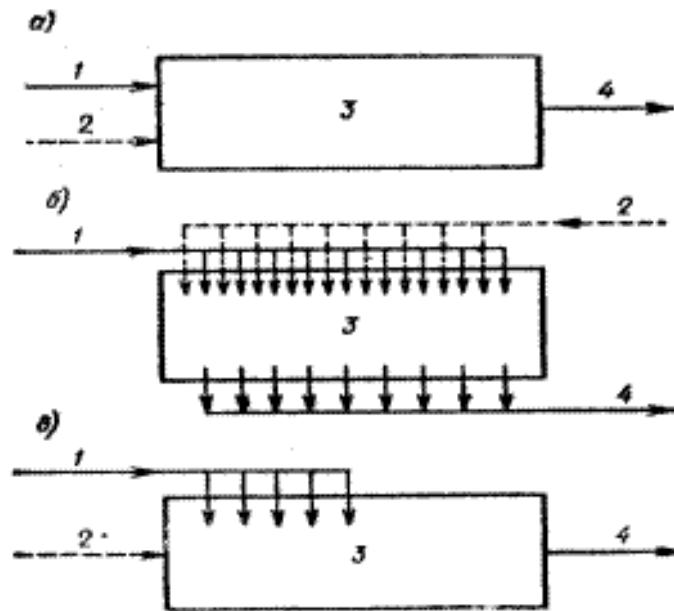


Рис. 3.5 - Види аеротенків

a – аеротенки–витиснювачі; *б* – аеротенки–змішувачі,
в – аеротенки з розосередженим впуском стічної води:
 1 – подача стічної води; 2 – подача поворотного активного мулу;
 3 – аеротенк; 4 – випуск мулової суміші

Якщо відстійні споруди мають прямокутну форму в плані (горизонтальні відстійники), то може влаштовуватись єдиний блок аеротенків з первинними та вторинними відстійниками, в якому до мінімуму зведена довжина комунікацій, що з'єднують ці споруди. Розроблені типові проекти таких блоків ємкостей з пропускною здатністю від 100 до 25000 м³/добу.

Аеротенки – витиснювачі (див. рис. 3.6.) являють собою великі бетонні або залізобетонні проточні резервуари прямокутного перерізу, розділені на ряд коридорів з шириною 6–18 м, висотою 4–5 м, в яких повільно рухається суміш активного мулу й стічних вод [4]. Аеротенки складаються з секцій, причому кожна з них ділиться поздовжніми перегородками, що не доходять до однієї з торцевих сторін, на 2, 3 і 4 коридори. Кількість секцій аеротенків повинна бути не менше двох, робочу глибину приймають 3–6 м, відношення ширини коридорів до робочої глибини – від 1:1 до 1:2.

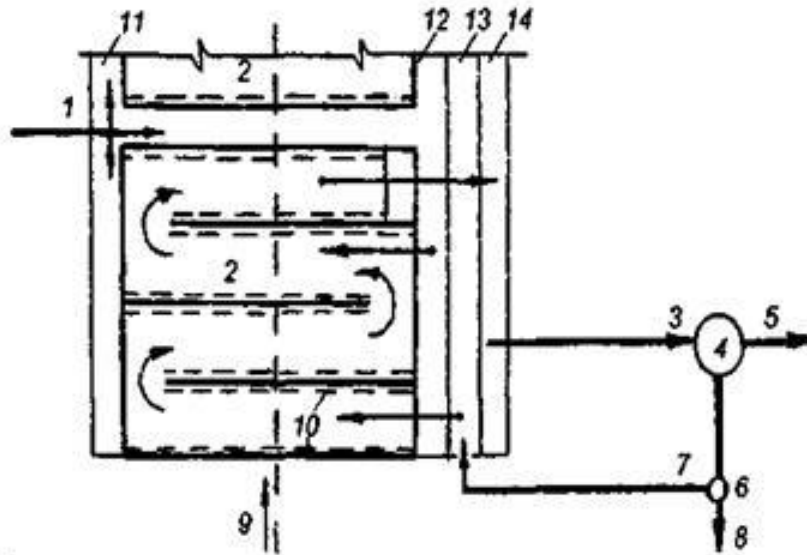


Рис. 3.6 - Аеротенк-витиснювач з регенерацією (50 %):

- 1 – стічна вода після первинних відстійників; 2 – коридори аерації;
 3 – мулова суміш з аеротенків; 4 – вторинний відстійник; 5 – очищена вода;
 6 – мулова камера; 7,8 – циркуляційний і надлишковий мул, відповідно;
 9 – повітря від повітродувок; 10 – аераційна система для розподілу повітря в аеротенку;
 11 – верхній розподільний канал; 12 – нижній розподільний канал;
 13 – канал активного мулу;
 14 – канал відведення суміші стічних вод і активного мулу до вторинних відстійників

За допомогою пневматичних або механічних пристроїв суміш води й активного мулу барботують повітрям, насичуючи її при цьому киснем. Все це забезпечує інтенсивне окислювання органічних речовин.

Розроблені типові проекти дво-, три- і чотирьокоридорних аеротенків-витиснювачів з великим діапазоном продуктивностей, аеротенків-змішувачів із шириною коридора 3, 4, 6 і 9 м і робочою глибиною 1,2 м з механічною аерацією, 4,5 м – з низьконапірною аерацією, а також 5 і 5,2 м – з пневматичною аерацією.

Коридорні аеротенки зазвичай обладнуються пневматичною системою аерації. Повітря диспергується за допомогою фільтросів, вкладених у бетонних каналах, що влаштовуються в дні аеротенка вздовж повздовжньої стінки його коридора.

3.3. Нові технічні рішення, щодо поліпшення біологічного очищення стічних вод в аеротенках

Останнім часом також з'явилася тенденція максимально інтенсифікувати процес біологічного очищення стічних вод в аеротенках,

використовуючи технічний кисень або повітря, збагачене киснем. Були розроблені нові споруди, що отримали назву *оксітенків* (див. рис. 3.7). Органічні речовини окислюються висококонцентрованим активним мулом (6 - 8 г/л) при високій концентрації розчиненого кисню (6-12 мг/л) зі швидкістю, що істотно перевищує швидкість очищення в традиційних аеротенках і дозволяє підвищити окислювальну потужність споруди по ГПК до 3 - 7 кг / (м³ · добу) [2].

Конструктивно оксітенк виконаний у вигляді резервуара круглої форми в плані з циліндричною перегородкою, яка розділяє весь обсяг на зону аерації (центральна частина) і відділювача мулу (по периферії). У середній частині циліндричної перегородки влаштовані вікна для перепуску мулової суміші із зони аерації в відділювач мулу; в нижній частині перегородки - вікна для надходження поворотного мулу в зону аерації [5].

Зона аерації обладнана герметичним перекриттям, на якому встановлюється електродвигун турбоаератора. На перекритті змонтований трубопровід подачі кисню і продувний трубопровід з електрозадвіжкі.

Відділювач мулу обладнаний пристроєм, що представляє собою радіально розташовані решітки з вертикальних стрижнів $d = 30 \dots 50$ мм, розташованих один від одного на відстані 300 мм [5].

У нижній частині решіток розміщується шарнірно підвішений скребок. Відділювач мулу працює зі зваженим шаром активного мулу, рівень якого стабілізується автоматично шляхом скидання надлишкового мулу через трубу.

Стічна вода надходить у зону аерації по трубі. Під впливом швидкісного напору, що розвивається турбоаератором, мулова суміш через вікна надходить в відділювача мулу. Завдяки напрямних щитків рідина в відділювачі мулу повільно рухається по колу. У поєднанні із пристроєм, все це значно інтенсифікує процес відділення та ущільнення мулу. Очищена вода проходить крізь шар зваженого активного мулу, доочищується від зважених і розчинених органічних речовин, надходить в збірний лоток і відводиться по

трубі. Зворотний активний мул опускається по спіралі вниз і через вікна надходить в камеру аерації.

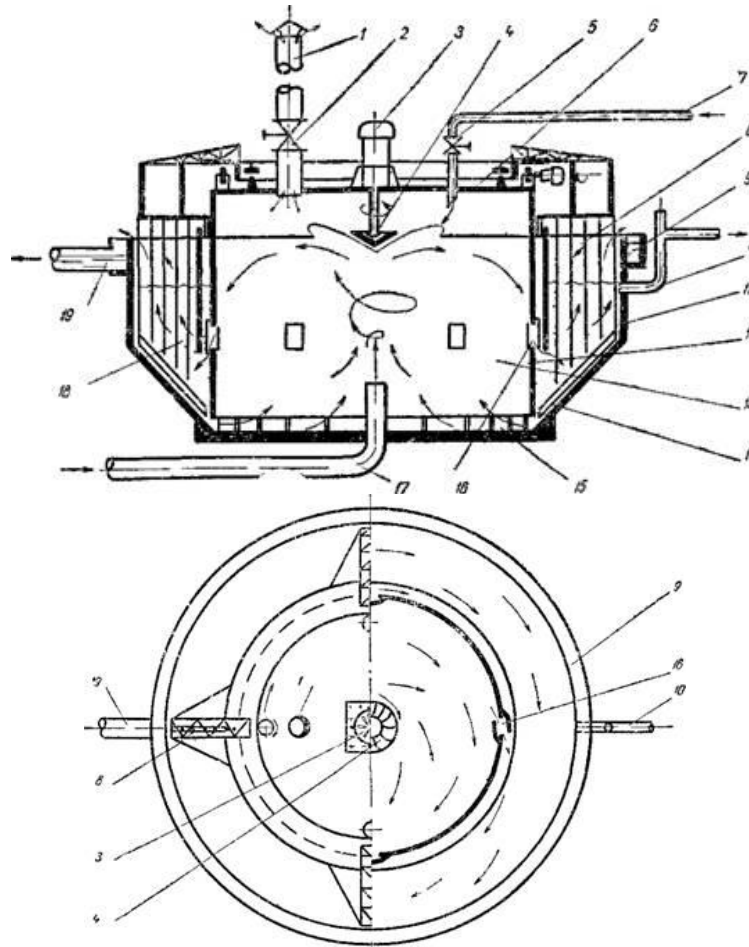


Рис. 3.7 - Оксітенк

- 1 - продувний трубопровід, 2 і 5 - засувки з електричним приводом, 3 - електродвигун;
 4 - турбоаератор, 6 - герметичне перекриття, 7-трубопровід подачі кисню
 8-вертикальні стрижні, 9 збірний лоток, 10 - труба для скидання надлишкового мулу,
 11 - круглий резервуар, 12 - циліндрична перегородка, 13-зона аерації, 14 - скребок ,
 15 - вікна для надходження віз Вратна мулу в зону аерації,
 16 - вікна для перепуску мулової суміші із зони аерації в ілоотдечі - тель,
 17 - труба для подачі стічної води в зону аерації, 18 - ілоотделителя,
 19 - труба для відводу очищеної води

Оксітенк обладнується системою автоматизації, що забезпечує подачу кисню в зону аерації в суворій відповідності зі швидкістю його споживання. Система автоматично підтримує задану концентрацію розчиненого кисню в мулової суміші оксітенка при будь-яких змінах складу, концентрації чи витрати стічної води. Відмінними ознаками оксітенка є висока ефективність використання подається кисню, значне скорочення загального обсягу споруди у зв'язку з двухцелевой використанням обсягів відділювача мулу, а також автоматичне регулювання подачі кисню у відповідності зі швидкістю його використання.

У газовій суміші над поверхнею води в зоні аерації оксітенка підтримується високий вміст кисню. Завдяки цьому стало можливим підтримувати високі концентрації розчиненого кисню в мулової суміші при низьких витратах електроенергії на його розчинення. Висока концентрація розчиненого кисню значно збільшує швидкість окислення і дозволяє підвищити дозу активного мулу в споруді [5].

Завдяки значному запасу розчиненого кисню в мулової суміші, що надходить в відділювач мулу, і її перемішуванню в циркуляційній зоні одночасно і інтенсивно протікають два процеси - біологічне окислення і поділ мулової суміші. У зоні зваженого фільтра також одночасно протікають два процеси - освітлення очищеної води і доокислення залишилися органічних речовин.

Оптимальними параметрами технологічного режиму оксітенка при очищенні стічних вод від хімічних виробництв є:

- концентрація розчиненого кисню 10-12 мг/л (в аеротенках 2-4 мг / л)
- доза мулу 6-8 г / л (в аеротенках 2,5-3 г/л)
- період аерації (включаючи перебування в відділювачі мулу) 2,5-3 год (в аеротенках 16-20 год).

Ефективність використання кисню в оксітенках 90-95%. При цьому окислювальна потужність оксітенков вище, ніж аеротенків, в 5-6 разів; капітальні витрати менше в 1,5-2 рази; експлуатаційні - в 2,5-3 рази [5].

3.4. Розрахунок аеротенків

У практиці проектування аеротенків використовуються три основні методи, які відрізняються між собою, по суті, методом визначення концентрації активного мулу в аеротенку.

По методу узагальнених рівнянь кінетики і методу Яковлева, цю величину беруть з досвіду експлуатації аеротенків для різних типів забруднень.

По методу Еккенфельдера, вона може бути визначена виходячи з оптимального навантаження по воді, що очищається, на одиницю маси

беззольної частини активного мулу, тобто, фактично, також з досвіду експлуатації подібного роду споруд [8].

Кінцевою метою розрахунку аеротенків є визначення їхніх об'ємів і витрати повітря, необхідних для досягнення потрібного ступеня очищення, а також об'єму надлишкового активного мулу, який утворюється в процесі очищення та підлягає постійному виведенню з аеротенків.

Вибір типу аеротенка (аеротенк–витиснювач, аеротенк–змішувач, аеротенк з розосередженим впуском стічних вод) і режиму його роботи (з регенерацією активного мулу або без неї) здійснюється виходячи з характеру очищуваних стічних вод (природи окислюваних забруднень, їхньої концентрації, режиму надходження й витрати стічних вод) та необхідного ступеня їх очищення.

Аеротенки–витиснювачі доцільно застосовувати при $BCK_{\text{повн}}$ стічних вод, що надходять до 300 мг/л, а аеротенки–змішувачі – при $BCK_{\text{повн}}$ до 1000 мг/л. Аеротенки–витиснювачі без регенераторів рекомендується застосовувати для очищення міських і близьких до них за складом виробничих стічних вод з $BCK_{\text{повн}}$ не більше 150 мг/л, при $BCK_{\text{повн}}$ до 300 мг/л – аеротенки–витиснювачі з регенераторами.

Об'єм аеротенків визначають за витратою стічних вод, що надходять на очищення, і тривалістю їх перебування в аеротенках (її називають також періодом чи тривалістю аерації). При розрахунку об'єму аеротенків користуються середньогодинною витратою за період аерації в години максимального припливу [8].

Витрата активного мулу, що рециркулює, при розрахунку об'єму аеротенків без регенераторів і вторинних відстійників не враховується.

При проектуванні аеротенків визначають період аерації залежно від принципу їх роботи й наявності регенерації активного мулу.

3.4.1. Розрахунок з використанням узагальнених рівнянь кінетики біохімічного окислення.

Початковим виразом для визначення необхідного часу перебування τ стічної рідини в аеротенку є очевидна функціональна залежність [8]:

$$L_n - L_\tau = \Delta L = f(L_n, a_{cm}, \tau, k) \quad (3.1)$$

де L_n і L_τ - концентрації забруднень в вихідній стічній воді і муловій суміші після аеротенка, виражені (наприклад, по БСК_{повн}) в г O_2 на 1 м³ рідини;
 a_{cm} - концентрація активного мулу (по сухій його частині) в аеротенку виражена в одиницях маси мулу в 1 м³ мулової суміші в споруді;
 k - константа швидкості біохімічного окислення, виражена $доба^{-1}, година^{-1}, c^{-1}$

Відповідно до теорії розмірності з вказаних у функції (3.1) змінних можна скласти три безрозмірні комплекси π_i з функціональним зв'язком між ними $f_1(\pi_1, \pi_2, \pi_3) = 0$, причому

$$\pi_1 = \frac{\Delta L}{L_n} - \text{ступінь вилучення забруднень із стічної води в споруді};$$

$\pi_2 = k \cdot \tau$ - критерій, що характеризує дану приватну кінетику окислення;

$$\pi_3 = \frac{L_n}{a_{cm}} - \text{навантаження забруднень на активний мул.}$$

Дані для отримання явного виду функції f_1 беруться, як правило, за результатами експлуатації промислових аеротенків для очищення міських стічних вод і узагальнюються по наступним рівнянням:

- для аеротенків витіснення

$$\pi_{1cm} = \frac{\pi_{2cm}}{b + 1,03 \cdot \pi_{2cm}} \quad (3.2)$$

де $b = 1,9 \cdot 10^{-2} \cdot \pi_{3cm} + 3 \cdot 10^{-3}$; індекс «3_{cm}» характеризує параметри змішення води на вході в аеротенк з рециркулятом активного мулу.

- для аеротенків змішення

$$\pi_2 = \frac{\pi_1}{(1 - \pi_1)^2} \cdot b \quad (3.3)$$

$$\text{де } b = 2,1 \cdot 10^{-2} \cdot \pi_3 + 5,6 \cdot 10^{-5}$$

3.4.2. Розрахунок аеротенків змішення по методу Еккенфельдера.

Для розрахунку аеротенків змішення, найбільш широко використовуваних для очищення промстоків і їх сумішей з побутовими водами достатньо коректним є метод Еккенфельдера, заснований на використанні дослідних значень констант швидкості процесу для стоків різної якості [8].

В цьому випадку основним рівнянням є:

$$\frac{L_n - L_\tau}{a \cdot \tau} = k_e \cdot L_\tau \quad (3.4)$$

де k_e - коефіцієнт, що показує, яка кількість води в одиницю часу можна подавати на очищення з розрахунку на 1 г беззольної частини активного мулу в аеротенку $m^3/(г \cdot годину)$;

Деякі дослідні значення k_e для аеротенків-змішувачів приведені нижче:

Міські стоки	0,0011 - 0,0017
Стоки підприємств синтетичного каучуку	0,0028
Стоки підприємств хімічної промисловості (із забрудненнями, придатними для біохімічного окислення)	0,00006
Стоки підприємств органічного синтезу	0,0015
Стоки нафтохімічних підприємств	0,00028

3.4.3. Розрахунок аеротенків-витіснювачів по методу Яковлєва.

При розрахунку аеротенка-витіснювача з регенератором або без нього по цьому методу необхідний час перебування стічної рідини τ_a в самому аеротенку визначають по емпіричному рівнянню (у годинах)

$$\tau_a = \left(2,5/a^{0,5}\right) \cdot \lg \frac{L_n}{L_\tau} \quad (3.5)$$

де a - концентрація активного мулу в аеротенку, г/л [8].

Час окислення забруднень стічних вод в спорудах (у аеротенку і регенераторі) τ_0 рівний:

$$\tau_0 = \frac{L_n - L_\tau}{a_{cp} \cdot (1 - s) \cdot \rho} \quad (3.6)$$

де a_{cp} - середня зважена (середня розрахункова) концентрація активного мулу в комплексі аеротенк - регенератор;

ρ - знайдена за дослідними даними середня питома швидкість окислення забруднень; при розрахунку часу τ_0 по формулі (3.6) дослідні значення ρ множаться на коефіцієнт 0,85, який визначає запас часу;

s - зольність мулу (~30 %).

3.4.4. Розрахунок аеротенку потужністю 25 тис. м³/добу

Вихідні дані:

- Потужність $Q = 25000 \text{ м}^3/\text{доб} = 1041,7 \text{ м}^3/\text{год}$
- БСК_{повн} води, що поступає, складає 360 мг/л;
- БСК_{повн} очищеної води, складає 30 мг/л;
- доза активного мулу, складає 3 г/л;
- максимальна швидкість окислення; для стічних вод азотної промисловості (приймаємо) 140 мг БСК_{повн}/Г*Г;
- концентрація розчиненого кисню (середня), складає 2мг/л;
- константа, що характеризує властивості органічних речовин, для стічних вод органічної промисловості (середня) - 6 мг БСК_{повн}/л;
- коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мула, для стічних вод азотної промисловості (середнє значення) - 1,11 г/л;
- константа, що характеризує вплив кисню, для стічних вод азотної промисловості (середнє значення) - 2,4 мгО₂/л;

Рішення:

1. Необхідний час перебування стічної рідини τ_a в самому аеротенку по формулі 3.5:

$$\tau_a = (2,5/3^{0,5}) \cdot \lg \frac{360}{30} = 1,6 \text{ год}$$

2. Формула 3.5 справедлива при середньогодовій температурі стічної води 15° С. При іншій температурі стічних вод тривалість аерації повинна бути помножена на відношення 15/ t° [7].

- зимовий період (+7°C):

$$\tau_a = \tau_a \cdot (15/t^\circ) = 1,6 \cdot (15/7) = 3,4 \text{ год} \quad (3.7)$$

- літній період (+23°C):

$$\tau_a = \tau_a \cdot (15/t^\circ) = 1,6 \cdot (15/23) = 1,1 \text{ год}$$

3. Швидкість окислення забруднень розраховують таким чином:

$$\rho = \rho_{\text{макс}} \frac{L_t \cdot C_0}{L_t C_0 + K_i C_0 + K_0 L_t} \cdot \left(\frac{1}{1 + \varphi_a} \right), \text{ мг/г/год} \quad (3.8)$$

де $\rho_{\text{макс}}$ – максимальна швидкість окислення

C_0 – концентрація розчиненого кисню, мг/л;

K_0 – константа, що характеризує вплив кисню

K_i – константа, що характеризує властивості органічних забруднень,
БСК_{повн}/л;

φ – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу

$$\rho = 140 \frac{30 \cdot 2}{30 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 2,4 \cdot 30} \cdot \left(\frac{1}{1 + 1,11} \right) = 27,4 \text{ мг/г/год}$$

Дослідні значення ρ множаться на коефіцієнт 0,85, який визначає запас часу:

$$\rho = 27,4 \cdot 0,85 = 23,3 \text{ мг/г/год}$$

4. Обчислюємо час окислення забруднень стічних вод в спорудах (у регенераторі та аеротенку) по формулі 3.6:

$$\tau_0 = \frac{360 - 30}{3 \cdot (1 - 0,3) \cdot 23,3} = 6,7 \text{ год}$$

5. Формула 3.6 справедлива при середньогодовій температурі стічної води 15° С. При іншій температурі стічних вод тривалість аерації повинна бути помножена на відношення 15/ t° [7].

- зимовий період (+7°C):

$$\tau_o = \tau_o \cdot (15/t^\circ) = 6,7 \cdot (15/7) = 14,3 \text{ год}$$

- літній період (+23°C):

$$\tau_o = \tau_o \cdot (15/t^\circ) = 6,7 \cdot (15/23) = 4,4 \text{ год}$$

6. Обчислюємо об'єм аеротенку:

- зимовий період:

$$V_a = Q \cdot \tau_a = 1041,7 \cdot 3,4 = 3541,8 \text{ м}^3 \quad (3.9)$$

- літній період:

$$V_a = Q \cdot \tau_a = 1041,7 \cdot 1,1 = 1145,9 \text{ м}^3$$

7. Обчислюємо об'єм регенератору:

- зимовий період:

$$V_p = Q \cdot \tau_o = 1041,7 \cdot 14,3 = 14896,3 \text{ м}^3 \quad (3.10)$$

- літній період:

$$V_p = Q \cdot \tau_o = 1041,7 \cdot 4,4 = 4583,5 \text{ м}^3$$

8. Загальний об'єм аеротенку з регенератором:

- зимовий період:

$$V = V_a + V_p = 3541,8 + 14896,3 = 18438,1 \text{ м}^3 \quad (3.11)$$

- літній період:

$$V = V_a + V_p = 1145,9 + 4583,5 = 5729,4 \text{ м}^3$$

9. За отриманими об'ємами обираємо наступні розміри аеротенка-витиснювача:

- зимовий період:

- a) ширина коридору $B = 6 \text{ м}$;
- b) число коридорів $n = 2$;
- c) робоча глибина аеротенку $H = 4,4 \text{ м}$.

- літній період:

- a) ширина коридору $B = 4,5 \text{ м}$;
- b) число коридорів $n = 2$;
- c) робоча глибина аеротенку $H = 3,2 \text{ м}$.

10. Довжина аеротенку розраховується по формулі:

- зимовий період:

$$L = \frac{V_a}{HnB} = \frac{3541,8}{6 \cdot 2 \cdot 4,4} = 67 \text{ м} \quad (3.12)$$

- літній період:

$$L = \frac{V_a}{HnB} = \frac{1145,9}{3,2 \cdot 2 \cdot 4,5} = 40 \text{ м}$$

11. Число коридорів регенератора n_p повинно дорівнювати числу коридорів аеротенку; приймаємо і в літній, и в зимовий період $n_p = 2$ [7];

12. Ширина коридору регенератора:

- зимовий період:

$$B_p = \frac{V_p}{LnH} = \frac{14896,3}{67 \cdot 2 \cdot 4,4} = 25 \text{ м} \quad (3.12)$$

- літній період:

$$B_p = \frac{V_p}{LnH} = \frac{4583,5}{40 \cdot 2 \cdot 3,2} = 18 \text{ м.}$$

13. Розчинність кисню повітря у воді на глибині занурення аераторів

$$C_p = C_T \frac{10,3 + \frac{h}{2}}{10,3} \text{ мг/л}, \quad (3.13)$$

де C_T – розчинність кисню повітря у воді, мг/л; приймаємо для $t = 7 \text{ }^\circ\text{C}$ $C_T = 11,99 \text{ мг/л}$; $t = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ $C_T = 8,68 \text{ мг/л}$;

h – глибина занурення аераторів, м приймаємо $h = 4 \text{ м}$.

- зимовий період:

$$C_p = 11,99 \frac{10,3 + \frac{4}{2}}{10,3} = 14,4 \text{ мг/л},$$

- літній період:

$$C_p = 8,68 \frac{10,3 + \frac{4}{2}}{10,3} = 10,4 \text{ мг/л},$$

14. Питома витрата повітря в аеротенку:

$$D = \frac{Z(L_n - L_t)}{K_1 K_2 n_1 n_2 (C_p - C)} \text{ м}^3/\text{м}^3 \text{ води} \quad (3.14)$$

де Z – питома витрата кисню, мг/мг; приймаємо $Z = 1,1$ [7];

K_1 – коефіцієнт, що враховує тип аератора: приймаємо дробнопузирчаті аератори, $K_1 = 1,47$;

K_2 – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів; $K = 2,52$;

n_1 – коефіцієнт, який залежить від температури стічних вод;

на зимовий період $n_1 = 1 + 0,02(t_{cp} - 20) = 1 + 0,02(7 - 20) = 0,74$;

на літній період $n_1 = 1 + 0,02(23 - 20) = 1,06$

n_2 – коефіцієнт, що враховує відношення швидкості переносу кисню в муловій суміші до швидкості переносу його в чистій воді; $n_2 = 0,85$;

C – середня концентрація кисню в аеротенку, мг/л; $C = 2$ мг/л.

- зимовий період:

$$D = \frac{1,1 \cdot (360 - 30_t)}{1,47 \cdot 2,52 \cdot 0,74 \cdot 0,85 \cdot (14,4 - 2)} = 12,6 \text{ м}^3/\text{м}^3 \text{ води},$$

- літній період:

$$D = \frac{1,1 \cdot (360 - 30_t)}{1,47 \cdot 2,52 \cdot 1,06 \cdot 0,85 \cdot (10,4 - 2)} = 12,9 \text{ м}^3/\text{м}^3 \text{ води}$$

Отримані результати розрахунку були зведені в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Результати розрахунку параметрів аеротенку

Найменування показника	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення	
			зимовий період	літній період
Час перебування стічної рідини в самому аеротенку	τ_a	год	3,4	1,1
Час окислення забруднень стічних вод в спорудах	τ_o	год	14,3	4,4
Об'єм аеротенку	V_a	м ³	3541,8	1145,9
Об'єм регенератору	V_p	м ³	14896,3	4583,5
Розміри аеротенка-вितиснювача:				
– ширина коридору	B	м	6	4,5
– число коридорів	n	шт.	2	2
– робоча глибина аеротенку	H	м	4,4	3,2
Довжина аеротенку	L	м	67	40
Ширина коридору регенератора	B_p	м	25	18
Розчинність кисню повітря у воді на глибині занурення аераторів	C_p	мг/л	14,4	10,4
Питома витрата повітря в аеротенку	D	м ³ /м ³ води	12,6	12,9
Проектна потужність	$Q_{пр.}$	м ³ /добу	11330	11330

Аеротенк – ємнісне проточне спорудження, яке аерується, з вільно плаваючим в обсязі оброблюваної води активним мулом, біонаселення якого використовує забруднення стічних вод в процесі своєї життєдіяльності і розмноження.

Існують різні конструкції аеротенків. Найбільшого поширення набули аеротенки-вितиснювачі, які можуть виконуватися без регенераторів

активного мулу і з регенераторами. Аеротенки-витиснювачі застосовують для очищення міських і подібних їм виробничих вод з БПК_{повн} до 500 мг/л, при цьому передбачається регенерація активного мулу, якщо БПК_{повн} води, що надходить на очищення, більше 150 мг/л [7].

В такій конструкції стічна вода й активний мул подаються зосереджено з однієї з торцевих сторін аеротенку, а випускаються також зосереджено з іншої торцевої сторони. Навантаження на активний мул знижується уздовж споруди. Такий вид аеротенка дозволяє забезпечити високу якість очищення. Аеротенки–витиснювачі доцільніше застосовувати за відсутності різких коливань витрати стічних вод і вмісту токсичних речовин.

Проектна потужність КП «Водоканал» на теперішній день складає 11,33 тис.м³/добу. Саме тому доцільніше використовувати аеротенки-відстійники, розрахунок яких наданий в наступному розділі. Аеротенки-відстійники рекомендується застосовувати на станціях біологічного очищення стічних вод продуктивністю до 50 тис. м³/добу

3.5. Система аерації в аеротенках

Система аерації – комплекс споруд і пристроїв, які забезпечують подачу та розділення повітря (O₂) і підтримання активного мулу у завислому стані. Функції системи аерації чисто фізичні – подача O₂ за одиницю часу при мінімальних затратах енергії і створення сприятливих гідродинамічних умов роботи аеротенків [5].

Аерація суміші стічної рідини з активним мулом на всій довжині аеротенка необхідна не тільки для того, щоб забезпечити мікроорганізми – мінералізатори достатньою кількістю кисню, але й для підтримання мулу у завислому стані. Кисень нагнітається в аеротенк повітродувками або засмоктується з атмосфери.

Отже, система аерації являє собою комплекс споруд і спеціального устаткування, що забезпечує рідину киснем, підтримку мулу у завислому стані й постійне перемішування стічної води з мулом.

За способом диспергування повітря у воді на практиці застосовують три системи аерації:

- пневматичну
- механічну
- комбіновану

Пневматична аерація. В аеротенки з пневматичною аерацією повітря подається повітродувками і надходить у рідину через аератори зазвичай фільтросного типу (див. рис. 3.8. *а, б, в*). Пневматичну аерацію підрозділяють на три типи залежно від розміру пухирців повітря:

- на дрібнобульбашкову (крупність пухирців повітря становить 1–4 мм)
- середньобульбашкову (5–10 мм)
- крупнобульбашкову (більше 10 мм).

Перевагами аеротенків з пневматичною аерацією є простота пристрою, невеликі енергетичні витрати на аерацію рідини. Недоліками таких систем аерації є досить великі за розміром пухирці повітря, а також необхідність у нагнітальних системах (повітродувках).

Коридорні аеротенки зазвичай обладнують пневматичною системою аерації. Повітря диспергується за допомогою фільтросів, вкладених у бетонних каналах, що влаштовуються в дні аеротенка вздовж поздовжньої стінки його коридора. У регенераторах зазвичай влаштовується більша кількість фільтросних каналів. Так, наприклад, у чотирьох–коридорному аеротенку з 50 % регенерацією в регенераторі (коридори I і II) вкладають по три, а в аеротенку (коридори III і IV) – по два ряди фільтросних каналів.

Останнім часом у таких аеротенках застосовують так звані тарілчасті (дискові) аератори з пружними перфорованими мембранами або трубчасті перфоровані аератори [2].

Механічна аерація. При механічній аерації (див. рис. 3.8. *г*) перемішування здійснюють механічними пристроями (мішалками, турбінками, щитками й т. п.), які забезпечують дроблення струменів повітря, залученого безпосередньо з атмосфери обертовими частинами аератора (ротором).

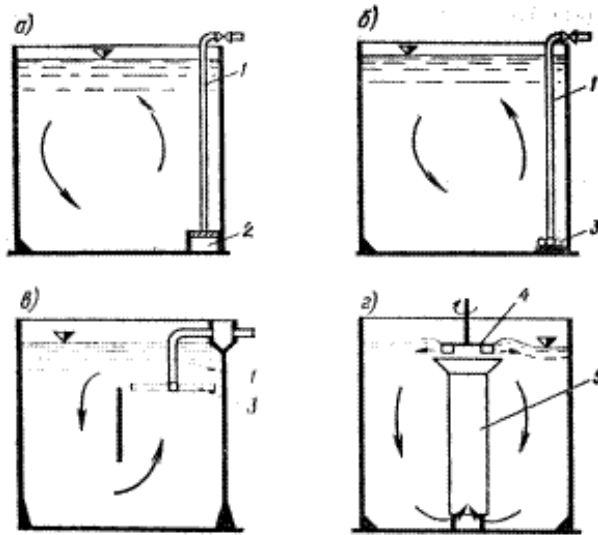


Рис. 3.8 - Системи подачі повітря у аеротенки:

- a* – пневматична дрібнобульбашкова; *б* – пневматична середньобульбашкова;
в – пневматична низьконапірна; *г* – механічна поверхнева;
 1 – повітряпідвідні стояки; 2 – повітряний канал з фільтросними пластинами;
 3 – дірчасті труби; 4 – поверхневий аератор дискового типу; 5 – стабілізатор потоку

Механічні аератори різноманітні конструктивно, та принцип їх дії однаковий: залучення повітря безпосередньо з атмосфери обертовими частинами аератора (ротором) і перемішування його з усім вмістом аеротенку. Механічні аератори є:

- по глибині розташування: імпелерні (кавітаційні), поверхневі;
- по розташуванню вісі обертання ротору: з горизонтальною і вертикальною осями обертання.
- по конструкції ротору: конічні, дискові, циліндричні, комплексні, турбінні, вінтові.

Механічна система аерації має привілеї перед пневматичною. Не потрібні повітродозподільчі пристрої, які здатні до забивання і заростання, системи повітропідводячих комунікацій, повітродувки і повітроочисні фільтри. Вони простіші по конструкції, доступні огляду і ремонту.

Недоліки: потрібні спеціальні заходи для забезпечення вертикальної циркуляції рідини, що змушує зменшити глибину аеротенка і збільшити їх площу, потрібна більша кількість аераторів при значних потужностях очисних споруд, що ускладнює їх експлуатацію.

Змішана або **комбінована система** поєднує в собі елементи пневматичної і механічної аерації.

Більшість станцій аерації оснащено пневматичними аераторами, з яких найбільш ефективні дрібнобульбашкові. Дрібнобульбашкова аерація забезпечує ефективність насичення рідини киснем в межах 2-3,3 кг/кВт-год електроенергії. До дрібнобульбашкових аераторів відносяться поруваті керамічні та пластмасові матеріали (фільтросні пластини, труби, дифузори), синтетичні тканини.

Переваги дрібнобульбашкових аераторів:

– конструктивні особливості аератора дозволяють швидко і легко зібрати прилад на місці установки. Також конструкція передбачає переміщення окремих складових, якщо в цьому виникла необхідність, або її доповнення новими елементами (наприклад, з метою подовження трубного аератора).

– перфоровані мембрани володіють високим ступенем еластичності й зносостійкості. Матеріали, з яких вони виготовляються, розраховані на використання в агресивних середовищах. Завдяки цьому мембранні системи насичення повітрям відрізняються більш тривалим терміном служби, ніж будь-які інші моделі аераторів.

– перфорація мембран для дрібнобульбашкових аераторів здійснюється на основі лазерних технологій. У пропускає поверхні мембрани створюється таким чином безліч рівномірно розподілених отворів необхідного розміру. Це дозволяє домогтися високого ефекту насичення води киснем (за рахунок постійного рівномірного освітлення дрібних бульбашок повітря).

– низький рівень закриваності мембрани забезпечується надійним закриттям отворів в паузах аерації.

– інтенсивність насичення води киснем в окремих зонах водойми може в разі потреби регулюватися.

– у басейнах та природних водоймах можлива придонна установка аераторів.

Якість роботи дрібнобульбашкових систем насичення води киснем перевірено довголітньою надійною експлуатацією у водопровідних системах, природних і штучних водоймах і в очисних спорудах.

3.6. Шляхи поліпшення системи аерації стічних вод в аеротенках

Відома система аерації в аеротенках для очищення стічних вод, в якій над відповідними ділянками дна аеротенках розташовані, щонайменше, дві зони: одна - нітрифікація, а інша - денітрифікація, причому в зоні нітрифікації в придонній частині відповідної ділянки дна аеротенках розташовані пневматичні аератори, а в зоні денітрифікації - механічні мішалки, що приводяться в дію за допомогою відповідних електромоторів[4].

Ця відома система аерації в аеротенках для очищення стічних вод має такі суттєві недоліки:

- на функціонування цієї системи потрібні високі енергетичні витрати, що обумовлено наявністю механічного (за допомогою механічної мішалки) перемішування активного мулу в зоні денітрифікації;

- при використанні цієї відомої системи очищення стічної води протікає не інтенсивно, тому що в зоні денітрифікації аеробне окислення повністю придушене через застосування тільки процесу механічного перемішування активного мулу [1].

Поліпшення системи аерації стічних вод в аеротенках можна досягти шляхом створення нової системи аерації в аеротенках для очищення стічних вод, в якій підвищена інтенсивність очищення стічних вод зі збільшенням швидкості процесу біологічного очищення стічних вод.

Поставлену задачу можна вирішити так, що в певній системі аерації в аеротенках для очищення стічних вод над відповідними ділянками дна аеротенках розташовані, щонайменше, дві зони, з яких одна - нітрифікація, а інша - денітрифікація, причому в зоні нітрифікації розташовані пневматичні аератори, які зібрані у відповідні модулі та розміщені в придонній частині відповідної ділянки дна аеротенка. Розмір цих зон залежить від вмісту органічних речовин і азоту в стічній воді і поворотному мулі, заданого технологічного режиму і вимог до якості очищених стоків).

Пропонована система аерації в аеротенках для очищення стічних вод (див. рис. 3.9) має аеротенк, в якому над відповідними ділянками його дна є, щонайменше, дві зони.

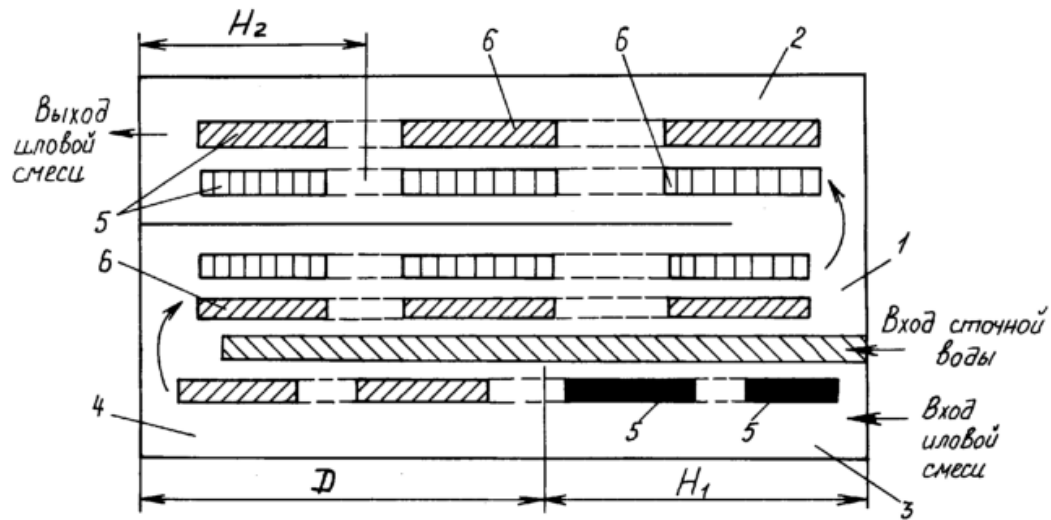


Рис. 3.9 - Загальна схема пропонованої системи аерації в аеротенках для очищення стічних вод

1 - аеротенк 2 - ділянки дна аеротенка, 3 – зона нітрифікації, 4 – зона денітрифікації, 5,6 - пневматичні аератори

Таке нове технічне рішення всією своєю сукупністю суттєвих відмінних ознак дозволяє створити систему аерації в аеротенках для очищення стічних вод, в якій підвищена інтенсивність очищення стічних вод з одночасним збільшенням швидкості процесу біологічного очищення стічних вод. Це обумовлено виконанням всіх зон аеротенка з пневматичними аераторами, які дозволяють утворювати в аеротенках широку смугу аерації.

В зоні денітрифікації широка смуга аерації із застосуванням середньо-і/або крупнобульбашкової аерації дозволяє, з одного боку, підтримувати активний мул в підвішеному стані при низькій інтенсивності аерації, що економить енерговитрати на перемішування мулової суміші, а з іншого боку, забезпечує кисневий режим, при якому інтенсивно протікає денітрифікація і зберігаються процеси нітрифікації і аеробного окислення органічних речовин, що в цілому інтенсифікує процес біологічного очищення.

У зонах нітрифікації можливість утворення широкої смуги аерації із застосуванням дрібнобульбашкової аерації дозволяє:

– більше кисню переводити в стічну воду з повітряних бульбашок, що при тій же подачі кисню у воду скорочує витрату повітря на аерацію, а значить дає економію електроенергії на подачу стисненого повітря;

– скоротити величину мінімально допустимої інтенсивності аерації, при якій забезпечується рівень перемішування для підтримки мулу в підвішеному стані, що виключає зайву витрату повітря і, отже, економить електроенергію.

4. РОЗРОБКА ОЧИСНОЇ СТАНЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Зате привести расчет материального баланса (в соответствии с новыми решениями).

На наявній Суходольській станції очищення, стічні води проходять низку заходів по очищенню, перш ніж скидаються в річку Сіверський Донець. Міра очищення є досить таки прийнятною, але не зовсім раціонально використовувати апарати, призначені для великої витрати води, коли насправді він менше майже в п'ять разів. Це пов'язано з тим, що очисна станція будувалася ще в радянські часи і розраховувалася на перспективу розвитку каналізаційної мережі як в містах, в центрі; так і на периферії, в селищах і селах. Але із-за політичної і економічної ситуації в країні на початку 90-х років розвиток зупинився. Тому сьогодні маємо ситуацію, що очисна станція розрахована на витрату води в 50 тис.м³/добу., а в реальності має витрату в 12 тис.м³/добу.

Виходячи з цього, необхідно розробити вдосконалену систему очищення стічних вод, економічнішу і ефективнішу. Але це не означає, що треба замінити усі, наявні на сьогодні, апарати очищення. З виконаного вище аналізу ми бачимо, що діюча станція досить не погано справляється з очищенням за винятком деяких речовин, зокрема БСК. Цей недолік якраз необхідно усунути.

Замість аеротенка-витискувача і вторинного радіального відстійника, що працюють сьогодні, які розраховані на дуже велику витрату води, доцільніше використовуватиме менш габаритний аеротенк-відстійник. Це дозволить також поліпшити якість біологічного очищення, що є актуальним в даному випадку, оскільки БСК значно перевищує допустиму норму.

4.1. Розроблена технологічна схема очищення стічної води КП

«Водоканал»

Розглянемо розроблену технологічну схему водоочищення стічних вод КП «Водоканал» (див. рис. 4.1), яка так само представлена механічним і біологічним очищенням.

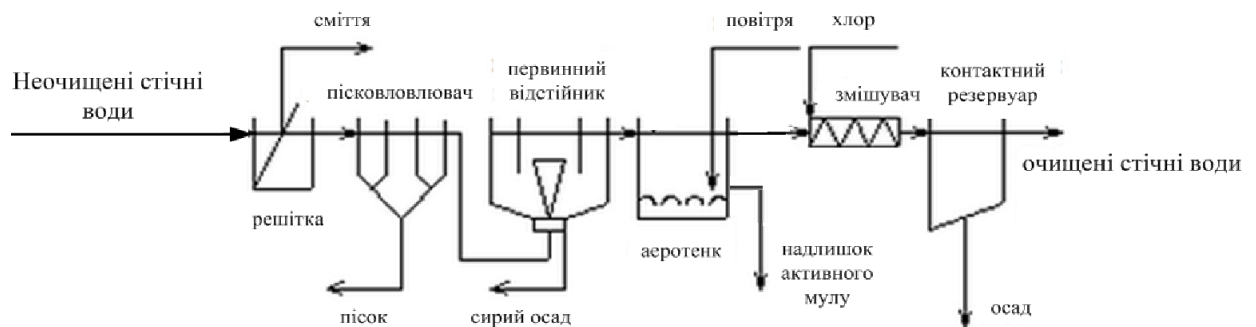


Рис. 4.1 – Розроблена технологічна схема водоочищення КП «Водоканал»

Решітка - перший пристрій в системі очисних споруд. Вони застосовуються для уловлювання крупних забруднень (ганчір'я, паперу, мачули та ін.). При очищенні води грати в основному грають роль захисних (від засмічень і поломок) споруд. Швидкість води в перетині, де встановлені грати, щоб уникнути осадження дрібних суспензій дорівнює 0,6 м/с.

Потім, очищена від великих часток, вода надходить далі, для уловлювання піску. При цьому використовуються *горизонтальний трьох бункерний піскоуловлювач*. Тривалість перебування стічної води не менше 30 сек. Вологість уловленого піску складає 60%, щільність - $1,5 \text{ т/м}^3$. Застосовується механізоване видалення піску, який складається на спеціальних піскових майданчиках.

Після того як стічні води очищаються від піску, вони надходять в *первинні радіальні відстійники* для освітлення. Діаметр первинних радіальних відстійників становить 20 м. Він являє собою круглий резервуар. Стічна вода подається в центр його і рухається від центру до периферії. Плаваючі речовини видаляють з поверхні води у відстійнику підвісним пристроєм і направляють їх в приймальний бункер або збірний лоток. Осад шкребками зрушують в пріямок відстійника і видаляють плунжерними

насосами, встановленими в насосній станції. Плаваючі речовини відводяться в спеціальний збірник.

Після первинних відстійників води надходять на біологічну очистку. На розробленій станції біологічне очищення представлено такою спорудою, як *аеротенк-відстійник*. Він поєднує в єдиному блоці аеротенк і вторинний відстійник, який працює з великою дозою активного мулу. Аеротенк-відстійник (див. рис. 4.2) являє собою прямокутний резервуар, розділених на зони аерації і відстоювання. Тривалість перебування мулу у відстійній зоні не перевищує 5-15 с. Швидкість входу у відстійну зону повинна бути 3-40 мм/с.

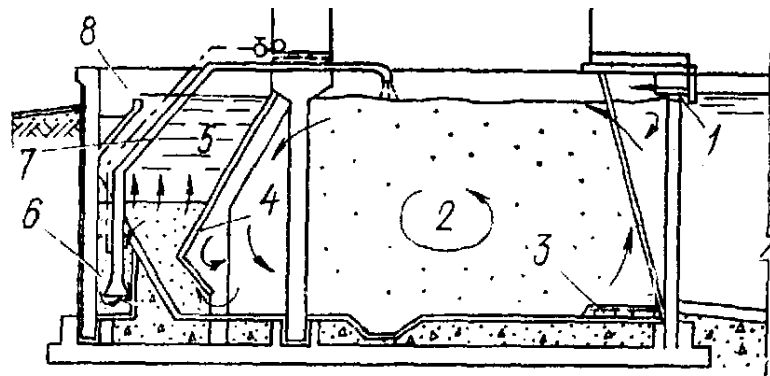


Рис. 4.2 - Аеротенк-відстійник з примусовою циркуляцією активного мулу:
1 - подача початкової стічної води; 2 - зона аерації; 3 - фільтросні канали для подачі повітря; 4 - розділова перегородка із козирком, що направляє струмінь;
5 - зона відстоювання; 6 - муловий бункер; 7 - ерліфт; 8 - лоток, що відводить.

Відмітною особливістю цієї установки є те, що в ній функціонально пов'язані процес біохімічного очищення стічних вод і процес освітлення очищеної води. Розподіл споруди на зони аерації і відстоювання відбувається за допомогою похилих перегородок, що утворюють щілину для руху мулової суміші. Стічна вода виливається в зону аерації у верхній частині каналу, при цьому до деякої міри забезпечується протитечійний рух стічної води і повітря, що подається через аераційну систему, укладену в придонній частині споруди. Повернення мулу з відстійної зони в зону аерації здійснюється примусово, за рахунок ерліфта.

Далі стічна вода надходить до *хлораторної* для знезараження.

Після проходження усіх методів очищення вода поступає в резервуар чистої води, і звідти насосами по колектору очищена вода скидається в річку Сіверський Донець.

4.2. Розрахунок аеротенка-відстійника

Необхідно розрахувати основні параметри аеротенка-відстійника для повного біологічного очищення побутових стічних вод.

Для того, щоб розрахувати параметри необхідно знати БСК_{повн.} на вході в очисні споруди і необхідне на виході. За даними КП "Водоканал" є дані по БСК₅ на вході. Необхідною концентрацією на виході ми задаємося при розрахунку параметрів, щоб забезпечити умови для потрібної міри очищення.

Оскільки на очищення поступають скидання з трьох джерел, треба визначити середню концентрацію на вході.

Розрахунок робиться по наступній формулі:

$$C_{\text{БПК5ср}} = \frac{\sum C_i \cdot Q_i}{\sum Q_i} = \frac{120 \cdot 1200000 + 120 \cdot 2021400 + 103,3 \cdot 1100000}{1200000 + 2021400 + 1100000} = 115,7 \text{ мг/л}, \quad (4.1)$$

де C_i - концентрація речовини, що скидається одним джерелом, міліграмом/л;

Q_i - витрата води від одного джерела, м³/рік

Для того, щоб визначити БСК_{повн.}, необхідно середню концентрацію на вході і концентрацію на виході помножити відповідно на коефіцієнт 1,39 і 1,14.

$$L_n = 115,7 \cdot 1,39 = 160,8 \text{ мг/л}$$

$$L_t = 3 \cdot 1,14 = 3,42 \text{ мг/л}$$

Необхідна тривалість окислення забруднень в аеротенку для зміни БСК_{повн.} стічних вод з L_n до L_t визначається по формулі:

$$t = \frac{L_n - L_t}{a \cdot (1 - S) \cdot \rho} = \frac{160,8 - 3,42}{3,7 \cdot (1 - 0,3) \cdot 19,5} = 3,1 \text{ год} \quad (4.2)$$

де a - доза (концентрація) активного мулу в аеротенку, кг/м³, приймаємо по таблиці 4.1.

S - зольність мулу в долях одиниці; для аеротенків на неповне і повне очищення приймається $S = 0,3$;

ρ - середня швидкість окислення забруднень, міліграм БСК_{повн.} на 1 г беззольної речовини мулу за годину; $\rho = 19,5$ мг БСК_{повн.} на 1г беззольної речовини мулу за годину

Табл. 4.1 - Доза мулу в аеротенках залежно від БСК_{полн} стічної води

БСК _{повн.} стічної води, мг/л	Доза мулу α , кг/м ³	
	У аеротенку без регенератора	У аеротенку- відстійнику
До 100	1,2	3
Понад 100 до 150	1,5	3,4
Понад 150 до 200	1,8	3,7
Понад 200	1,8.3	4.5

Робочий об'єм аеротенка (зони аерації) визначається:

$$V = Q_{год} \cdot t = 500 \cdot 3,1 = 1550 \text{ м}^3, \quad (4.3)$$

де $Q_{год}$ - годинна витрата стічних вод через аеротенк, м³/год, $Q_{год} = 500$ м³/год

За отриманим обсягом приймаємо наступні основні параметри зони аерації :

- ширина коридору $B_k = 4,5$ м;
- число коридорів $n = 2$;
- робоча глибина $H = 4,4$ м.

Довжина аеротенку:

$$L = \frac{V}{HnB} = \frac{1550}{4,4 \cdot 2 \cdot 4,5} = 39,1 \text{ м}$$

Приріст мулу в аеротенку визначуваний по формулі:

$$Pr = 0,8 \cdot B + 0,3 \cdot L_n = 0,8 \cdot 81 + 0,3 \cdot 160,8 = 113,04 \text{ г/м}^3 \quad (4.4)$$

Розчинність кисню повітря у воді на глибині занурення аераторів:

$$C_p = C_m \cdot \frac{10,3 + \frac{h}{2}}{10,3} = 9,09 \cdot \frac{10,3 + \frac{4,2}{2}}{10,3} = 10,9 \text{ мг/л}, \quad (4.5)$$

де C_m - розчинність кисню повітря у воді при середньомісячній температурі стічної води за літній період t_{cp} , мг/л; для $t_{cp} = 200 \text{ C}^\circ$ $C_m = 9,09$ мг/л;

h - глибина занурення аераторів, м приймаємо $h = 4,2$ м

Питома витрата повітря в аеротенку:

$$D = \frac{Z \cdot (L_n - L_t)}{K_1 \cdot K_2 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot (C_p - C)} = \frac{1,1 \cdot (160,8 - 3,42)}{1,68 \cdot 2,84 \cdot 1 \cdot 0,64 \cdot (10,9 - 2)} = 6,4 \text{ м}^3/\text{м}^3 \text{ води (4.6)}$$

де Z - питома витрата повітря, мг/мг знятої БСК_{повн}; для повного очищення приймаємо $Z = 1,1$ мг/мг;

K_1 - коефіцієнт, що враховує тип аератора: приймаємо дрібнобульбашкові аератори, для яких, задавшись відношенням площі зони (f), що безпосередньо аерується, до загальної площі зони аерації (F) - $f/F = 0,2$, по таблиці 4.2., знаходимо $K_1 = 1,68$;

K_2 - коефіцієнт, залежний від глибини занурення аераторів h ; по таблиці 4.3 для $h = 4,2$ $K_2 = 2,84$;

n_1 - коефіцієнт, залежний від температури стічних вод; $n_1 = 1 + 0,02 \cdot (t_{cp} - 20) = 1 = 0,02 \cdot (20 - 20) = 1$;

n_2 - коефіцієнт, що враховує відношення швидкості перенесення кисню в муловій суміші до швидкості перенесення його в чистій воді; приймаємо по таблиці 4.2., $n_2 = 0,64$;

C - середня концентрація кисню в аеротенку, мг/л; приймаємо $C = 2$ мг/л.

Таблиця 4.2 - Значення коефіцієнтів K_1 , n_2 і максимальної інтенсивності аерації I_{max} [7]

f/F	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,75	1,00
K_1	1,34	1,47	1,68	1,89	1,94	2,00	2,13	2,30
N_2	0,59	0,59	0,64	0,66	0,72	0,77	0,88	0,99
I_{max} ($\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$)	5	10	20	30	40	50	75	100

Таблиця 4.3 - Значення коефіцієнта K_2 і мінімальної інтенсивності аерації I_{min} [7]

$h, \text{м}$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	3	4	5	6
K_2	0,40	0,46	0,60	0,80	0,90	1,00	2,08	2,52	2,92	3,30
I_{min}	48	42	38	32	28	24	4	3,5	3	2,5

Ширину аератора визначимо по формулі:

$$b_a = B_k \cdot \frac{f}{F} = 4,5 \cdot 0,2 = 0,9 \text{ м} \quad (4.7)$$

Інтенсивність аерації :

$$I = \frac{DH}{t} = \frac{6,4 \cdot 4,4}{3,1} = 10,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}, \quad (4.8)$$

де H - робоча глибина аеротенка; $H = 4,4$ м

Отримане значення інтенсивності аерації більше мінімального (I_{min} по таблиці. 4.3) і менше максимальною (I_{max} по таблиці. 4.2) Площа зони f , що аерується, дорівнює 20% [7] загальній площі аеротенка і питома витрата повітря визначені правильно.

Загальна площа аеротенка (зони аерації) :

$$F = \frac{V}{H} = \frac{1550}{4,4} = 352 \text{ м}^2 \quad (4.9)$$

Площу прохідного перерізу між нижньою гранню козирка, що направляє струмінь, та днищем споруди визначимо з умови руху стічної води в ньому зі швидкістю не більше 3 мм/с (задаємося $\omega_{коз} = 2,8 \text{ мм/с}$):

$$f_{коз} = \frac{Q_{год1}}{3,6 \cdot \omega_{коз}} = \frac{250}{3,6 \cdot 2,8} = 25 \text{ м}^2, \quad (4.10)$$

де $Q_{год1}$ - годинна витрата стічних вод через один коридор (аеротенк-відстійник), $\text{м}^3/\text{год}$; $Q_{год1} = 500 / 2 = 250 \text{ м}^3/\text{год}$.

Відстань між нижньою гранню козирка, що направляє струмінь, та днищем споруди :

$$h_{коз} = \frac{f_{коз}}{L} = \frac{25}{39} = 0,64 \text{ м} \quad (4.11)$$

Визначимо розрахункову швидкість зони відстоювання на половині робочої глибини споруди (на межі розділу освітлення рідина - зважений шар активного мулу) :

$$\omega = \frac{Q_{год1}}{3,6 \cdot w} = \frac{250}{3,6 \cdot 0,36} = 193 \text{ м}^2, \quad (4.12)$$

w - допустима швидкість висхідного потоку в розрахунковому перерізі, мм/с; приймаємо по таблиці. 4.4., для концентрації мулу $a = 3,7 \text{ г/л}$ $w = 0,36 \text{ мм/с}$ (визначили методом інтерполяції).

Таблиця 4.4 - Допустима швидкість висхідного потоку в аеротенках-відстійниках [7]

Концентрація мулу a , г/л	3	4	5
Допустима швидкість w , мм/с	0,5	0,3	0,25

Ширина зони відстоювання в цьому місці:

$$b_{cp} = \frac{\omega}{L} = \frac{193}{39} = 4,9 \text{ м} \quad (4.13)$$

Площу перерізу найбільш вузької частини зони відстоювання визначаємо за швидкістю руху мулової суміші, що приймається залежно від концентрації мулової суміші в межах 4...10 мм/с. Прийmemo $w_{\text{вуз}} = 6 \text{ мм/с}$. Тоді:

$$f_{\text{вуз}} = \frac{Q_{\text{зодл}}}{3,6 \cdot w_{\text{вуз}}} = \frac{250}{3,6 \cdot 6} = 11,5 \text{ м}^2 \quad (4.14)$$

Ширина цієї частини зони відстоювання:

$$b_{\text{вуз}} = \frac{f_{\text{вуз}}}{L} = \frac{11,5}{39} = 0,29 \text{ м} \quad (4.15)$$

Подача стічної води в зону аерації аеротенка-відстійника здійснюється розосереджено по довжині споруди. Відстань між впусканнями приймаємо 4...5 м і рівну відстані між муловими бункерами. Таким чином, на довжині аеротенка-відстійника може бути розташовані 8 бункерів, а в усьому спорудженні $n_{\text{б}} = 16$ з відстанню між сусідніми бункерами 4,87 м.

Витрата циркулюючого активного мулу :

$$q = Q_{\text{зодл}} \frac{a}{a_{\text{в}} - a} = 500 \cdot \frac{3,7}{4,6 - 3,7} = 2055 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (4.16)$$

де $a_{\text{в}}$ - концентрація мулу в зваженому шарі, г/л; приймаємо залежно від a по таблиці. 4.5; у нашому випадку $a_{\text{в}} = 4,6$ (визначили методом інтерполяції).

Таблиця 4.5 - Значення концентрації активного мулу в зваженому шарі відстійної зони аеротенка-відстійника [7]

a , г/л	2	3	4	5	6	7	8
$a_{\text{в}}$, г/л	3	4,2	5,5	6,4	7,2	7,9	8,7

Для примусової циркуляції активного мулу в зоні відстоювання передбачені мулові бункери з ерліфтами. Площу мулових бункерів визначаємо по формулі:

$$F_{\text{б}} = \frac{(Q_{\text{в}} + q) \cdot a}{3,6 \cdot u \cdot a_{\text{в}}} = \frac{(500 + 2055) \cdot 3,7}{3,6 \cdot 7 \cdot 4,6} = 81,6 \text{ м}^2 \quad (4.17)$$

де q - витрата циркулюючого мулу, м³/год;

a - концентрація активного мулу в зоні аерації, г/л;

u - швидкість осадження мулу в бункері, мм/с; приймаємо $u = 7 \text{ мм/с}$.

Площа одного бункера :

$$f_{\bar{o}} = F/n_{\bar{o}} = 81,6 / 16 = 5,1 \text{ м}^2 \quad (4.18)$$

Квадратний бункер із стороною рівною:

$$e_{\bar{o}} = \sqrt{f_{\bar{o}}} = \sqrt{5,1} = 2,36 \text{ м} \quad (4.19)$$

Конструктивні параметри аеротенка-відстійника розраховані і тепер можна зробити висновки про перевагу впровадження розробленого апарату очищення.

Вище неодноразово згадувалося про недоцільність використання великогабаритних апаратів для різних методів очищення. Це стосується і біологічного методу.

На очисних спорудах для біологічного та післябіологічного очищення використовувалися два апарати: трьохкоридорний аеротенк-витискувач і вторинні радіальні відстійники. Ці апарати мають дуже великі розміри. Ми ж пропонуємо замінити їх на одну компактнішу споруду - аеротенк-відстійник.

Щоб довести перевагу розробленого апарату порівняємо його габарити з розмірами існуючих апаратів. Загальна площа розробленого нами аеротенка-відстійника дорівнює 352 м^2 , тоді як використовуваного аеротенка-витискувача 2698 м^2 . І це тільки при порівнянні з одним апаратом, а ми замінюємо відразу два. Площа вторинного радіального відстійника складає 314 м^2 , а їх встановлено чотири, тобто загальна площа 1256 м^2 . Відповідно при зменшенні площі зменшуються витрати на ремонт і експлуатацію, кількість обслуговуючого персоналу. Для роботи аеротенка і відстійника потрібна електроенергія (постійна подача повітря в аератори, відкачування мулу ерліфтами, робота насосів, освітлення та ін.).

Необхідна тривалість окислення забруднень в аеротенку для зміни $\text{БСК}_{\text{повн}}$ стічних вод дорівнює 3,1 год. Робочий об'єм аеротенка 1550 м^3 . Були прийняті основні параметри зони аерації ширина коридору $B_{\kappa} = 4,5 \text{ м}$; число коридорів $n = 2$; робоча глибина $H = 4,4 \text{ м}$. Довжина аеротенку $39,1 \text{ м}$. Питома витрата повітря в аеротенку склала $6,4 \text{ м}^3/\text{м}^3$ води. Визначена інтенсивність аерації $10,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$.

Не менш важливим питанням є ефективність очищення. Розроблений апарат дозволить очищати БСК до норм ГДК. Це досягається заданою мірою очищення і необхідними для неї конструктивними параметрами.

Економічні показники усієї запропонованої очисної споруди і аеротенка-відстійника у тому числі, детально розглянуті в наступному підрозділі.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Охорона праці

5.1.1. Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- та вибухонебезпечність речовин, що застосовано та добуто на виробництві, яке проектується

Таблиця 5.1 - Основні фізико-хімічні властивості речовин

№ П/П	Назва сполуки		Емпірична формула	Структурна формула	Агрегатний стан за н.у.	Температура плавлення, °С	Температура кипіння, °С
	Раціональна номенклатура	Систематична номенклатура					
1	Хлор	хлор	Cl ₂	Cl=Cl	газ	-103	-34,6
2	Водень	водень	H ₂	H-H	газ	-259,2	-252,8
3	Метан	метан	CH ₄	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	газ	-182,49	-161,49
4	Двоокис вуглецю	Вуглекислий газ	CO ₂	O=C=O	газ	-78,5	-56,6
5	Сірководень	сірководень	H ₂ S	H—S—H	газ	-85,7	-60,38
6	Аміак	аміак	NH ₃	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	газ	-80	-36

Таблиця 5.2 - Характеристика токсичності

№ п/п	Сполука	Клас шкідливості	Характер дії на організм людини	Гранично допустима концентрація				Зособи індивідуального захисту	
				в повітрі, мг/м ³			в воді, мг/л		
				робочої зони	населеного пункту		ГДК		ГПК
					максимальна разова	середньодобова			

1	Хлор	2	Подразнює дихальні шляхи. Може викликати набряк легень. Отруєння високими концентраціями може привести до миттєвої смерті	1			350	0,3	Фільтруючий промисловий протигаз марки В, М або БКФ
2	Водень	2	Фізіологічно інертний газ, за високих концентрацій викликає задуху						Фільтруючі протигазу марки М, шлангові протигазу ПШ-1, ПШ-2
3	Метан	4	Має слабку наркотичну дію, може викликати гостре отруєння	300	5	3			Фільтруючий промисловий протигаз марки А, ізолюючі шлангові протигазу ПШ-1, ПШ-2, ДПА-5, респіратори - РКК-1, РКК-2, РКК-2ш, ДПА-5
4	Двоокис вуглецю	4	Сильно токсичний, кров'яна отрута, викликає головний біль, запаморочення, блювоту, сповільнює подих, судороги і загибель.	20	5	3			Фільтруючі протигазу марки СО
5	Сірководень	3	Робить загально токсичну (поразка рогової, ядуха, спазм глотки, набряк легень), що дратує (сльозотечу, кашель, кон'юнктивіт) дію	10	0,008	0,008	0,05		Фільтруючі промислові протигазу марки М, КД
6	Аміак	4	Викликає подразнення слизових оболонок,	20			2		застосування промислових протигазів зі спеціальними

			дихальних, шляхів, очей, легень, шкіри						коробками марки "ДО" або "М" або ізолюючих протигазів (Ш-4)
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблиця 5.3 - Показники вибухо- і пожежонебезпечності

№ п/п	Сполука	Температура спалаху °С	Температура запалення, °С	Межі розповсюдження полум'я концентраційні,				Межі спалахування температурні, °С	
				г/м ³		% об.		нижній	верхній
				нижній	верхній	нижній	верхній		
1	Метан	-	645	95	500	5	15		537
2	Сірководень	-	246			4,3	46	46	246
3	Водень	-	510	3,4	66,4	4,0	7,5	-	-

5.1.2. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори на виробництві, що проектується або досліджується

Робота на очисних спорудах пов'язана з небезпечними і шкідливими виробничими чинниками, які при тривалій дії можуть викликати у робочих професійні захворювання.

Для операторів небезпечний контакт із стічною рідиною. Наявність в неочищеній стічній воді патогенних мікроорганізмів може привести до зараження черевним тифом, паратифом, дизентерією.

При обслуговуванні відстійників на відкритому повітрі, в сирих умовах, при різких змінах температур можливі обмороження. Хлор вживаний для знезараження стічної рідини, надає дратівливу дію на шкіру і слизисту оболонку, дихальні шляхи й очі, може викликати опіки та обмороження.

У колодязі можуть знаходитися шкідливі для організму газів: метан, двоокис вуглецю, сірководень, аміак. Вдихання таких газів може викликати отруєння організму з тривалою втратою працездатності, а при великих концентраціях до смертельного результату.

Згідно закону України «Про охорону праці» (ст. 101), видача працівникам спецодягу та інших засобів, проводиться індивідуально. Захисту змиваючих і знезаражувальних засобів (на роботах з шкідливими і небезпечними умовами праці працівників) видаються безкоштовно, по

встановлених нормах, спеціальний одяг, спеціальне взуття, а також змиваючі і знезаражувальні засоби.

Оператори очисних споруд повинні бути забезпечені:

- комбінезоном х/б - 12 місяців;
- фартухом гумовим - 6 місяців;
- чоботи гумові - 12 місяців;
- рукавичками - чергові:

Взимку додатково:

- куртка х/б на утепленій підкладці - 36 місяців
- брюки х/б - 36 місяців;
- пояс рятувальний - черговий;
- каска;
- протигаз ПШ;
- рукавички діелектричні;
- боти діелектричні.

При експлуатації запроектованих систем і споруд каналізації широко використовується вібраційна техніка, різні механізми. В результаті робочі піддаються впливу несприятливих наслідків високих рівнів вібрації. Як правило, наслідком вібрації є шум, тому робочі відчують спільну дію шуму та вібрації. Вплив вібрації негативно позначається на здоров'ї, погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці, іноді призводить до професійного захворювання - віброзахворювань. Основними джерелами вібрації є решітки-дробарки, центрифуги, насосне обладнання.

Електромонтажні роботи при експлуатації запроектованих систем і споруд відповідно до правил техніки безпеки, повинні виконуватися після зняття напруги з усіх струмоведучих частин, що знаходяться в зоні проведення робіт, їх від'єднання від діючої частини електроустановки, забезпечення видимих розривів електричного кола та заземлення від'єднаних струмоведучих частин.

5.1.3. Класифікація і категорійність виробництва і його приміщень, що проектуються або досліджуються

Згідно з нормативними документами приміщення відносяться до відповідних категорій за вибухопожежонебезпекою. На підставі цього нормативного документа будівлю запроектованої насосної станції відноситься до категорії Д по пожежній небезпеці. Приміщення станції очистки стічних вод, окрім приміщення ЕФК-апаратів, мають також категорію Д по пожежній небезпеці. Вибухонебезпечні будівлі та споруди згідно з "Правилами улаштування електроустановок" розділяються по класах. Все обладнання в приміщенні ЕФК-апаратів передбачено в вибухозахищеному виконанні, відповідному категорії та групі вибухонебезпечності, приміщення відділяється від невибухонебезпечних газонепроникним стінками, канали з трубопроводами засипаються піском; приміщення обладнується блискавкозахисним пристроєм; в приміщенні передбачається припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням.

Таблиця 5.4 - Класифікація основних відділень і зовнішніх установок за вибухопожежністю

№ п/п	Найменування	Категорія приміщення	Примітка
1	Категорія виробництва за вибухота пожежонебезпечністю	Д	Непальні речовини і матеріали в холодному стані.
2	Клас приміщень або зон згідно до правил електроустановок	В-Па	Зони, розташовані в приміщеннях, у яких небезпечні стани не виникають при нормальній експлуатації, а можливі тільки в результаті аварій або несправностей
3	Клас приміщення за ступенем ураження електричним струмом від стану навколишнього середовища	з підвищеною безпекою	Приміщення характеризується вогкістю і струмопровідними статями (залізобетонні), що приводить до підвищеної небезпеки.
4	Клас і група за санітарною характеристикою	1б	

Під метеорологічними умовами розуміються кілька факторів, що впливають на людину: температуру, вологість і швидкість руху повітря. Сукупність цих факторів називається виробничим мікрокліматом. Метеорологічні умови виробничого середовища регламентуються нормативними документами. Цими документами встановлено оптимальні та допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень в залежності від сезону року і важкості робіт. Роботи по експлуатації проектованої станції очищення промислових стічних вод відносяться до робіт середньої тяжкості категорії. Оптимальні і допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень для категорії робіт наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Нормативні параметри мікроклімату в станції очищення стічних вод

Пора року	Параметри мікроклімату					
	оптимальні			допустимі		
	температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	Швидкість руху повітря, м/с	відносна вологість, %	температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	Швидкість руху повітря, м/с	відносна вологість, %
Холодний і перехідний періоди року	17-19	$\leq 0,3$	40 – 60	15 – 21	$\leq 0,4$	≤ 75
Теплий період року	20-22	$\leq 0,4$	40 – 60	на 3°C вище t° зовнішнього повітря, $< 28^{\circ}\text{C}$	0,3 – 0,7	55 – 75

5.1.4. Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

5.1.4.1. Вентиляція та опалення виробничих приміщень

Для забезпечення нормальних метеорологічних умов в будівлі очисної станції передбачені системи вентиляції та опалення. При проектуванні установок для електрохімічного очищення стічних вод важливим питанням є забезпечення необхідного ступеня вентиляції виробничого приміщення.

У будівлі очисних споруд запроектована припливно-витяжна вентиляція з механічним і природним спонуканням.

Природний повітрообмін відбувається через фрамуги вікон і світлових ліхтарів, допомогою яких можна регулювати напрямок і швидкість руху повітря в приміщенні будівлі очисних споруд.

Механічна система вентиляції працює за рахунок напору, створюваного вентилятором.

Кількість повітря, яке необхідно подавати в приміщення, визначається за формулою:

$$W = K * V = 8 \cdot 1620 = 12960, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.1)$$

де K – кратність повітрообміну (6 – 10), 1/годину, $K=8$ 1/год [10];

V – об'єм робочого приміщення, м^3 , $V=1620 \text{ м}^3$.

Вибираємо вентилятор типу В-Ц4-70 (1-е виконання):

- Продуктивність – 16200 $\text{м}^3/\text{годину}$;
- Номер вентилятора – 8,00;
- Напір – 95 мм. Вод. Ст.;
- Частота обертання – 1000 об/хвилину;
- Тип електродвигуна – 4А132М6;
- Потужність електродвигуна – 7,50 кВт.

Розрахунок місцевої вентиляції (витяжних парасолек) здійснюється за формулою:

$$W = F * V_c * 3600 = 4 \cdot 0.15 \cdot 3600 = 2160, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.2)$$

де W – об'єм повітря, що відводиться, $\text{м}^3/\text{год}$;

F – площа нижнього перетину парасолі, яка не повинна бути меншою за площину в плані технологічного устаткування, м^2 , $F=4 \text{ м}^2$;

V_c – швидкість руху повітря, яке подається, в перетині, $\text{м}/\text{с}$ [10]; приймається рівною 0,15-0,20 $\text{м}/\text{с}$ за видалення вологи та надлишкового тепла і 0,5-1,25 $\text{м}/\text{с}$ за видалення токсичних речовин, $V_c=0,15 \text{ м}/\text{с}$.

Вибираємо вентилятор типу В-Ц4-70 (1-е виконання):

- Продуктивність – 2800 $\text{м}^3/\text{годину}$;
- Номер вентилятора – 4,00;
- Напір – 45 мм. Вод. Ст.;
- Частота обертання – 1500 об/хвилину;

- Тип електродвигуна – 4А71 В4;
- Потужність електродвигуна – 0,75 кВт.

В виробничих приміщеннях передбачається система повітряного опалення. Опалювальними приладами є калорифери.

Витрату теплоти на вентиляцію в зимовий період часу можна визначити за формулою:

$$Q_6 = W \cdot C_6 \cdot (t_n - t_3) \cdot 1000 / 3600 = 16200 \cdot 1,257 \cdot (22 - (-7)) \cdot 1000 / 3600 = 164038,5 \text{ Вт} \quad (5.3)$$

де W – об'єм повітря, що подається, м³/годину, $W=16200$ м³/годину;

C_6 – об'ємна теплоємність повітря; дорівнює 1,257 кДж/м³·град;

t_n – температура повітря, що подається в приміщення; для підігрітого повітря приймається рівною 22 °С;

t_3 – температура зовнішнього повітря; приймається, що в осінньо-зимовий період середня температура зовнішнього повітря дорівнює -7 °С.

Площа поверхні опалювальних приладів визначається за формулою:

$$H = Q / 506 = 164038,5 / 506 = 324,2, \text{ екм},$$

де екм – еквівалентний квадратний метр – площа поверхні нагріву приладу, яка віддає 506 Вт теплоти за різниці середньої температури теплоносія і температури повітря в приміщенні, що дорівнює 64,5 °С; 1 екм – 0,82 м².

Площа поверхні нагріву равна: $324,2 \cdot 0,82 = 266 \text{ м}^2$.

Так як носієм є вода, вибираємо багатоходові біметалеві калорифери:

– 2шт. середньої моделі КС_к3-11-02, площа поверхні нагріву 83,12 м², маса 175 кг кожний;

– 1шт. великої моделі КС_к4-11-02, площа поверхні нагріву 100,05 м², маса 223 кг.

5.1.4.2. Аварійна вентиляція

Систему аварійної вентиляції варто передбачати у виробничих приміщеннях, у яких можливо раптове надходження в повітря великих кількостей шкідливих або вибухонебезпечних газів або пар. Аварійна

вентиляція разом з основною повинна забезпечувати не менш 8 повітря обмінів у годину по повному внутрішньому обсязі приміщення.

Система аварійної вентиляції повинна включатися автоматично при зупинці кожної з основних систем.

На вентсистемах один з вентиляторів є резервним.

5.1.4.3. Освітлення виробничих приміщень

Виробниче освітлення має бути необхідної сили, без різких тіней, відблисків і з найкращим напрямком світлового потоку, воно також має гарантувати безпеку при виникненні пожежі або вибуху. За типом освітлення ділиться на природне, штучне і змішане.

При виборі типу освітлення preferуються варіанти, що дозволяють забезпечити нормативні вимоги з найменшими витратами. Виходячи з цього, для розглянутих в даному проекті виробничих приміщень очисних споруд були прийняті наступні типи освітлення. У приміщеннях ЕФК-апаратів, відділенні обробки осаду і вакуум-апаратів – змішаний тип, через великої глибини приміщень, а також наявності великогабаритного устаткування, затеняючого природне світло. У будівлі насосної станції: в підземній частині прийнято штучне освітлення, в наземній частині – природне освітлення. У будівлі очисних споруд передбачається також аварійне освітлення для безпечного продовження робіт при раптовому виключенні робочого світла, і евакуаційне освітлення – для забезпечення виходу людей з будинку при евакуації.

Природне освітлення, яке здійснюється через світлові отвори в стінах будівель (бокове світло) або в світлових ліхтарях (верхнє світло), приблизно розраховують, виходячи з відношення площі світлових отворів до площі підлоги (світловий коефіцієнт). Для будівель хімічних виробництв (цехів) світловий коефіцієнт приймається рівним $1/6 \div 1/5$ [10]:

$$S_{\text{вік}} = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{6} \right) * S_n = \frac{1}{5} * 180 = 36 \text{ м}^2, \text{ м}^2 \quad (5.4)$$

де $S_{\text{вік}}$ – площа віконних отворів, м^2 ;

S_n – площа підлоги, m^2 ; $S_n=180 m^2$.

Після розрахунку загальної площі освітлення вибирають площу одного вікна (габаритні розміри) і розраховують кількість віконних отворів.

$$n = \frac{S_{вік}}{S_{вік'}} = \frac{36}{4.5 \cdot 1.5} = 5 \text{ вікон} \quad (5.5)$$

Розрахунок загального штучного освітлення одного з приміщень виробництва, що досліджується, складається з розрахунку кількості світильників і розробки схеми їх розміщення.

Число світильників (див. рис.5.1), потрібне для освітлення приміщення, визначається за методом світлового потоку за формулою:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot K}{F \cdot U \cdot Z} = \frac{20 \cdot 180 \cdot 1.3}{2510 \cdot 0.82 \cdot 0.42} = 5.5 = 6 \text{ світильників} \quad (5.6)$$

де E – мінімально допустима освітленість робочих поверхонь, яка береться за даними таблиці, $E=20$ лк [10];

S – площа, що освітлюється, m^2 ; $S=36 m^2$;

F – світловий потік лампи, лм; $F=2510$ лм [10];

K – коефіцієнт запасу; $K=1,3$ [10];

Z – поправочний коефіцієнт, який залежить від конструкції світильника; $Z=0,82$; тип світильника глибоковипромінювач емальований;

U – коефіцієнт використання освітлювальної установки, який залежить від конструкції (типу) світильника, коефіцієнта відбиття стелі і стін, а також показника i . Значення показника i визначається за формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{15 \cdot 12}{7(12 + 15)} = 0.95 \quad (5.7)$$

де a і b – довжина і ширина приміщення, м; $a=15$ м, $b=12$ м;

h – висота підвішування світильника від рівня робочого місця, м. рівень робочого місця над підлогою приймається 0,8 м. Висота приміщення 9 м і відстань світильника до стелі 1,2 м, висота підвішування світильника від рівня робочого місця складає: $h = 9 - 1,2 - 0,8 = 7$ м.

$U=0,42$, тип світильника глибоковипромінювач емальований, так як приміщення відноситься до категорії Д;

Потужність електороосвітлювальної установки з урахуванням місцевого освітлення визначається за формулою [10]:

$$N = \frac{n \cdot W + (0.1 \div 0.2) \cdot n \cdot W}{1000} = \frac{6 \cdot 200 + (0.1 \cdot 6 \cdot 200)}{1000} = 1,32, \text{ кВт} \quad (5.8)$$

де n – розрахункова кількість ламп освітлення даного приміщення; $n=6$;

W – потужність однієї лампи, Вт; $W=200$ Вт;

$(0,1 \div 0,2) \cdot W$ – додаткова потужність для ламп місцевого освітлення, Вт.

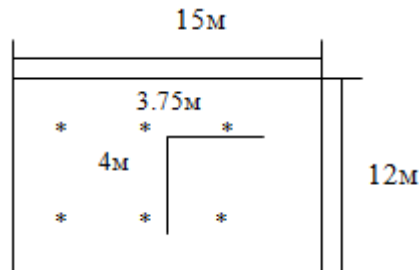


Рис. 5.1 - Схема розміщення світильників

5.1.4.4. Заходи боротьби з шумом і вібрацією

Для зниження шуму при експлуатації запроектованих споруд, передбачається пристрій різних звукоізолюючих перешкод у вигляді стін, перегородок, перекриттів, спеціальних звукоізолюючих кожухів і екранів. Для боротьби з вібрацією використовуються підстави, що гасять вібрацію. Вони представляють собою залізобетонну плиту, по периметру якої встановлюється акустичний шов, заповнений легким пружним матеріалом, призначеним для безпосередньої передачі коливань від фундаментів до будівельних конструкцій.

5.1.4.5. Заходи електробезпеки

До таких заходів відносяться: забезпечення недоступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою; електричний розподіл мережі; усунення небезпеки поразки за з'явлення напруги на корпусах, кожухах та частинах електроустаткування, що досягається використанням малих напруг, застосуванням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалу, захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням; застосування спеціальних електрозахисних засобів – переносних приладів і пристроїв; організація безпечної експлуатації електроустановок тощо.

Для усунення переходу напруги на корпус і на не струмоведучі частини електричного і технологічного обладнання за замкнення на них одної з фаз застосовують захисне заземлення або занулення.

Розрахунок заземлюючого контуру здійснюють, виходячи з умов, що загальний опір заземлюючого контуру $R_{ззп}$ повинен бути меншим за 4 Ом.

Загальний опір захисного заземлюючого пристрою визначається за формулою:

$$R_{ззп} = \frac{R_з * R_{ш}}{R_{ш} * n * \eta + R_з * \eta_{ш}}, \text{ Ом} \quad (5.9)$$

де $R_з$ – опір заземлювача, яким можуть бути стержні, труби, кутки і таке інше, Ом;

$R_{ш}$ – опір штаби, яка з'єднує заземлювачі, Ом;

n – кількість заземлювачів;

$\eta_з$ – коефіцієнт екранування заземлювача; приймається в межах 0,2 – 0,9 [10]; $\eta_з=0,7$;

$\eta_{ш}$ – коефіцієнт екранування з'єднуючої штаби; приймається в межах 0,1 – 0,7 [10]; $\eta_{ш}=0,5$.

Опір заземлювача визначається за формулою:

$$R_з = \frac{\rho}{2\pi * \ell} \left(\ln \frac{2 * \ell}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 * t + \ell}{4 * t - \ell} \right) = \frac{500}{2 * 3,14 * 7} \cdot \left(\ln \frac{2 * 7}{0,02} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 * 4 + 7}{4 * 4 - 7} \right) = 80 \text{ Ом} \quad (5.10)$$

де ρ – питомий опір ґрунту, Ом·м; залежить від типу ґрунту: для піску – 400 – 700 Ом·м; для супіску – 150 – 400 Ом·м; для суглинку – 40 – 150 Ом·м; $\rho=500$ Ом·м [10];

ℓ – довжина заземлювача; для стержнів складає до 10 м, для труб 2 – 3 м; $\ell=7$ м;

d – діаметр заземлювача, м; складає для стержнів 0,01 – 0,03 м, для труб 0,03 – 0,05 м [10]; $d=0,02$ м;

t – відстань від середини забитого в ґрунт заземлювача до рівня землі, м; при виборі необхідно враховувати, що відстань від верхнього кінця заземлювача до поверхні землі повинна бути не меншою за 0,5 м; $t=4$ м.

Опір шваби, яка з'єднує заземлювачі, визначається за формулою:

$$R_{uz} = \frac{\rho}{2\pi * L} * \ln \frac{2 * L^2}{b * t^1} = \frac{500}{2 * 3,14 * 54} \cdot \ln \frac{2 * 54^2}{0,03 * 0,5} = 19 \text{ Ом}, \quad (5.11)$$

де L – довжина шваби, що з'єднує заземлювачі, м; за контурного заземлення приблизно дорівнює периметру виробничої будівлі; периметр виробничої будівлі $L=54$ м;

b – ширина шваби, м; звичайно дорівнює 0,03 м за прокламування всередині будівлі і 0,05 м – зовні будівлі; $b=0,03$ м;

t^1 – глибина заземлення від рівня землі, м; $t^1=0,5$ м [10].

Кількість заземлювачів захисного пристрою визначається за формулою:

$$n = \frac{2 * R_z}{4 * \eta_s} = \frac{2 * 80}{4 * 0,7} = 57 \text{ шт} \quad (5.12)$$

де 4 – припустимий загальний опір, Ом;

2 – коефіцієнт сезонності.

$$R_{ззп} = \frac{80 \cdot 19}{18,22 \cdot 57 \cdot 0,7 + 80 \cdot 0,5} = 2 \text{ Ом}$$

Так як $R_{ззп} < 4$ Ом, це свідчить про те, що заземлення забезпечить електробезпеку будинку.

5.1.4.6. Пожежобезпека

При проектуванні каналізаційних споруд питань вибухобезпеки та пожежної безпеки відводиться найважливіше місце. Оцінка вибухопожежонебезпечності полягає у визначенні можливих руйнівних наслідків пожеж і вибухів в цих об'єктах, а також небезпечних факторів цих явищ для людей. Згідно з нормативними документами приміщення відносяться до відповідних категорій за вибухопожежонебезпекою. На підставі цього нормативного документа будівлю запроектованої насосної станції відноситься до категорії Д по пожежній небезпеці. Приміщення станції очистки стічних вод, окрім приміщення ЕФК-апаратів, мають також категорію Д по пожежній небезпеці. Вибухонебезпечні будівлі та споруди згідно з «Правилами улаштування електроустановок» розділяються по класах. Все обладнання в приміщенні ЕФК-апаратів передбачено в

вибухозахищеному виконанні, відповідному категорії та групі вибухонебезпечності, приміщення відділяється від невибухонебезпечних газонепроникним стінками, канали з трубопроводами засипаються піском; приміщення обладнується блискавкозахисним пристроєм; в приміщенні передбачається припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням.

Причинами виникнення пожеж на виробництві можуть бути: випадкова іскра, сигарета, що потрапила на горючі матеріали, горіла, несправна електропроводка, що викликала коротке замикання, несправна електропроводка устаткування, електроприлади, несправне зберігання горючих і промаслених матеріалів.

Щоб уникнути пожеж необхідно обережно поводитися з вогнем і виконувати всі протипожежні заходи;

- палити дозволяється тільки в спеціально відведених місцях;
 - обтиральні матеріали слід прибирати, а залізні ящики;
 - банки з маслом, гасом і бензином не можна залишати в приміщеннях, їх необхідно відносити в місця, спеціально відведені для зберігання вогнебезпечних матеріалів;
 - робоче місце необхідно містити в чистоті і порядку, не накопичувати в наближай його горючих матеріалів, стежити за справністю електромережі.
- Після закінчення робіт перевіряють, чи вимкнені електрорубильники.

У разі виникнення пожеж слід негайно викликати пожежну команду, а до прибуття її використовувати вогнегасники і інші наявні протипожежні засоби.

Рідини (бензин, гас, нафта, масла і ін.), що горять, гасять пінними вогнегасниками або піском.

При пожежі не можна вибивати скло у вікнах, бо створюються протяги і пожежа розповсюджується сильніше. Під'їзди, входи, виходи і місця розташування пожежного інвентаря повинен бути вільним від матеріалів і устаткування.

Судини і резервуари з під горючих і рідких хімічних речовин перед зваркою очищають зсередини. Залишки видаляють пропарюванням і промивкою їх гарячою водою з лугом.

5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях

5.2.1. Організаційна структура ЦЗН об'єкту, що проектується

Структурна організація ЦО об'єкта (див. рис. 5.2) визначається як характером технологічних процесів, реалізованих на об'єкті, так і виробничою структурою об'єкта.

На виробництві, відповідно до нормативних вимог, для забезпечення заходів щодо ЦО створений штаб і служби ЦО, що організують і проводять роботи, відповідно до інструкцій.

Начальником ЦО об'єкта є керівник підприємства. Він же, разом із зам. начальниками ЦО по розосередженню й евакуації, по матеріально-технічному постачанню, по інженерно-технічній частині, утворюють штаб ЦО об'єкта.

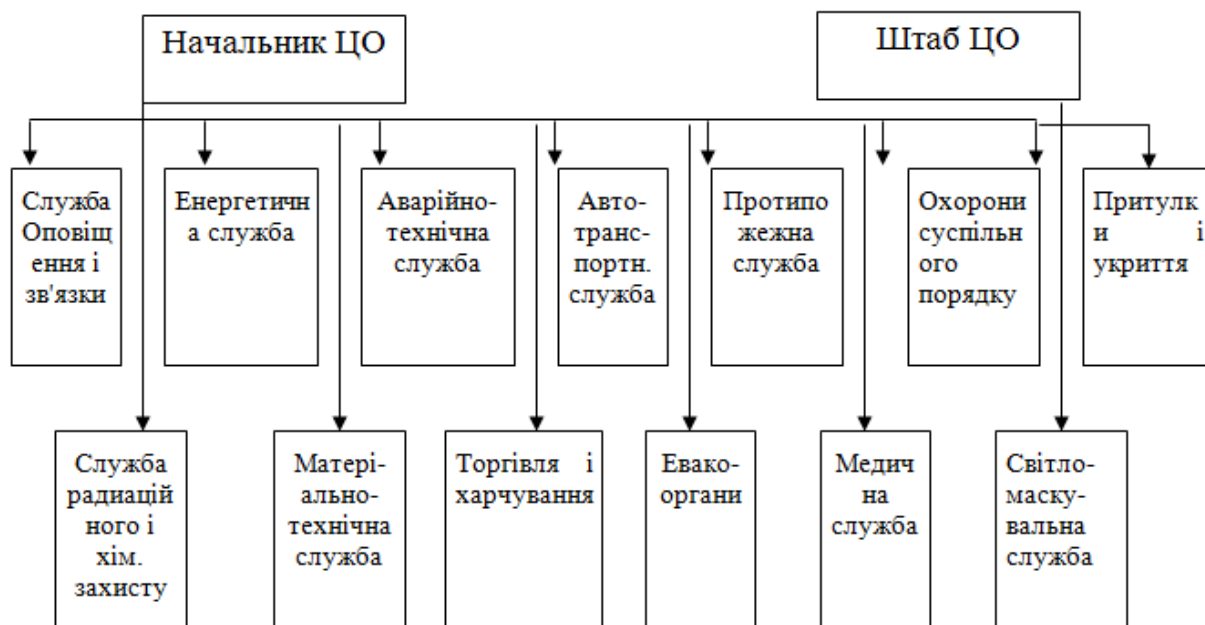


Рис.5.2 - Схема організації ЦО

5.2.2. Основні техногенні небезпеки на об'єкті, що проектується

На території об'єкту використовують небезпечну речовину таку як хлор. Хлор - це зеленувато-жовтий газ з характерним запахом. Відноситься

до СДОР. Температура плавлення - 101,3°C, температура кипіння - 34,05 °C, $\rho=3,214$ г/л. Досить реакціонноздатний. Вибухонебезпечні концентрації в суміші з воднем 92,2 - 11,5%. У воді частково гідролізується до HCl і HOCl.

Загальний характер дії. Дратує дихальні шляхи. Може викликати набряк легень. Імовірно, Cl₂ реагує з вологою на тканинах дихальних шляхів, і дратівну дію роблять речовини, що утворюються при цьому: O₂ і HCl. У крові порушується вміст вільних амінокислот.

Гранично припустима концентрація 1 мг/м³.

5.2.3. Розрахунки основних небезпек об'єкта, що проектується

5.2.3.1. Прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах

На відстані 2,8 км від об'єкту було зруйновано посуду з газоподібним хлором. Максимально посудина може вмістити 15 т хлору. Висота обвалування посуду 2,8 м. Метеоумови: температура повітря 20⁰C, швидкість вітру 1 м/с, інверсія.

1. Знаходимо час підходу хмари забрудненого повітря до об'єкту:

$$t=X/V=2,8/5=0,56 \text{ год} \quad (5.13)$$

де X – відстань від джерела забруднення до об'єкту, км, X=2,8 км;

V – швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого повітря, км/год; V=5 км/год.

2. Знаходимо тривалість вражаючої дії СДОР:

$$T = \frac{h * d}{K_2 * K_4 * K_7} = \frac{(2,6 - 0,2) * 0,0032}{0,052 * 1 * 1} = 0,16 \text{ год.} \quad (5.14)$$

де h – товщина шару СДОР, м, h =2,6м;

$$h=H-0,2= 2,8-0,2=2,6 \text{ м} \quad (5.15)$$

H – висота піддону або обвалування, м, H=2,8 м.

d – густина СДОР, т/м³; d=0,0032т/м³;

K₂ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР; K₂=0,052;

K₄ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру; K₄=1;

K_7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря; $K_7=1$.

3. Знаходимо еквівалентну кількість СДОР та глибину зони забруднення по первинній хмарі:

$$Q_{\epsilon 1}=K_1 * K_3 * K_5 * K_7 * Q_0 = 0,18 * 1 * 1 * 1 * 15 = 2,7 \text{ т} \quad (5.16)$$

де K_1 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР; $K_1=0,18$;

K_3 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози даної СДОР; $K_3=1$;

K_5 – коефіцієнт, що враховує вертикальну стійкість повітря (за умов інверсії $K_5=1$);

Q_0 – кількість викинутого (розлитого) при аварії СДОР; $Q_0=15$ т.

За таблицею Д2 [10] маємо:

$$r_{Q1} = 4,75 + \left(\frac{9,18 - 4,75}{3 - 1} * (2,7 - 1) \right) = 8,5 \text{ км}$$

4. Знаходимо еквівалентну кількість СДОР та глибину зони забруднення по вторинній хмарі:

$$Q_{\epsilon 2} = (1 - K_1) * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 * K_7 * Q_0 / h * d \quad (5.18)$$

K_6 – коефіцієнт, що залежить від часу N , котрий минув від початку аварії, розраховується:

$$K_6 = N^{0,8} \text{ для } N < T$$

$$K_6 = T^{0,8} \text{ для } N > T$$

$$K_6 = 0,16^{0,8} = 0,23$$

$$Q_{\epsilon 2} = (1 - 0,18) * 0,052 * 1 * 1 * 1 * 0,23 * 1 * 15 / 2,6 * 0,0032 = 17,7 \text{ т}$$

$$r_{Q2} = 19,2 + \left(\frac{29,56 - 19,2}{20 - 10} (17,7 - 10) \right) = 27,2 \text{ км}$$

5. Повна глибина зони забруднення:

$$r = r_1 + 0,5r_2 = 27,2 + 0,5 * 8,5 = 31,45 \text{ км} \quad (5.19)$$

де r_1 – більше, а r_2 – менше з двох величин. Таким чином $r_1=27,2$ км, а $r_2=8,5$ км

6. Гранично можливе значення глибини переносу повітряних мас:

$$r_{\text{гп}} = N * V = 0,16 * 5 = 0,8 \text{ км} \quad (5.20)$$

де N – час від початку аварії, год;

V – швидкість переносу переднього фронту забрудненого повітря (за умов інверсії при швидкості вітру 1 м/с), км/год. (табл. Д5) [10].

7. Порівнюючи r з $r_{гр}$ остаточно визначаємо глибину зони можливого забруднення: $r=0,8$ км.

Висновки. Глибина можливого забруднення становить 0,8 км, отже, об'єкт не потрапляє до зони забруднення, тривалість вражаючої дії СДОР – 0,16 год, час підходу забрудненої хмари повітря до об'єкту за даних умов становить 0,6 год.

5.2.3.2. Оцінка впливу вибухової хвилі на об'єкт та згоряння неперемішаних парогазових хмар

На об'єкті сталася аварія, в результаті якої вибухнуло 5 т аміачної селітри. Відстань від ємності з аміачною селітрою до будівлі дорівнює 300 м.

1. Визначимо радіус зони детонаційної хвилі (зона I):

$$R_1 = 17,5 * \sqrt[3]{Q} = 17,5 * \sqrt[3]{5} = 30 \text{ м} \quad (5.21)$$

де Q – кількість зрідженого вуглеводневого газу, т; $Q=5$ т

Обчислюємо радіус зони дії продуктів вибуху (зона II):

$$R_2 = 1,7 * R_1 = 1,7 * 30 = 51 \text{ м} \quad (5.22)$$

Порівнюючи відстань від центру вибуху до цеху (300 м) з знайденими радіусами зони I (30 м) і зони II (51 м), робимо висновок, що корп. 35 перебуває за межами цих зон і, теж, може виявитися в зоні повітряної ударної хвилі (зоні III).

2. Знаходимо надлишковий тиск на відстані 300 м, використовуючи розрахункові формули для зони III і приймаючи $R_3=300$ м.

Для цього визначаємо відносну величину ψ :

$$\psi = 0,24 * (R_3 / R_1) = 0,24 * (300/30) = 2,4$$

де R_1 – радіус зони I; $R_1=30$ м;

R_3 – радіус зони III чи відстань від центру вибуху до точки, у якій потрібно визначити надлишковий тиск повітряної ударної хвилі кПа ($R > R_2$);

Тому що $\psi > 2$, то

$$\Delta P_3 = \frac{22}{\psi \sqrt{\lg \psi + 0,158}} = \frac{22}{2,4 \sqrt{\lg 2,4 + 0,158}} = 12,5 \text{ кПа} \quad (5.23)$$

При вибуху 5 т аміачної селітри будівля виявиться під впливом повітряної ударної хвилі з надлишковим тиском близько 12,5 кПа. При $\Delta P=10-20$ кПа корпус потрапляє у зону слабого руйнування: руйнуються віконні та дверні заповнення, легкі перегородки, частково дах, можливі тріщини у стінах верхніх поверхів. Будівля може експлуатуватися після поточного ремонту.

3. Виробництво відноситься до категорії пожежонебезпечності Д.

Будова об'єкту має ступень вогнестійкості 3.

Оцінка пожежної обстановки проводиться в залежності від ступеня вогнестійкості будівлі. Якщо будова об'єкту має ступень вогнестійкості 3, тобто будівля з кам'яними стінами та дерев'яними заштукатуреними перегородками та перекриттями, то орієнтовний час розвитку пожежі до повного обхвату будівлі вогнем не більше 1,5 години; щільність забудови не повинна перевищувати 20%, при швидкості вітру 3-5 м/с швидкість розповсюдження вогню буде становити 60-120 м/год.

4. Опіки, отримані людиною під час пожежі, поділяються на чотири ступені, щодо наслідків ураження організму та викликаються тепловими імпульсами певної величини. Для визначення теплового імпульсу необхідно розрахувати:

Радіус вогняної кулі:

$$R_0 = 29 * \sqrt[3]{M} = 29 * \sqrt[3]{2,5} = 39,35 \text{ м} \quad (5.24)$$

де М – половина маси зрідженого палива; $M=5/2=2,5$ т

Час існування вогняної кулі:

$$t = 4,5 * \sqrt[3]{M} = 4,5 * \sqrt[3]{2,5} = 6,1 \text{ с} \quad (5.25)$$

Потік випромінювання від вогняної кулі:

$$q = E * F * T = 270 * 0,02 * 0,67 = 3,62 \text{ кВт/м}^2 \quad (5.26)$$

де $E=270$ кВт/м² – потужність поверхневої емісії;

F – коефіцієнт, що враховує фактор кута падіння

$$F = \frac{R_0^2 * R}{\sqrt{(R_0^2 + R^2)^3}} = \frac{39,35^2 * 300}{\sqrt{(39,35^2 + 300^2)^3}} = 0,02 \quad (5.27)$$

T – провідність повітря:

$$T=1-0,058*\ln R=1-0,058*\ln 300=0,67 \quad (5.28)$$

Імпульс теплового потоку випромінювання:

$$Q=q*t=3,62*6,1=22,1 \text{ кДж/м}^2 \quad (5.29)$$

Оскільки розрахована величина імпульсу теплового потоку випромінювання дорівнює 22,1 кДж/м², а гранично допустима величина імпульсу теплового потоку для шкіри людини складає 42 кДж/м², то людина не одержить опіків.

Гранично безпечний радіус (радіус евакуації) для людини складе:

$$r=3,5*R_0=3,5*39,35=137,7 \text{ м} \quad (5.30)$$

Можна зробити висновок, що будова об'єкту розташована на достатній відстані від сховища з хлором.

5.2.4. Засоби та заходи щодо забезпечення підвищення стійкості об'єкту, що проектується у надзвичайних ситуаціях

Про кожен нещасний випадок свідок, працівник, що його виявив або сам потерпілий повинен терміново повідомити безпосередньому керівникові робіт або іншій посадовій особі.

Обов'язки начальника (майстра) зміни:

При аварії в цеху:

– особисто або через підлеглих негайно сповіщає про аварії старшого диспетчера і диспетчера відділу ГЗТ і НС підприємства, начальника цеху і його заступників;

– уживає заходів по порятунку людей і ліквідації аварій, керуючись планом локалізації аварійних ситуацій і аварій до прибуття ОР виконує його обов'язки, а надалі виконує його вказівки, безпосередньо здійснюючи керівництво діями підлеглого йому персоналу.

При аваріях в інших цехах:

– безпосередньо або через своїх підлеглих попереджає про це всіх робітників у цеху, негайно припиняє виробництво усіх видів ремонтних, будівельно-монтажних робіт і інших видів робіт у цеху і на території, що прилягає до нього, дає команду на підготовку до роботи в засобах індивідуального захисту;

– визначити ступінь небезпеки для працівників цеху, визначити стан, у якому можна залишити робоче місце обслуговуючому персоналові на час наявності хімічного зараження, видаляє з цеху максимально можливу кількість людей;

– повідомляє про вжиті заходи по евакуації людей і місцях їхнього зосередження, а також стану виробництва диспетчерові відділу ГЗТ і НС і старшому диспетчерові підприємства.

Обов'язку працівника цеху:

При аварії в цеху: негайно повідомляє про аварію, що відбулася, начальникові (майстрові) зміни, діють згідно ПЛАС цеху.

При аваріях в інших цехах: виконує вказівки начальника (майстра) зміни, уживають заходів по безаварійній роботі цеху в умовах НС на промисловій площадці підприємства.

Щоб уникнути створення в повітрі робочої зони вибухонебезпечних концентрацій газонебезпечних продуктів у суміші з повітрям, а також підвищення санітарних норм токсичних речовин, впливає:

– Постійно підтримувати в справному стані системи місцевих отсосів від сальників насосів;

– Здійснювати постійний контроль герметизації устаткування і комунікацій;

– Вчасно проводити планово-попереджувальний ремонт і заміну устаткування, що зносилося, працюючого під тиском;

– Всі апарати оснащувати необхідними контрольно-вимірювальними приладами, запобіжними клапанами, оглядовими стеклами, ліхтарями й ін. необхідною арматурою;

– Не допускається скидання отрутих, вибухонебезпечних і пожежонебезпечних продуктів у мережі каналізацій, а у випадку аварійної ситуації передбачені ємності для СДОР;

– Навчання персоналу порядкові дії в аварійній ситуації згідно ПЛАС.

При виникненні НС треба швидко та безаварійно зупинити технологічний процес, або перевести його у безпечний стан.

Відключення аеротенка:

- закрити шибер надходження стічної рідини в аеротенк;
- закрити шибер надходження активного мулу;
- відкрити засувку спорожнювання і, у міру пониження рівня в аеротенку, прикрити подачу повітря по коридорах аеротенка;
- після повного спорожнювання аеротенка цілком закрити засувки на подачі повітря по коридорах аеротенка і колекторну засувку.

Відключення ерліфта:

- перекрити засувку подачі повітря.

Зупинка відстійника:

- закрити шибер надходження стоків у відстійник;
- спорожнити відстійник до рівня виходу активного мулу з відстійника;
- закрити шибер виходу активного мулу з відстійника;
- відкрити люк і засувку спорожнювання відстійника;

При спорожнюванні відстійника до рівня 1 м необхідно відключити електропривод ферми ілососа.

При виникненні пожежі, у результаті надзвичайної ситуації, необхідно застосувати міри для її гасіння. Засоби пожежегасіння знаходяться в корп. 35:

- Шухляда з піском і совком;
- Азбестова полотнина;
- Пожежний кран.

Вогнегасник ОП-10-Ф - знаходиться в кімнаті оператора.

Пожежний звістник - знаходиться в коридорі корп. 35

На робочому місці для гасіння пожеж і загорянь можуть застосовуватися різні засоби пожежегасіння.

Вода є найбільш розповсюдженим засобом пожежегасіння. Не можна гасити водою електроустановки й електропроводку, легкозаймисті рідини з щільністю менше щільності води.

Порошкові вогнегасники (ОП-2, ОП-5) призначені для гасіння пожеж класів А, Б, С, устаткування під напругою до 1140 В.

Вуглекислотні вогнегасники (ОУ-2, ОУ-5) використовуються для гасіння електроустаткування, що знаходиться під напругою до 1000 В.

Також для гасіння загорянь можуть бути використані пісок і азбестова полотнона.

5.2.5. Індивідуальні та колективні засоби захисту

Персонал, що обслуговує робоче місце оператора на аеротенках, забезпечується згідно галузевих норм:

- костюм бавовняний;
- черевики шкіряні;
- рукавиці спеціальні тип "Д";
- окуляри захисні тип ЗП;
- каска захисна;
- промисловий фільтруючий протигаз марки "М";
- куртка бавовняна на прокладці, що утеплює, (у холодний період).

При виникненні НС необхідно використовувати засобу захисту. До них відносяться:

– Фільтруючий протигаз марки "М". Фільтруючі протигазы призначені для захисту органів подиху від впливу шкідливих речовин, що утримуються в повітрі, концентрацією н/б 0,5% (об'ємних), при цьому зміст кисню повинен бути н/м 18% (об'ємних). Протигаз марки "М" захищає від окислів вуглецю в присутності невеликих кількостей органічних пар, кислих газів, аміаку, миш'яковистого і фтористого водню.

- Для захисту очей від ушкоджень використовуються захисні окуляри.

– Для індивідуального захисту оператора від травмування голови використовується захисна каска

– Для захисту рук від ушкоджень використовуються захисні рукавиці.

Усі вище перераховані засоби індивідуального захисту працівників захищають органи людини від впливу шкідливих речовин, як із зовнішньої сторони, так і від влучення усередину шляхом вдихання і через травлення.

До колективних засобів захисту відносяться притулки. Вони забезпечують надійний захист людей від вражаючих факторів зброї масової поразки, також від високих температур і шкідливих газів у зоні пожежі.

6. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Економічні питання природоохоронної діяльності тісним чином пов'язані з технологічною частиною цього дипломного проекту.

Основною метою економічної частини проекту є визначення еколого-економічних показників.

В економічній частині розглянемо наступні питання:

- визначення економічного збитку від скидання стічних вод;
- визначення витрат підприємства на платежі за забруднення водного середовища;
- визначення економічної ефективності природоохоронного заходу.

6.1. Визначення збитку від забруднення водоймищ

Укрупнена оцінка збитку від забруднення водоймищ робиться по формулі:

$$Y_{вод} = \ddot{Y}_{вод} \cdot \sigma_k \cdot \sum_{i=1}^n M_{пр.i} \cdot K_{инд} \text{ грн/рік} \quad (6.1)$$

$Y_{вод}$ - питомий збиток від скидання у водоймище однієї умовної тонни забруднюючої речовини, 2400 грн./умов. тон;

σ_k - безрозмірний показник, що враховує відносну небезпеку забруднення різних водогосподарських ділянок (табл. 6.1).

$M_{пр.i}$ - приведена маса річного скидання i -го забруднення, умов.т/рік;

$K_{инд}$ - коефіцієнт індексації.

Таблиця 6.1 - Значення безрозмірного показника σ_k

Найменування ділянки	σ_k
Дністер. Гирло	1,84
Дніпро. Київ	1,75
Дніпро. Гирло	0,99
Дон. Гирло р. Вороніж	1,63
Дон. Гирло Сів.Дінця	3,79

Визначимо економічний збиток для вод, що скидаються у водоймище без очищення по формулі 6.1.:

$$\Delta Y_{вод} = 2400 \cdot 3,79 \cdot 752 \cdot 1 = 6840192 \text{ грн/рік}$$

Значення M_{pri} ми знаємо з розрахунку аналізу стічних вод, $M_{pri} = 752$ умов.т/рік.

Визначимо по тій же формулі економічний збиток для вод, що проходять очищення на діючих очисних спорудах:

$$Y_{вод. діюч.} = 2400 \cdot 3,79 \cdot 147 \cdot 1 = 1337112 \text{ грн/рік}$$

де $M_{pri} = 147$ умов.т/рік

Визначимо відвернений збиток по формулі:

$$Y_{відвернен.} = \Delta Y_{вод} - Y_{вод. діюч.} = 6840192 - 1337112 = 5503080 \text{ грн/рік} \quad (6.2)$$

Економічний збиток для вод тих, що проходять очищення на розроблених спорудах :

$$Y_{вод. розроб.} = 2400 \cdot 3,79 \cdot 136,68 \cdot 1 = 1243241 \text{ грн/рік}$$

Тепер визначимо відвернений збиток для розроблених споруд, тобто після модернізації станції очищення стічних вод:

$$Y_{відв. розр.} = \Delta Y_{вод} - Y_{вод. розроб} = 6840192 - 1243241 = 5596951 \text{ грн/рік} \quad (6.3)$$

За наявними даними визначимо різницю відверненого збитку при використанні діючих і розроблених очисних споруд:

$$Y_{різн.} = Y_{відв. розр.} - Y_{пред. діюч.} = 5596951 - 5503080 = 93871 \text{ грн./рік} \quad (6.4)$$

За розрахованими даними бачимо, що впровадження розробленої станції дозволить зменшити економічний збиток майже на 94 тис. грн. в рік тільки за рахунок ефективності очищення.

6.2. Визначення розміру платежів за скидання забруднюючих речовин в природні водоймища

Сума платежів обчислюється на підставі затверджених лімітів, виходячи з фактичних об'ємів скидання, нормативів збору і коригуючого коефіцієнта по формулі:

$$P_c = \sum_{i=1}^n (M_{li} \cdot H_{bi} \cdot K_{pb}), \text{ грн/рік} \quad (6.5)$$

де M_{li} - об'єм скидання забрудника в межах ліміту, т;

H_{bi} - норматив збору за тону i -го забрудника, грн./т (таблиця 6.2);

K_{pb} - регіональний, басейновий коригуючий коефіцієнт (таблиця 6.4).

Таблиця 6.2 - Нормативи збору за тону забруднюючої речовини

Назва забруднюючої речовини	Норматив збору, грн./т
Азот амонійний	35
Органічні речовини	14
Зважені речовини	1
Нафтопродукти	206
Нітрати	3
Нітрит	172
Сульфати	1
Фосфати	28
Хлориди та ін.	1

Для забруднюючих речовин, які не увійшли до таблиці 6.2 за нормативні збори беруть дані таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Коефіцієнт для нормативів збору

Концентрація забруднюючих речовин, мг/л	Коефіцієнт
До 0,001	2752
Від 0,001 до 0,09	1985
1,0	344
Від 1,0 до 10,0	35
Понад 10,0	7

Таблиця 6.4 - Регіональні басейнові коригуючі коефіцієнти ($K_{pб}$)

Басейни морів і річок	Коефіцієнт
Азовське море	2
Чорне море	2
Дунай	2,2
Прут	3
Дністер	2,8
Дніпро (межа України до м. Києва)	2,5
Дніпро (м. Київ до Каховського гідровузла)	2,2
Дніпро (Каховський гідровузел до Чорного моря)	1,8
Прип'ять	2,5
Західний Буг	2,5
Десна	2,5
Південний Буг	2,2
Сіверський Донець	2,2
Міус	2,2
Кальміус	2,2

Необхідні для розрахунку платежів дані приймаємо з вище приведених таблиць, а значення $M_{лі}$ беремо з розрахованого аналізу стічних вод.

Платежі за стічні води:

- без очищення складуть $\Delta P_c = 75138$ грн/рік;
- після очищення на наявних спорудженнях $P_{c. діюч.} = 16920$ грн/рік;
- після очищення на розроблених спорудженнях $P_{c. розр.} = 15820$ грн/рік.

6.3. Визначення річного економічного ефекту

Розрахунок економічної ефективності природоохоронних заходів ґрунтується на зіставленні витрат на їх здійснення з економічним результатом, досягнутим завдяки цим заходам. Економічний результат виражається величиною відверненого економічного збитку, приросту продукції, економії ресурсів та ін.

Перевищення економічного результату над витратами на його досягнення свідчить про економічну ефективність природоохоронного заходу. Різниця між економічним результатом і витратами характеризує економічний ефект.

Економічний ефект від природоохоронних заходів визначається по приросту чистої продукції при вартості природного ресурсу (згідно з його економічною оцінкою), а також як госпрозрахунковий - по приросту прибутку підприємства.

Економічний ефект, що отримується від скорочення збитку ΔU і збільшення прибутку підприємства $\Delta\Pi$ визначаємо по формулі:

$$E = \Delta U + \Delta\Pi - (C + E_n \cdot K) = 5596951 + 12000 - (1600530 + 4000 \cdot 0,12) = 4007941 \text{ грн/рік} \quad (6.6)$$

де ΔU - відвернений економічний збиток, грн;

$\Delta\Pi$ - приріст прибутку підприємства, грн;

C - поточні витрати впродовж року, грн;

K - капітальні витрати на природоохоронні заходи, грн;

E_n - норматив ефективності для приведення капітальних вложений до річної розмірності, $E_n = 0,12$

6.4. Визначення показників економічної ефективності

Загальну (абсолютну) економічну ефективність E_e визначаємо як відношення повного річного економічного ефекту до приведених витрат на здійснення заходу по наступній формулі:

$$E_e = \frac{E}{C + E_n \times K} \quad (6.7)$$

де E - ефект, отриманий впродовж року;
 C - поточні витрати впродовж року;
 K - капітальні вкладення, що визначили ефект;
 E_n - норматив ефективності для приведення капітальних вложений до річної розмірності, $E_n = 0,12$

Загальна (абсолютна) економічна ефективність буде дорівнювати:

$$E_e = \frac{4007941}{1600530 + 0,12 \cdot 4000} = 2,5$$

На підприємстві капітальні вкладення K в будівництво природоохоронних об'єктів складаються з витрат на створення станції очищення і доочистки стічних вод та інших природоохоронних споруд і установок.

До поточних природоохоронних витрат C відносяться:

- витрати на хімічні реактиви і інші матеріали, необхідні для очищення стічних вод;
- витрати на воду, паливо, теплову і електричну енергію, використовувани в природоохоронних процесах;
- витрати на заробітну плату персоналу, обслуговуючого природоохоронні споруди і установки;
- витрати по техобслуговуванню природоохоронного устаткування;
- витрати на проведення поточного ремонту, амортизаційні відрахування і інші природоохоронні витрати.

Значення показника абсолютної економічної ефективності не має бути нижче відповідного нормативного значення або показника попереднього періоду.

Еколого-економічні показники приведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Еколого-економічні показники

Показники	Одиниця виміру	Без очищення стічних вод	Існуюча станція очищення стічних вод	Розроблена станція очищення стічних вод	Зміна показників, %
Економічний збиток для вод	грн/рік	6840192	1337112	1243241	-7
Платежі за стічні води	грн/рік	75138	16920	15820	-6,5

Річний економічний ефект, у тому числі:	грн/рік	-	-	4007941	-
– відвернений економічний збиток	грн/рік	-	-	5596951	-
– приріст прибутку підприємства	грн/рік	-	-	12000	-
– поточні витрати впродовж року	грн/рік	-	-	1600530	-
– капітальні витрати на природоохоронні заходи	грн/рік	-	-	4000	-

Розроблені заходи дозволяють відвернути еколого-економічний збиток, спричинений забрудненням води в результаті понадлімітних викидів, на 93871 грн/рік, знизити розмір сплати зборів за забруднення на 1100 грн/рік. При цьому еколого-економічний ефект становитиме 4007941 грн/рік.

ВИСНОВКИ

У ході виконання даної магістерської роботи було вивчено процес біологічного очищення стічних вод від органічних забруднень, який здійснюється в реакторах аераторах-аеротенках та проведено дослідження системи аерації стічних вод в аеротенку потужністю 25 тис. м³/добу.

Виконаний аналітичний огляд науково-технічної і патентної літератури, на підставі якої вивчені процеси біологічного очищення стічних вод в аеротенку. Існують різні конструкції аеротенків. Найбільшого поширення набули аеротенки-витиснювачі, які можуть виконуватися без регенераторів активного мулу і з регенераторами. Аеротенки-витиснювачі застосовують для очищення міських і подібних їм виробничих вод з БПК_{повн} до 500 мг/л, при цьому передбачається регенерація активного мулу, якщо БПК_{повн} води, що надходить на очищення, більше 150 мг/л. Більшість станцій аерації оснащено пневматичними аераторами, з яких найбільш ефективні дрібнобульбашкові. Дрібнобульбашкова аерація забезпечує ефективність насичення рідини киснем в межах 2-3,3 кг/кВт-год електроенергії. Під час виконання магістерської роботи був виконаний розрахунок аеротенку-витиснювача потужністю 25 тис. м³/добу по методу Яковлєва на зимовий та літній періоди.

Також було проведено дослідження технологічної схеми діючого об'єкту КП «Водоканал» та аналіз побутових стічних вод, що надходять на очищення. Найбільше перевищують ГДК – сульфати, азот амонія, нітрит. В межах норми на виході концентрація наступних речовин: ХСК, хлориди, СПАВ, нафтопродукти. Але також недостатньо очищаються фосфати і БСК. Для удосконалення очищення деяких речовин якраз і було розроблена нова, ефективніша станція очищення.

Замість аеротенка-витискувача і вторинного радіального відстійника, які розраховані на дуже велику витрату води, доцільніше використовувати менш габаритний аеротенк-відстійник. Це дозволило також поліпшити якість біологічного очищення, що є актуальним в даному випадку, оскільки БСК значно перевищує допустиму норму. Загальна площа розробленого нами

аеротенка-відстійника дорівнює 352 м^2 , тоді як використовуваного аеротенка-витискувача 2698 м^2 . І це тільки при порівнянні з одним апаратом, а ми замінюємо відразу два. Площа вторинного радіального відстійника складає 314 м^2 , а їх встановлено чотири, тобто загальна площа 1256 м^2 . Відповідно при зменшенні площі зменшуються витрати на ремонт і експлуатацію, кількість обслуговуючого персоналу.

Був проведений розрахунок аеротека-відстійника. Необхідна тривалість окислення забруднень в аеротенку для зміни $\text{БСК}_{\text{повн}}$ стічних вод дорівнює 3,1 год. Робочий об'єм аеротенка 1550 м^3 . Були прийняті основні параметри зони аерації ширина коридору $B_k = 4,5 \text{ м}$; число коридорів $n = 2$; робоча глибина $H = 4,4 \text{ м}$. Довжина аеротенку $39,1 \text{ м}$. Питома витрата повітря в аеротенку склала $6,4 \text{ м}^3/\text{м}^3$ води. Визначена інтенсивність аерації $10,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$. Розроблений апарат дозволить очищати БСК до норм ГДК. Це досягається заданою мірою очищення і необхідними для неї конструктивними параметрами.

Також детально були розглянуті економічні показники усієї запропонованої очисної споруди і аеротенка-відстійника у тому числі. Річний економічний ефект склав 4007941 грн/рік .

Для досягнення поставленої на початку роботи мети були розв'язані такі задачі:

- узагальнені відомі дані щодо дослідження процесу біологічного очищення, конструкції аеротенків і аераторів;
- визначено механізм очищення стічних вод в цьому процесі;
- розраховано технологічні параметри процесів, що відбуваються в аеротенках;
- розглянуто систему очищення стічних вод на конкретному об'єкті та запропоновано шляхи її покращення за допомогою аеротенків;
- оцінено ефективність використання аеротенків при очищенні стічних вод.

Також в магістерській роботі були розглянуті загальні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

АНОТАЦІЯ

У даній магістерській роботі було проведено дослідження системи аерації стічних вод в аеротенку потужністю 25 тис. м³/добу.

Виконаний аналітичний огляд науково-технічної і патентної літератури, на підставі якої вивчені процеси біологічного очищення стічних вод в аеротенку і проблеми, що виникають при експлуатації цієї споруди. Проведено дослідження по вдосконаленню конструкцій системи аерації в аеротенках, а також дослідження по інтенсифікації процесу біологічного очищення стічних вод в аеротенках.

Проведений аналіз діючого об'єкту КП «Водоканал» м. Краснодар та розглянуті шляхи поліпшення системи очищення стічних вод. В якості удосконалення схеми очищення запропонована схема з використанням аеротенка-відстійника замість встановленого вторинного радіального відстійника і аеротенка-витискувача. Визначена еколого-економічна ефективність запропонованої схеми очищення шкідливих скидань.

АННОТАЦИЯ

В данной магистерской работе было проведено исследование системы аэрации сточных вод в аэротенке мощностью 25 тыс. м³/сут.

Выполнен аналитический обзор научно-технической и патентной литературы, на основании которой изучены процессы биологической очистки сточных вод в аэротенке и проблемы, возникающие при эксплуатации этого сооружения. Проведено исследование по совершенствованию конструкций системы аэрации в аэротенках, а также исследования по интенсификации процесса биологической очистки сточных вод в аэротенках.

Проведен анализ действующего объекта КП «Водоканал» г. Краснодар и рассмотрены пути улучшения системы очистки сточных вод. В качестве усовершенствования схемы очистки предложена схема с использованием аэротенка-отстойника вместо установленного вторичного радиального отстойника и аэротенка-вытеснителя. Определена эколого-экономическая эффективность предложенной схемы очистки вредных сбросов.

ABSTRACT

In this master's thesis was a study of aeration of wastewater in the aeration tank capacity of 25 thousand. m³/day.

Completed analytical review of scientific, technical and patent literature, on the basis of which studied the processes of biological sewage treatment in the aeration tank and the problems arising from the operation of this facility. A study on improvement of structures in the aeration tank aeration system and intensifying research on the process of biological sewage treatment in the aeration tanks.

The analysis of the current object utility company "Vodokanal" Krasnodon and considered ways to improve wastewater treatment systems. As an improvement scheme of the proposed scheme by using aeration tank, secondary sedimentation tank instead of the default radial tank and aeration tank propellant. Determined ecological and economic efficiency of the proposed scheme of harmful discharges.

Література:

1. Карелин Н.И. Очистка производственных сточных вод в аэротенках / Н.И. Карелин. – М.: Стройиздат, 1973. – 223с.
2. Ковалева Н.Г. Биохимическая очистка сточных вод предприятий химической промышленности / Н.Г. Ковалева, В.Е.Ковалев. – М.: Химия, 1987. – 160с.
3. Проскуряков В.А. Очистка сточных вод в химической промышленности / В.А. Проскуряков, Л.И. Шмидт. – Л.: Химия, 1977. – 464 с.
4. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев. – М.: Стройиздат, 1985. – 335 с.
5. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды / Э.К. Голубовская. – М.: Высшая школа, 1978. – 271 с.
6. Ковров О.С. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт студентами напряму підготовки 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування / О.С. Ковров, Ю.В. Бучавий. – Д. : Національний гірничий університет, 2013. – 51 с.
7. Заиграев Л.С. Конспект лекцій (для студентів, навчаючихся по напрямленню «Екологія») / Л.С.Заиграев. — Луганск: Изд-во Восточноукр. гос. ун-та, 2000. — 45 с.
8. Суворін О.В. Методичні вказівки «Розрахунок аеротенків» по курсу «Устаткування виробництв і основи проектування» / О.В. Суворін, М.А. Ожередова. - Сєверодонецьк: Технологічний інститут СНУ ім. В. Даля, 2007. - 29с.
9. Суворін О.В. Методичні вказівки до виконання і оформлення магістерської роботи спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання / О.В.Суворін, В.І. Мохонько, Н.К. Блінова – Сєверодонецьк: Технологічний інститут СНУ ім. В. Даля, 2014. – 40 с.
- 10.Римар Т.Е. Методичні вказівки до виконання розділу дипломних проектів (робіт) «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» для студентів V курсу денної та заочної форми навчання / Т.Е. Римар, Г.В. Попенко, О.П. Шарун – Сєверодонецьк: ТІ СНУ ім. В. Даля, 2012 р. - 108 с.

11.Аэробные процессы биохимической очистки сточных вод [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://libertydoc.net/books/-mikrobiologicheskoe_proizvodstvo_bav.t.6___2.aerobnye_processy_biohimicheskoi_ochistkistochnyh_vod