

Лекція 13. Експлуатація очисних споруд водовідведення

1. Основні завдання експлуатації очисних споруд.
2. Організація експлуатації та обслуговуючий персонал.
3. Основні технологічні процеси та схеми очищення стічних вод та обробки осаду.
4. Організація лабораторно-виробничого та технологічного контролю якості очистки.
5. Експлуатація споруд механічної очистки стічних вод.
6. Експлуатація споруд біологічної очистки стічних вод.
7. Експлуатація споруд для обробки осаду.

13.1 Основні завдання експлуатації очисних споруд каналізації

Основними завданнями експлуатації очисних споруд каналізації є [12]:

- захист відкритих водойм від забруднення стічними водами, забезпечення очищення стічних вод і обробки осадів, їх відведення від очисних споруд згідно із затвердженим проектом, Правилами охорони поверхневих вод, Санітарними правилами і нормами охорони поверхневих вод від забруднення, вимогами територіальних органів центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, а також гідрометеорологічної діяльності, Державного санітарного нагляду, охорони рибних запасів;
- створення умов для переробки стічних вод і осадів для їх подальшого використання у народному господарстві;
- організація ефективної безперебійної і надійної роботи очисних споруд, зниження собівартості обробки стічних вод, економія електроенергії, реагентів і води, що витрачаються на технологічні цілі;
- систематичний лабораторно-виробничий і технологічний контроль роботи очисних споруд;
- контроль за станом очищення стічних вод на підприємствах - абонентах.

13.2 Організація експлуатації та обслуговуючий персонал

Очисні споруди уявляють собою окремо розташовані комплекси і в організаційному плані входять до складу підприємств ВКГ як окремі підрозділи, що мають цехову структуру побудови. Один з варіантів організації експлуатації очисних споруд наведено на рис. 5.1.

До складу обслуговуючого персоналу повинні входити :

- Працівники, що відповідають за загальний стан і роботу очисних споруд, - начальник очисних споруд та його заступник;

- Працівник, що безпосередньо відповідає за якість очищення стічних вод згідно з проектом і технологічним регламентом, додержання вимог природоохоронних та санітарних органів, вчасний контроль технологічного і санітарного режимів очищення стічних вод, величину доз реагентів - технолог;
- Працівник, що відповідає за організацію і проведення лабораторних досліджень, вчасний контроль складу стічних вод, встановлення доз реагентів і контроль якості реагентів, - завідуючий лабораторією. До складу лабораторії входять інженери – лаборанти, лаборанти, пробовідбірники;



Рисунок 13.1 – Організаційна схема очисних споруд каналізації

- Працівник, що відповідає за організацію змінної роботи на очисних спорудах, насосних та повітродувних станціях, в реагентному господарстві, на спорудах обробки осаду, оперативне керування технологічним процесом з автоматизованими системами керування – начальник цеху очищення стоків. До складу підрозділів входять працівники, які здійснюють усі необхідні технологічні операції: оператор очисних споруд, машиністи насосних та повітродувних станцій, оператори хлорного обладнання та ін.;
- працівники, які відповідають за технічну експлуатацію електричного і механічного обладнання, контрольно-вимірювальних приладів тощо, - начальники ділень, інженери, майстри, електромонтери, слюсарі-ремонтники та ін.

На діючих очисних спорудах каналізації повинна зберігатися така технічна документація:

- схема санітарно-захисної зони очисних споруд;
- виконавчий план і висотна схема очисних споруд з нанесеними комунікаціями і випусками;
- оперативна технологічна схема;
- схема автоматики і телемеханіки;
- технічний звіт налагоджувальної організації і технологічний регламент.

13.3 Основні технологічні процеси та схеми очищення стічних вод та обробки осаду

Відомі *механічний, біологічний і фізико-хімічний* методи очищення стічних вод, що дозволяють видалити з них певні види забруднень.

Механічне очищення дозволяє видалити із стічних вод нерозчинені домішки мінерального та органічного походження. *Біологічне* очищення забезпечує мінералізацію розчинених органічних забруднень стічних вод у результаті життєдіяльності аеробних і анаеробних бактерій. *Фізико-хімічне* очищення забезпечує випадання із стічних вод колоїдних і частково розчинених речовин, а також переведення деяких нерозчинених в нешкідливі розчинені речовини, в результаті обробки реагентами стічних вод. Фізико-хімічні методи очищення звичайно застосовують для очищення промислових стічних вод.

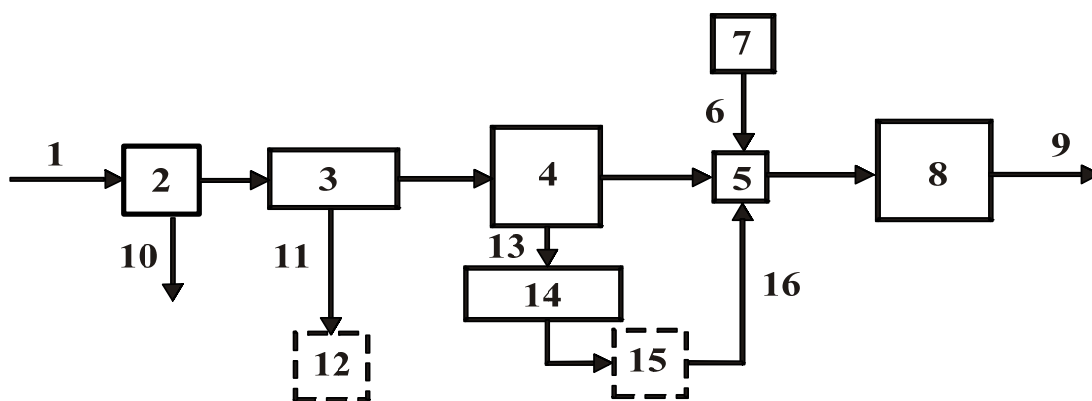
Звичайно *технологічна схема очищення міських стічних вод* включає в себе споруди для механічного та біологічного очищення, при необхідності – споруди для додаткового очищення (доочищення), знезаражування очищених стічних вод, обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних вод.

Послідовність очищення стічних вод за деякими основними схемами розглянуто нижче.

За схемою на рис. 5.2 стічна вода проходить механічну очистку в такій послідовності: крупні забруднення (тканини, папір, кістки, залишки овочів, фруктів тощо) затримуються *гратами*; мінеральні важкі домішки (переважно пісок) затримуються *піскоуловлювачами*; нерозчинені органічні домішки затримуються *відстійниками*. Далі стічну воду *зnezаражують* (найчастіше хлоруванням) та *випускають* у водоймище.

Обробка утворюваного осаду здійснюється таким чином:

- крупні забруднення з грат збирають в контейнери та періодично автотранспортом відвозять на звалище;
- пісок із піскоуловлювачів підсушують на *піскових майданчиках*;
- органічний осад відстійників називають «сирим» осадом; він містить багато рідини, а внаслідок вмісту великої кількості органічних речовин він швидко загниває, набуваючи темно-сірого або чорного кольору і видаючи неприємний кислий запах.

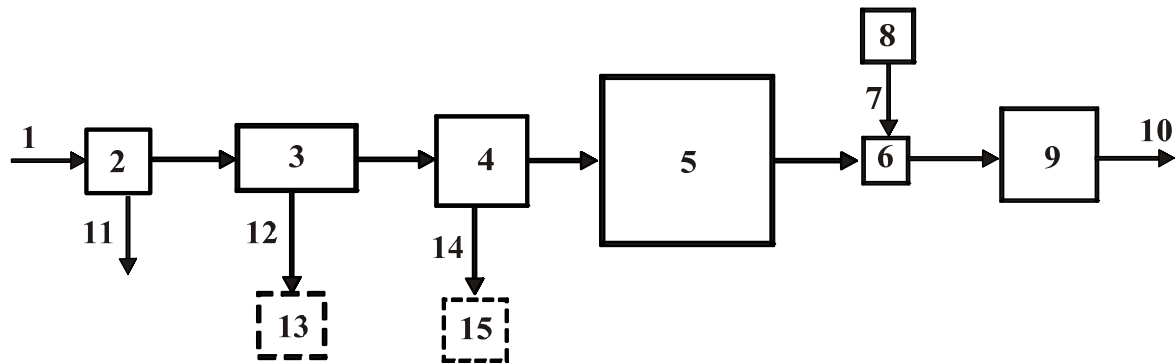


1 – подача стічної води на очищення; 2 – грати; 3 – піскоуловлювач; 4 – відстійник; 5 – змішувач; 6 – хлорна вода; 7 – хлораторна; 8 – контактний резервуар; 9 – спуск очищеної води у водоймище; 10 – крупні відходи; 11 – піщана пульпа; 12 – піскові майданчики; 13 – осад відстійника (сирий осад); 14 – метантенк; 15 – мулові майданчики; 16 – дренажна вода.

Рисунок 13.2 – Технологічна схема механічного очищення стічних вод

З метою запобігання гниття осаду його *стабілізують* (або мінералізують, тобто окислюють органічні речовини і руйнують їх) у спеціальних спорудах, наприклад у *метантенках*. Потім осад зневоднюють на *мулових майданчиках*. Воду, яку відділяють від осаду на мулових майданчиках, називають *дренажною* і повертають до основної маси води.

При невеликих витратах стічних вод та необхідності їх біологічного очищення може бути застосовувана схема на рис. 5.3.



1 – подача стічної рідини; 2 – ґрати; 3 – піскоуловлювач; 4 – двоярусний відстійник; 5 – поля фільтрації або біоставки; 6 – змішувач; 7 – хлорна вода; 8 – хлораторна; 9 – контактний резервуар; 10 – спуск очищеної води у водоймище; 11 – крупні відходи; 12 – піщана пульпа; 13 – піскові майданчики; 14 – осад, затриманий і оброблений (стабілізований) у двоярусних відстійниках; 15 – мулові майданчики

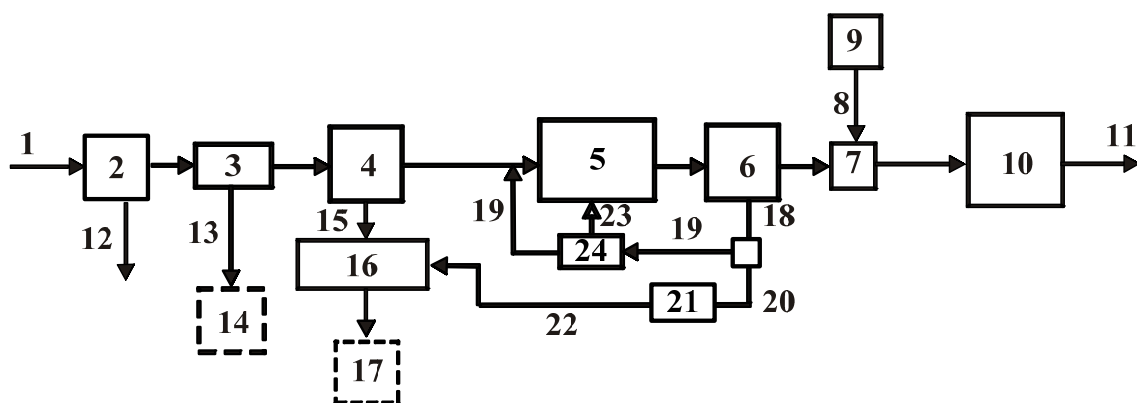
Рисунок 13.3 – Технологічна схема біологічного очищення стічних вод у природних умовах:

За цією схемою механічне очищення відбувається на ґратах, в піскоуловлювачах та в двоярусних відстійниках.

У двоярусних відстійниках (або освітлювачах-перегнивачах) одночасно з освітленням стічних вод відбувається стабілізаційна обробка затриманого органічного осаду.

Далі вода проходить біологічне очищення у природних умовах – на полях *фільтрації* або *зрошування* (також це можуть бути *біологічні ставки*). Після біологічного очищення та знезараження вода скидається у водойми.

При великих витратах стічних вод є доцільною і у теперішній час найбільш застосовуваною схема з біологічним очищенням стічних вод у аеротенках (рис. 5.4). Ця схема включає *механічне* очищення води послідовно на ґратах, в піскоуловлювачах та первинних відстійниках і *біологічне* очищення в аеротенках за допомогою мікроорганізмів *активного мулу*. Відстійники механічного очищення води називають *первинними*, а ті, які розташовані після аеротенків та призначені для відокремлення активного мулу, - *вторинними*. Після цього воду знезаражують та скидають у водоймище. Крім того, за цією схемою передбачені споруди для обробки осаду.



1 – очищені стічні води; 2 – ґрати; 3 – піскоуловлювач; 4 – первинний відстійник; 5 – аеротенк; 6 – вторинний відстійник; 7 – змішувач; 8 – хлорна вода; 9 – хлораторна; 10 – контактний резервуар; 11 – випуск очищеної стічної води у водоймище; 12 – крупні відходи; 13 – піщана пульпа; 14 – піскові майданчики; 15 – сирий осад; 16 – метантенк; 17 – мулові майданчики; 18 – активний мул; 19 – циркулюючий активний мул; 20 – надлишковий активний мул; 21 – мулозгущувач; 22 – ущільнений надлишковий активний мул; 23 – стиснуте повітря; 24 – насосно-повітродувна станція

Рисунок 13.4 – Технологічна схема біологічного очищення стічних вод із застосуванням аеротенків

13.4 Організація лабораторно-виробничого та технологічного контролю

Лабораторно-виробничий контроль - необхідна умова організації експлуатації очисних споруд і забезпечення очистки стічних вод, що відповідає вимогам Правил охорони поверхневих вод, Санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення СанПіН N 4630-88, вимог територіальних органів центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, заповідної справи, а також гідрометеорологічної діяльності та Державного санітарного нагляду.

Лабораторно-виробничий контроль повинен бути організований на усіх етапах і стадіях очищення стічних вод і обробки осадів як для оцінки кількісних і якісних показників роботи очисних споруд, так і для реєстрації кількості і якості стічних вод і осадів, що обробляються [2], [7].

У процесі експлуатації очисних споруд необхідно постійно аналізувати результати лабораторно-виробничого контролю для забезпечення найвищих техніко-економічних показників роботи споруд, удосконалення технологічних процесів, уточнення доз реагентів. Систематичний аналіз результатів лабораторно-виробничого контролю повинен бути спрямований на вчасне виявлення порушень у технологічному процесі і попередження відводу води, яка не відповідає встановленим вимогам.

Лабораторно-виробничий контроль здійснюють працівники хімічної та бактеріологічної лабораторій, а також черговий персонал очисних споруд.

Відповідальність за проведення контролю покладається на головного технолога споруд, а за достовірність аналізів і стан метрологічного та матеріально-технічного забезпечення лабораторії - на завідуючого лабораторією.

Обсяг і графік лабораторно-виробничого контролю визначають з урахуванням місцевих умов, погоджують з територіальними органами центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, заповідної справи, а також гідрометеорологічної діяльності та Державного санітарного нагляду і затверджують у головного інженера підприємства ВКГ.

Лабораторно-виробничий контроль проводять на основі об'єктивних способів обліку і вимірювань за допомогою приладів, а також на основі методик аналізів, що регламентуються державними стандартами або погоджені з територіальними органами центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, заповідної справи, а також гідрометеорологічної діяльності та Державного санітарного нагляду. Усі прилади, що використовуються для вимірювань та обліку роботи очисних споруд, повинні бути повірені і опломбовані у встановленому порядку.

Приладами повинні реєструватися:

- кількість стічних вод, що надходять на очисні споруди, кількість осадів і мулу;
- рівні води і осаду в очисних спорудах;
- тиск і температура в установках термічної обробки осадів;
- температура в метантенках.

Ефективність роботи окремих споруд або всього комплексу очисних споруд каналізації контролюють за складом стічних вод і осадів перед кожним етапом очистки і після нього. Склад стічних вод контролюють за фізико-хімічними і бактеріологічними показниками:

Фізико-хімічні показники:

- температура стічних вод, гр.С;
- маса зважених речовин при 105 гр.С, мг/л;
- зольність, відсотків від маси зважених речовин;
- біхроматна окисненість (ХСК) мг/л;
- БСК і БСК₅, мг/л;
- азот загальний, мг/л;
- азот амонійних солей, мг/л;
- азот нітритів, мг/л;
- активна реакція (рН);
- розчинений кисень, мг/л;

- хлориди, мг/л;
- хлор активний, мг/л;
- фосфати, мг/л;
- синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), мг/л;
- нафтопродукти, мг/л;
- солі важких металів, мг/л.

Цей перелік може бути уточнений і доповнений територіальними органами центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, заповідної справи, а також гідрометеорологічної діяльності з урахуванням місцевих умов.

Бактеріологічні показники:

- загальна кількість бактерій в 1 мл;
- колі-індекс;
- індекс колі-фагу;
- кількість яєць гельмінтів в неочищеній і очищеній стічній рідині.

Склад осадов стічних вод контролюють за такими показниками:

- питомий опір фільтрування, см/г;
- вологість, відсотків;
- зольність, відсотків;
- хімічний склад (кількість жирів, білків та вуглеводів), мг/л;
- вміст СПАР, мг/л.

Для осадів, які використовують як добрива, додатково визначають: азот, фосфор, калій, кальцій, солі важких металів, а також кількість життєздатних яєць гельмінтів.

Повний аналіз стічної води, що надходить на очисні споруди і скидається у водойму, проводять за узгодженням з територіальними органами центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, заповідної справи, а також гідрометеорологічної діяльності та Державного санітарного нагляду з урахуванням місцевих умов, але не рідше одного разу на декаду.

Проби для аналізу стічних вод, як неочищених, та і очищених, треба відбирати в місцях повного перемішування потоку з глибини 0,3-0,5 м. Періодичність відбору проб - не рідше одного разу на добу. Бажано встановлення автоматичних пробовідбірників для одержання середньодобової проби.

Технологічний контроль.

Основне завдання технологічного контролю [2], [7] - всебічна оцінка технологічної ефективності роботи очисних споруд для вчасного вжиття заходів щодо забезпечення безперебійної роботи споруд з визначеною потужністю, необхідним ступенем очищення води і обробки осадів.

Технологічний контроль регулярно здійснюють черговий оператор разом з черговим персоналом лабораторії під загальним керівництвом головного технолога і завідуючого лабораторією. Усі дані спостережень і вимірювань заносять до журналів встановленої форми. Під час організації та встановлення обсягу технологічного контролю необхідно розмежувати обов'язки між черговими операторами і працівниками лабораторії та визначити операції з контролю, які виконуються спільно.

До обов'язків чергового персоналу і персоналу лабораторії з технологічного контролю входять:

- нагляд і контроль за технологічним процесом і якістю очищення води і обробки осадів;
- контроль і регулювання кількості води і осадів, що подаються на споруди;
- контроль за кількістю і складом очищених стічних вод, що скидаються у водойму;
- контроль за кількістю і складом осадів і мулу, що надходять на споруди з обробки осадів чи для використання у сільському господарстві;
- нагляд і контроль за рівнями і рівномірністю розподілу води між окремими спорудами та їх блоками, рівнями осадів;
- перевірка справності і правильності переключень окремих споруд, їх секцій, трубопроводів, а також реагентних установок;
- перевірка справності механічного устаткування, КВП і автоматики, дросельних і вимірювальних пристроїв та іншого обладнання;
- перевірка наявності запасу і якості реагентів та інших матеріалів, нагляд за їх зберіганням.

Для всебічної оцінки режимів роботи очисних споруд необхідно вести кількісний і якісний облік роботи не тільки всього комплексу, але й окремих споруд за такими показниками:

- решітки - кількість покидьків, їх вологість, зольність і густина - не рідше одного разу на місяць;
- пісковловлювачі - кількість осаду за об'ємом, його густина, вологість, вміст піску - не рідше одного разу на місяць;
- первинні відстійники (у тому числі двох'ярусні) - кількість сирого осаду, його вологість, хімічний склад, кількість зважених речовин на виході,

тривалість перебування стічної рідини у відстійнику - не рідше одного разу на декаду;

- аеротенки - БСК повне стічної води перед і після перебування в аеротенку - один раз на тиждень; тривалість та інтенсивність аерації; кількість активного мулу, що надходить в аеротенки, та надлишкового мулу, що відводиться в мулоущільнювачі або на мулові майданчики; концентрація, ступінь рециркуляції і регенерації активного мулу, кількість повітря, поданого в аеротенки, вміст розчиненого кисню у воді - один раз на зміну;
- вторинні відстійники - тривалість відстоювання, винос мулу, концентрація рециркуляційного мулу - один раз на тиждень, муловий індекс - два рази на тиждень, а у разі "спухання" мулу - кожної зміни;
- мулоущільнювачі - кількість, вологість, зольність мулу на вході і виході з споруди, тривалість ущільнення мулу, кількість зважених речовин в освітленій воді - один раз на декаду;
- преаератори - доза мулу, кількість повітря, тривалість аерації - один раз на зміну;
- біокоагулятори - доза мулу, кількість повітря, час перебування води у споруді, вміст зважених речовин на вході і виході з споруди, кількість осаду, його вологість, зольність - один раз на зміну;
- біофільтри - БСК повне, ХСК, вміст зважених речовин, навантаження по БСК повному - один раз на декаду; температура води на вході і виході з споруди, вміст розчиненого кисню - один раз на зміну.

Робота споруд з обробки осадів контролюється за такими показниками:

- метантенки - кількість і температура сирого осаду і мулу, а також збродженого осаду, що вивантажується з споруди; кількість газу і витраченої пари - щоденно; вологість, зольність осаду на вході і виході з споруди, температура бродіння і хімічний склад осаду - щомісячно;
- мулові і піскові майданчики, мулові ставки - кількість і вологість осадів, що надходять на споруди і видаляються з споруд; тривалість сушіння, питомий опір фільтрування; БСК повне і вміст зважених речовин у дренажних водах - один раз на декаду;
- споруди механічного зневоднення осадів - кількість, вологість, зольність осадів перед обробкою і після неї; кількість фільтрату, вміст у ньому зважених речовин; дози і витрата реагентів, продуктивність вакуум-фільтрів - один раз на зміну;
- БСК повне дренажної води - один раз на декаду;
- аеробні стабілізатори осадів - тривалість та інтенсивність аерації; кількість осадів з первинних відстійників і надлишкового мулу; кількість повітря, поданого в споруду; вміст розчиненого кисню - один

раз на зміну; вміст сухої речовини, зольність, вологість та питомий опір фільтруванню стабілізованого осаду - один раз на тиждень;

- споруди термічного сушіння осаду - кількість, вологість, зольність сирого і висушеного осаду, температура топкових газів на вході і виході споруди, витрата пального (абсолютна і на одиницю продукції), виробність споруди - один раз на зміну;
- поля фільтрації - навантаження по воді на 1 га, БСК і вміст в очищеній воді зважених речовин, розчиненого кисню, бактеріальних забруднень - один раз на декаду;
- біологічні ставки - тривалість перебування стічних вод, БСК повне, вміст зважених речовин на вході і виході, кількість затриманих осадів та їх характеристика - один раз на місяць;
- періодичність очищення ставків.

У процесі дезінфекції стічних вод контролюють дози і витрату хлору (хлорного вапна, гіпохлоритів), тривалість контакту, залишковий хлор і хлоропоглинання - за узгодженням з територіальними органами центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, заповідної справи, а також гідрометеорологічної діяльності та Державного санітарного нагляду. Концентрацію залишкового активного хлору визначають кожну годину, а хлоропоглинання (з бактеріологічним контролем за ефектом знезараження) для уточнення дози хлору і ефективної концентрації залишкового хлору - не рідше одного разу на тиждень.

У кожній партії хлорного вапна повинна бути визначена його активність. Активність хлорного вапна, що зберігається на складі, повинна перевірятись щомісячно.

На всіх спорудах необхідно вести облік витрати електроенергії, води і пари. Дані про роботу очисних споруд, а також відомості про всі виявлені несправності черговий персонал зобов'язаний записувати в робочі журнали. Журнали заповнює кожна зміна, в денну зміну підводять підсумки роботи споруд за добу. За даними обліку складають зведену відомість роботи очисних споруд.

13.5 Споруди механічного очищення стічних вод

Решітки і дробарки повинні забезпечувати видалення крупних предметів і забруднень, що містяться в стічних водах.

При експлуатації решіток найбільш часто виникають наступні несправності: перекося грабель, заклинювання скидача забрудненнями, що мають велику довжину, викривлення стрижнів решітки.

У процесі експлуатації решіток персонал зобов'язаний:

- при максимальному притокові стічних вод підтримувати швидкість проходу води в прозорах решітки 0,8-1,0 м/с для механізованих решіток і 1,2 м/с - для решіток-дробарок;
- слідкувати за станом прозорів решітки, не допускаючи їх засмічення і підпору стічних вод;
- вести постійний нагляд за роботою граблин і видаляти покидьки, що на них залишаються;
- не допускати попадання в дробарку твердих предметів, які можуть її пошкодити;
- при контейнерному вивезенні вчасно (один раз на 3-4 доби) видаляти покидьки і слідкувати за герметичністю закриття контейнерів.

У теплу пору року покидьки, що зберігаються для вивезення на звалище, необхідно обробляти хлорним вапном.

У приміщенні решіток і проціджувачів повинна постійно діяти вентиляція, у разі необхідності слід відчиняти вікна і двері.

Пісковловлювачі.

Пісковловлювачі повинні забезпечувати видалення із стічних вод піску та інших мінеральних домішок з фракціями розміром понад 0,25 мм на 85-90%.

У процесі експлуатації пісковловлювачів персонал зобов'язаний:

- вести контроль за витратою стічних вод, що надходять, регулювати навантаження на окремі пісковловлювачі;
- вимірювати шар затриманого піску;
- видаляти з пісковловлювачів пісок (у міру накопичення, але не рідше ніж через 1-2 доби);
- здійснювати відмивання та зневоднення піску, а також вивезення його з території очисних споруд;
- слідкувати за подачею повітря в аеровані пісковловлювачі та інтенсивністю аерації;
- контролювати шар напуску піску на піскові майданчики та забезпечувати вчасне вивезення підсушеного піску;
- забезпечувати мінімальний вміст органічних домішок в піску, який видаляється з пісковловлювачів.

Нормативна швидкість руху стічної води у пісковловлювачах: горизонтальних 0,15-0,30 м/сек; аерованих 0,08-0,12 м/сек.

Нормативне навантаження для вертикальних і тангенціальних пісковловлювачів - 100-110 м³/м², годину.

Для огляду, очищення і ремонту обладнання пісковловлювачі спорожняють не рідше одного разу на рік.

Наявність поворотів на каналах, що підводять стічну рідину до пісковловлювачів призводить до того, що частина піску не встигає випасти на дно та виноситься із пісковловлювача. Винос піску можна виключити за рахунок встановлення на вході в пісковловлювач підвісної пласкої решітки, що рівномірно розподіляє воду по всьому перетину споруди.

Зольність затриманого в пісковловлювачах осаду повинна бути не менше 70%. Якщо вона менше, тобто в осаді присутня значна кількість органічних речовин необхідно підвищити швидкість потоку в пісковловлювачі.

Критерієм ефективної роботи пісковловлювачів є якість осаду в первинних відстійниках. Кількість піску в ньому повинна бути 5-6% зольної частини сухої речовини осаду. Фракції піску повинні бути розміром менше 0,25 мм.

В вертикальних та горизонтальних пісковловлювачах перед включенням гідроелеватору для відкачування піску, що злежався, його розрихлюють потоком проясненої стічної води під напором (подається по спеціальним трубам) на протязі 5-10 хв. Потім включають гідроелеватор та перекачують пісок на пісковий майданчик.

Після відкачування піску з пісковловлювача піскопровід промивають проясненою стічною водою.

Відмивання піску від органічних речовин проводять у гідроциклонах або в шнекових промивачах.

Несправності в роботі пісковловлювачів:

- винесення великої кількості піску в послідувачі споруди. Причина-фактичні витрати води перевищують розрахункові;
- в осаді велика кількість органічних речовин. Причина-недостатня швидкість руху стічних вод.

Первинні відстійники.

Процес седиментації у відстійниках для деяких суспензій є довготривалим. Тому на практиці вважають кількість зважених речовин, що осіли за 2 год.

Первинні відстійники повинні забезпечити необхідний ефект прояснення стічних вод і ущільнення осаду. Ефект прояснення стічних вод (відсоток) і ущільнення осаду в первинних відстійниках повинен становити:
для вертикальних 30-40 відсотків при 94,5-95,5 відсотків;
для радіальних 40-50 відсотків при 92,0-94,0 відсотків;
для горизонтальних 50-60 відсотків при 93,0-94,0 відсотків вологості осаду.

Вміст зважених речовин у стічній воді після первинних відстійників не повинен перевищувати 150 мг/л при подачі її на біофільтри або аеротенки неповної очистки і 100 мг/л при подачі в аеротенки повної біологічної очистки.

Для зменшення винесення зважених речовин з відстійників необхідно забезпечувати гідравлічне навантаження на 1 м водозливу в межах 10-12 л/сек.

У процесі експлуатації первинних відстійників персонал зобов'язаний:

- постійно контролювати час перебування стічної рідини в спорудах і забезпечувати її рівномірний розподіл між усіма відстійниками;
- очищувати лотки і канали, які підводять воду до відстійників, від відкладень важкого осаду і покидьків;
- зіскрібати з країв водозливів збірних лотків забруднення та біологічні обростання;
- вчасно видаляти з поверхні відстійників плаваючі речовини;
- контролювати ефект освітлення стічних вод і попереджувати винесення осаду;
- утримувати в справному стані і чистоті засувки, шибери та інше обладнання;
- забезпечувати видалення осаду не рідше двох разів на добу - з вертикальних і горизонтальних відстійників, не обладнаних скребковими механізмами; не рідше 1-2 разів на зміну - з радіальних та горизонтальних відстійників, обладнаних скребковими механізмами;
- забезпечувати належний догляд за скребковими механізмами та їх рейковими коліями.

Осад, що утворюється в первинних відстійниках називають *сирим*, непереробленим осадом. Він має в своєму складі велику кількість дрібних рослинних та тваринних залишків – папір, дрібні кісточки, деревину, волосся та ін. За складом цей осад відрізняється значною нерівномірністю. Величина окремих часточок коливається від 10 мм до часточок колоїдної та молекулярної дисперсності. Основна частина осаду має розміри часточок менше 1 мм.

Випуск осаду з відстійників проводять без припинення подачі стічної води. При випуску осаду із радіальних та горизонтальних відстійників шкребоквий механізм вмикають за 1 год до початку випуску осаду та вимикають через 0,5 год після закриття засувки на муловій трубі.

Під час випуску осаду з вертикальних та горизонтальних відстійників засувку на мулопроводі слід відкривати поступово. Після закінчення випускання осаду колодязь і мулопровід промивають. Воду після промивання спрямовують в голову очисних споруд.

Спорожнення відстійників для огляду, очищення і ремонту повинно виконуватися: не рідше 1 разу на 2 роки - для відстійників, обладнаних механічними скребками; не рідше 1 разу на 3 роки - для усіх інших типів відстійників.

Несправності в роботі відстійників:

- виділення пухирців газу на поверхні відстійника. Причина-неповне видалення осаду та його загнивання;
- винесення плаваючих речовин. Причина-несправність обладнання для його затримання;
- труднощі з випусканням осаду. Причина-засмічення мулопроводу.

13.6 Споруди біологічної очистки стічних вод в штучних умовах

Споруди біологічної очистки повинні забезпечувати необхідний ефект окислення і мінералізації органічних речовин, які містяться і стічних водах.

Біологічні фільтри і аерофільтри.

У процесі експлуатації біофільтрів персонал зобов'язаний [12]:

- забезпечувати подачу на фільтр заданої кількості стічної рідини (на одиницю об'єму чи площі завантаження) та її рівномірний розподіл;
- контролювати подачу повітря при штучній аерації і слідкувати за роботою вентиляторів;
- вести спостереження за температурою стічної рідини (взимку);
- регулярно оглядати і очищувати водо- і повітрярозподіляючі пристрої;
- забезпечувати вчасно промивання піддонного простору і каналів;
- вживати заходів до усунення підвищеного виносу зважених речовин, біоплівки і недопущення утворення на поверхні біофільтрів калюж;
- підтримувати нормальну рециркуляцію стічних вод;
- контролювати стан завантаження біофільтрів.

Основними умовами нормальної роботи біофільтрів та аерофільтрів є: відповідність навантаження по органічним забрудненням вентиляції повітрям (проникності) маси матеріалу завантаження; рівномірність розподілу води, що очищується по поверхні та масі фільтру.

Біофільтри завантажують ретельно відсортованим за крупністю промитим матеріалом, який відповідає вимогам СНіП 2.04.03-85, або пластмасовим завантаженням (блоками з полівінілхлориду, полістиролу, поліетилену, поліпропілену, поліаміду, гладких або перфорованих пластмасових труб тощо). Матеріал, що завантажуються повинен бути:

1. Механічно міцним (механічна міцність не менше 1 кгс/см²).
2. Морозостійким.
3. Лугостійким, тобто витримувати не менше ніж 5-разове насичення розчином сірчаноокислого натрію.
4. Кислотостійким, тобто витримувати кип'ятіння на протязі 1 год в 5% розчині соляної кислоти.

У процесі експлуатації постійно уточнюються: навантаження на біофільтри за органічними речовинами, витрату повітря (для біофільтрів з штучною аерацією).

Температура стічних вод, що надходять на біофільтри, повинна бути не нижче 6 гр.С, тому взимку в приміщення біофільтрів треба подавати тепле повітря.

Гідравлічне навантаження на біофільтри повинно бути в межах [1]:

- для крапельних біофільтрів - $1-3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ добу;
- для високонавантажених біофільтрів - $10-30 \text{ м}^3/\text{м}^2$ добу;
- для біофільтрів із пластмасовим завантаженням - $6-18 \text{ м}^3/\text{м}^2$ добу.

Перерва у подачі стічних вод на зрошення завантаження біофільтрів (особливо взимку) не повинна бути більше 1 години. У разі появи на поверхні біофільтру калюж слід негайно розпушити завантаження в цьому місці і промити його струменем води під тиском. Для видалення забруднень із завантаження фільтру необхідно: промити (зросити) поверхню біофільтра чистою водою, видалити з піддонного простору осади; зняти верхній шар завантаження і промити його за межами біофільтра; замінити верхній шар завантаження на новий чи добре промитий матеріал.

У період пуску біофільтрів витрата стічних вод на зрошення поверхні біофільтра повинна становити 30-40 відсотків проектної витрати. У разі різкого зниження амонійного азоту і появи у фільтрі нітратів навантаження на біофільтр доводять до проектного.

Промивання або заміну верхнього шару завантаження біофільтрів здійснюють не рідше одного разу на 2 роки, а повну заміну усього завантаження - один раз на 6-10 років.

Для запобігання розмноження в матеріалі завантаження мошкари виконують затоплення біофільтру кожні 10-15 днів, або хлорування стічної води, що надходить на очищення до концентрації залишкового хлору 3-5 мг/л. Несправності в роботі біофільтрів:

- погіршення ефекту очищення. Причина - утворення в товщі фільтруючого шару непрохідних для стоків і повітря шарів завантаження;
- винесення біоплівки з фільтрів. Причина – поїдання личинками мошкари;
- зменшення пропускної здатності спрінклерів і труб. Причина- заростання.

Аеротенки.

У процесі експлуатації аеротенків персонал зобов'язаний:

- забезпечувати подачу в аеротенки заданої кількості стічних вод і повітря;

- контролювати і підтримувати задану концентрацію у стічній рідині зважених речовин (не більше 100 мг/л), активного мулу, вміст розчиненого кисню (не менше 2 мг/л), а також задані концентрацію і витрату зворотного активного мулу;
- слідкувати за рівномірністю розподілу та не допускати перебоїв в подачі повітря;
- вести нагляд за безперебійною роботою механізмів, обладнання і вимірювальних пристроїв, вживати заходів до усунення усіх виявлених несправностей;
- контролювати стан мулу за біоценозом і муловим індексом та вчасно вживати заходів проти його спухання;
- контролювати і підтримувати задану ефективність очищення стічних вод за БСК.

Активний мул аеротенків уявляє собою суспензію, що складається із пластівців які утворені мікроорганізмами та дрібними частинками забруднень стічної води. Мул відрізняється від сирого осаду більш високим вмістом води та відсутністю крупних часточок зважених речовин. Вологість активного мулу до ущільнення 99,2 – 99,8 %; після ущільнення 97 – 98 %. По складу активний мул відноситься до дрібнодисперсних суспензій що на 98 % складаються по масі з часточок розміром менше 1 мм. Суспензія активного мулу має світло-сірий або бурий колір. Свіжий активний мул майже не має запаху. До складу активного мулу входять зооглейні бактерії, інфузорії, коловратки, черви. При порушенні нормальної роботи аеротенка в ньому розвиваються нитчасті бактерії, водяні гриби, гілляста зооглея. Вони викликають спухання активного мулу. В умовах відсутності кисню активний мул швидко загниває та придбає різкий запах сірководню.

У нормальних умовах активний мул повинен мати муловий індекс 60-100 см³ на 1 г сухої речовини мулу. Цим значення мулового індексу відповідає навантаження забруднень за БСК повне від 200 до 500 мг/добу на 1 г беззольної речовини.

Кількість стічної рідини, інтенсивність подачі повітря, концентрація активного мулу і розчиненого кисню повинні уточнюватися в процесі експлуатації дослідним шляхом виходячи із складу стічної рідини, яка надходить і відводиться з аеротенків.

Подачу повітря в аеротенк регулюють на основі оцінки якості стічної рідини на виході з аеротенку з урахуванням концентрації розчиненого кисню і активного мулу в аеротенку. Якщо якість стічної рідини на виході з аеротенку не відповідає встановленим вимогам, то при високому дефіциті розчиненого кисню підвищують подачу повітря, а при високій концентрації розчиненого кисню підвищують концентрацію активного мулу (якщо це можливо за

умовами роботи вторинних відстійників). Якщо за максимально можливої концентрації активного мулу і нормативної концентрації розчиненого кисню якість очищених стічних вод не відповідає встановленим вимогам, це свідчить про те, що навантаження споруди за БСК перевищує її окислювальну спроможність.

Концентрацію розчиненого кисню в стічній рідині визначають у пробі, відібраній разом із скаламученим активним мулом, або за показаннями автоматичних приладів. У разі зменшення навантаження на аеротенк відключають частину відділень (секцій) аеротенку, щоб забезпечити задану інтенсивність аерації в працюючих відділеннях, а також негайно зменшують об'єм активного мулу, який видаляється із системи, або повністю припиняють його відведення.

У відключених відділеннях аеротенку після їх спорожнення промивають пористі пластини (аератори). Очищення пористих пластин виконують у міру їх забруднення, але не рідше одного разу на рік. Пластини очищають металічними щітками при обмиванні 30 відсотковим розчином соляної кислоти або під шаром води 10-20 мм з продуванням пластин повітрям знизу. Очищення пластин може також виконуватися за допомогою піскоструминного апарату.

Строк служби пластин залежить від місцевих умов і не повинен бути меншим за 4 роки. Під час заміни пластин треба відбирати пластини з однаковою пористістю (однаковою втратою напору у процесі пропускання через них повітря або води).

У разі змін хімічного складу стічних вод і підвищення їх токсичності зменшують навантаження на частину аеротенків, щоб дати можливість мікроорганізмам активного мулу адаптуватись до нового складу стічних вод.

Причини спухання активного мулу:

- перевантаження аеротенків за кількістю забруднень;
- велика кількість вуглеводів у стічних водах;
- недостатня кількість повітря;
- незначна величина рН.

У разі спухання активного мулу залежно від його причин необхідно вжити таких заходів:

- зменшити навантаження на аеротенк за БСК;
- відрегулювати співвідношення між концентрацією мулу і кількістю повітря (збільшити подачу повітря);
- збільшити час перебування мулу в регенераторі;
- збільшити відкачування зворотного мулу і скид його надлишків;
- підвищити рН стічної рідини за допомогою вапна або соди до 8,5-9,5;

- провести хлорування зворотного активного мулу перед регенератором дозами хлору 10-26 мг/л (0,3-0,6 відсотків від сухої речовини мулу);
- ввести добавки біогенних елементів у вигляді суперфосфату, сполук амонію і фосфору, мулової води з метантенків;
- застосувати добавки мінеральних коагулянтів, дисперсних матеріалів або катіонних флокулянтів перед вторинними відстійниками;
- застосувати пульсуючу подачу стічних вод в окремі секції аеротенку (2-5 хвилин кожну годину різко збільшувати подачу стічних вод).

У разі складних порушень режимів очищення стічних вод в аеротенках, коли перелічені вище заходи не допомагають і активний мул втрачає очищувальну здатність, видаляють із системи зіпсований мул і розпочинають культивування нового активного мулу.

Вторинні відстійники.

Вторинні відстійники повинні забезпечувати необхідну ступінь видалення з води пластівців активного мулу (до 10-20 мг/л) і ущільнення зворотного мулу до необхідної концентрації (до 5-15 г/л). Мулову суміш з аеротенка необхідно рівномірно розподіляти між вторинними відстійниками. Свіжий активний мул із відстійника безперервно видаляють. Несвоєчасне і неповне видалення активного мулу призводить до загнивання і спливання його, відмирання мікроорганізмів і вторинного забруднення очищених стічних вод.

Під час експлуатації вторинних відстійників, окрім робіт, що проводяться на первинних відстійниках, персонал зобов'язаний [12]:

- вчасно видаляти з поверхні відстійників плаваючу піну або плівку в метантенки або на мулові майданчики;
- періодично очищувати стіни і днища відстійників від осаду (після біофільтрів).

13.7 Споруди очищення стічних вод в природних умовах

Поля зрошення і фільтрації.

Поля зрошення і фільтрації повинні забезпечувати біологічну очистку стічних вод у природних умовах [1].

Під час експлуатації цих споруд персонал зобов'язаний [12]:

- забезпечувати рівномірний розподіл стічних вод по зрошуваних ділянках або картах та нормативне (за регламентом) питоме навантаження стічних вод;
- підтримувати належний стан поверхні ділянок і карт, не допускаючи їх замулення, для чого у міру необхідності, але не рідше двох разів на сезон, проводити їх оранку, уникаючи порушення планування поверхні карт і створення горбів та западин;

- не допускати скидання стічних вод в осушувальну (дренажну) мережу і водойми;
- дотримуватися санітарно-гігієнічних вимог;
- проводити не рідше одного разу на тиждень, а також після злив огляди, забезпечувати вчасне видалення наносів, сміття з водорозподільчих каналів, лотків, дренажних і зрошувальних канав;
- скошувати рослинність на валиках і відкосах канав 2-3 рази на сезон;
- вчасно проводити поточні ремонти усіх елементів полів зрошення і фільтрації;
- вести систематичний контроль за ступенем очищення води і не допускати відведення з полів фільтрації стічних вод, які не відповідають встановленим вимогам.

Окислювальні канали.

У процесі експлуатації циркуляційних окислювальних каналів персонал зобов'язаний [12]:

- забезпечувати постійну подачу зворотного активного мулу і періодичне видалення надлишкового мулу;
- контролювати і підтримувати задану дозу мулу в споруді;
- вчасно видаляти плаваючі речовини;
- очищувати решітку, водозливи випускного пристрою, лотки і збірні жолоби від забруднень;
- не допускати перерв у роботі механічних аераторів;
- вести нагляд за механізмами і обладнанням згідно з інструкціями заводів-виготовлювачів та вживати заходів до усунення всіх помічених несправностей.

Належні умови роботи циркуляційних окислювальних каналів забезпечуються при концентрації розчиненого кисню не менше 2,0 і не більше 6,0 мг/л при швидкості руху води в каналі не менше 0,4 м/сек.

Заглиблення гребенів аератора повинно бути не менше 0,08 м і не більше третини діаметра аератора. Припинення роботи аератора та пристроїв для подачі зворотного активного мулу для огляду чи ремонту допускається не більше ніж на 2-3 години.

Період нарощування активного мулу залежить від кількості, складу і температури стічних вод, а також від пори року і може складати 1-2 місяці. Взимку аератор утеплюють для запобігання його обмерзання. Допускається застосування електрообігріву кожуха аератора.

Споруди доочищення стічних вод.

Для доочищення стічних вод застосовують біологічні ставки та фільтри із зернистим завантаженням. Біологічні ставки повинні влаштовуватися на

нефільтруючих або слабофільтруючих ґрунтах. При несприятливих, у фільтраційному відношенні ґрунтах необхідно проводити протифільтраційні заходи.

У процесі експлуатації біологічних ставків персонал зобов'язаний:

- постійно контролювати режим наповнення ставків, не допускаючи їх переповнення і переливання води через огорожуючі валики;
- вести систематичний нагляд за станом огорожуючих валиків і забезпечувати їх поточних ремонт;
- систематично вести спостереження за процесом очистки стічних вод, контролювати концентрацію розчиненого кисню у воді і склад очищених стічних вод, які скидаються у водойму;
- вчасно очищувати ставки від осадів;
- обслуговувати аераційні пристрої в ставках з штучною аерацією;
- вчасно викошувати рослинність на берегах ставків, не допускати їх надмірного заростання.

Перед пуском ставків в експлуатацію (навесні) слід проводити зорювання дна. Після закінчення експлуатаційного сезону необхідно спускати із ставків воду. Під час пуску в експлуатацію ставки заповнюються стічними водами і витримують до повного видалення амонійного азоту. Для підвищення ефективності і глибини очищення стічних вод у біологічних ставках можуть використовуватись культури нижчих водоростей (хлорели, анкістродезмуса), а також вища водяна рослинність (очерет, рогіз тощо). Перед скиданням очищених стічних вод у водойму клітини нижчих водоростей повинні бути видалені з води відстоюванням.

Під час експлуатації *фільтрів із зернистим завантаженням* персонал повинен виконувати вимоги щодо експлуатації фільтрів водопровідних споруд.

Для завантаження фільтрів можна використовувати кварцовий пісок, гравій, гранітний щебінь, гранульований доменний шлак, антрацит, керамзит, полімери, а також інші зернисті матеріали, які мають необхідні технологічні властивості, хімічну стійкість та механічну міцність.

У процесі експлуатації фільтри треба систематично промивати нехлорованою фільтрованою стічною рідиною, пильно слідкувати за станом завантаження, не допускаючи його біологічного обростання та агломерування. Щоб запобігти цьому, необхідно 2-3 рази на рік обробляти завантаження хлорною водою з вмістом хлору до 150 мг/л при тривалості контакту 24 години.

13.8 Споруди для обробки осаду стічних вод

Мулові майданчики.

Мулові майданчики повинні забезпечувати зниження вологості (зневоднення та підсушування) осаду і активного мулу, що надходять з відстійників і метантенків, до 70-80 відсотків.

Під час експлуатації мулових майданчиків персонал зобов'язаний [12]:

- дотримуватися заданих періодичності напусків та товщини шару осаду, що напускається. Періодичність напусків залежить від місцевих умов і може складати 15-30 діб, а товщина шару 0,2-0,3 м влітку та на 0,1 м нижче верху огорожуючих валиків взимку. Для майданчиків, обладнаних горизонтальним і вертикальним дренажем, спеціальними механізмами, або за умови обробки осаду хлором чи флокулянтами режим напусків визначається за спеціальними регламентами;
- вчасно видаляти підсушений осад з вирівнюванням поверхні карт, промивкою дренажних систем та підсипання піску;
- забезпечувати вчасне відведення мулових (дренажних) вод на очисні споруди, не допускаючи їх скиду в водойму;
- вести нагляд за станом лотків, труб, шиберів, дренажних систем, вчасно їх прочищати та промивати;
- слідкувати за станом огорожуючих валиків, вчасно їх обкошувати, не допускаючи обсіменіння осаду бур'янами;
- вчасно ремонтувати будівельні конструкції та запірно-регулюючі пристрої площадок;
- вести облік кількості і вологості поданого і видаленого підсушеного осаду, кількості і якості відведеної мулової води;
- контролювати якість осаду за вмістом важких металів, забрудненість його шкідливими бактеріями і яйцями гельмінтів (використання осаду як органічного добрива).

Перед напуском осаду на мулові майданчики, обладнані горизонтальним дренажем, останній необхідно заповнити водою до рівня поверхні майданчику, а відкриття засувки в дренажних колодязях здійснювати поступово і лише після 1-3 - добовій витримки (для запобігання замулення дренажних шарів і ефективного відведення мулової води).

Наступні напуски осаду на мулові майданчики допускаються лише після підсушування раніше випущеного осаду до 80 відсоткової вологості і утворення на його поверхні глибоких тріщин, через які може проходити мулова вода з нового напуску.

Збирати і вивозити підсушений осад з карт слід дуже обережно під наглядом особи, яка відповідає за технічну експлуатацію мулових майданчиків, щоб не пошкодити фільтруючі шари і дренажні пристрої.

Для заморожування осаду взимку слід використовувати не більше 75 відсотків площі мулових майданчиків.

Для прискорення підсушування осаду слід періодично (2-3 рази на літо) розпушувати поверхню осаду і видаляти рослинність.

Робота мулових майданчиків може бути значно інтенсифікована шляхом їх обладнання горизонтальним та вертикальним дренажем, системами відводу мулової води з поверхні карт, механізмами для розпушування поверхні, підсипання піску і видалення підсушеного осаду, обробкою осаду перед подачею на мулові майданчики активним хлором та катіонними флокулянтами.

Експлуатаційний персонал повинен вживати заходів для вчасного вивезення осаду з мулових майданчиків та його використання в сільському, зеленому чи лісовому господарстві або при рекультивації земель.

За узгодженням зі споживачами допускається вивезення з мулових майданчиків - ущільнювачів осаду, ущільненого до вологості 90 відсотків, якщо він відповідає санітарним вимогам споживачів.

Для завантаження рідкого осаду в пересувну тару слід використовувати насоси для перекачування рідкого гною типу НЖН-200 та ін.

Двох'ярусні відстійники.

У процесі експлуатації двох'ярусних відстійників персонал зобов'язаний [12]:

- постійно забезпечувати задану тривалість відстоювання і рівномірний розподіл води між усіма відстійниками;
- не допускати підвищеного винесення зважених речовин надходження осаду у відстійні жолоби;
- контролювати висоту шару осаду в муловій камері;
- випускати осад через кожні 10-15 діб з наступним промиванням мулопроводу;
- не допускати утворення на поверхні відстійників щільної плівки чи спінювання осаду, що зброджується.

При спарених відстійниках для рівномірного розподілу осаду в мулових камерах періодично, через 10-15 діб, переключають встановлені в лотках шибири для перепуску рідини з одного боку споруд на інший.

Перший випуск осаду з відстійника здійснюють через 5-6 місяців після його пуску в експлуатацію, причому відстань між рівнем води в муловій камері і щілиною осадового жолобу повинна бути менше 1 м. Осад випускають повільно і контролюють його зрілість. Зрілий осад має вологість 85-90 відсотків, темно-сірий колір, зернисту структуру, рН 7,2-7,6, без запаху сірководню. Вміст органічних речовин у ньому повинен бути на 40 відсотків менший, ніж в сирому осаді.

У процесі експлуатації відстійників щоденно очищують розподільчі лотки і переливні краї від осаду, ганчір'я та інших предметів, видаляють плаваючі речовини, а також прочищають щілини відстійних жолобів.

Перед настанням зими з відстійника випускають частину осаду. В муловій камері повинно залишатися не менше 15-20 відсотків об'єму добре збродженого осаду. На зимовий період двох'ярусні відстійники утеплюють, накриваючи їх дерев'яними щитами. Відкритими залишаються тільки лотки (для забезпечення можливості їх очищення).

Для очищення від ущільненого осаду і ремонту двох'ярусні відстійники спорожнюють не рідше одного разу в 3-4 роки.

Метантенки.

Метантенки повинні забезпечувати анаеробне зброджування осаду з відстійників і надлишкового активного мулу в умовах мезофільного або термофільного процесів. Допустимо, якщо це не порушує процесу, подавати в метантенки подрібнені покидьки з решіток та проціджувачів.

У процесі експлуатації метантенків персонал зобов'язаний [12]:

- контролювати вологість, зольність, температуру осадів і мулу, що надходять, та забезпечувати завантаження не вище встановленої норми;
- постійно підтримувати заданий температурний режим у метантенку;
- контролювати процес перемішування осаду, не допускаючи ущільнення та утворення на його поверхні кори;
- забезпечувати постійний рівень осаду в метантенку і вільний вихід газу;
- вести постійний облік виходу газу, визначати його склад (не рідше одного разу на тиждень), слідкувати за тиском у газопроводі та газовому просторі метантенку і газгольдері;
- вести облік кількості пари або гарячої води, що подаються в метантенки, з реєстрацією тиску і температури;
- регулярно вивантажувати зброджений осад, вести облік його кількості і якості (вологість, зольність, температура, питомий опір фільтруванню тощо).

Нормальний процес бродіння в метантенках досягається за умов:

1. дотримання встановленої норми добового завантаження і необхідної температури осаду (оптимальні температури для мезофільного процесу 30-35 гр.С, для термофільного процесу 50-55 гр.С);
2. регулярного і повного перемішування осаду, який завантажується, з усім осадом, що перебуває в метантенку;
3. регулярного вивантаження добре збродженого осаду;
4. вчасного видалення з дна метантенку піску і недопущення утворення щільної кори на поверхні;
5. систематичної перевірки основних технологічних параметрів процесу.

Режим завантаження метантенків свіжим осадом залежно від місцевих умов може бути встановлений один раз на добу, позмінний (два-три рази на добу) та безперервний. Об'єм осаду, що завантажується, повинен бути рівним об'єму осаду, що вивантажується з метантенку.

Гази, що утворюються з метантенку, насичені вологою, що приводить до виділення в газопроводах великої кількості конденсату, тому в усіх понижених місцях встановлюються конденсатозбірники і пристрої для видалення конденсату, а відкриті ділянки газопроводу утеплюються.

У разі появи запаху сірководню в збродженому осаді слід вводити в метантенк вапно (у вигляді молока) до рН8-8,5 для поліпшення умов лужного бродіння, підсилити перемішування і поступово підвищити температуру до 35 °С. Різка зміна температури може спричинити кіркоутворення.

Експлуатація газового господарства метантенків здійснюється згідно з Правилами безпеки в газовому господарстві.

Метантенки належать до вибухо- і пожежонебезпечних об'єктів, тому електродвигуни, освітлювальна арматура і пускова апаратура метантенків повинна мати вибухобезпечне виконання, а знання і виконання експлуатаційним персоналом правил техніки безпеки повинно контролюватися особливо суворо.

Мулоущільнювачі.

Мулоущільнювачі повинні забезпечувати необхідний ступінь ущільнення осаду і навколишнього активного мулу.

Експлуатація мулоущільнювачів типу вертикальних або радіальних відстійників здійснюється згідно з інструкцій з експлуатації цих споруд.

У процесі експлуатації мулоущільнювачів персонал зобов'язаний [12]:

- забезпечувати промивання і ущільнення осаду із встановленим регламентом;
- кожної зміни контролювати рівень ущільненого осаду (він повинен перебувати на глибині не менше 1 м від поверхні води);
- забезпечувати рівномірну подачу осадів на ущільнювання і вчасний випуск ущільненого осаду; підтримувати у справному стані всі механізми;
- вести систематичні спостереження за кількістю і якістю осаду, що надходить і видаляється із споруди, контролювати його вологість і фізико-хімічні властивості.

Для підвищення стабільності роботи мулоущільнювачів рекомендується направляти до них надлишковий активний мул не після вторинних відстійників, а після регенераторів. У цьому мулі міститься значна кількість кисню, і він довше не піддається анаеробним процесам, краще ущільнюється.

З метою інтенсифікації роботи мулоущільнювачів слід застосовувати спеціальний переміщуючий пристрій, який монтують (з труб, сталевієї полоси, ланцюгів або дошок) на підвісках мулоскребів. Висота цього пристрою повинна відповідати розрахунковій глибині шару ущільненого осаду.

Аеробні стабілізатори.

Аеробні стабілізатори повинні забезпечувати стабілізаційну обробку осадів з відстійників та надлишкового активного мулу в аеробних умовах.

У процесі експлуатації аеробних стабілізаторів персонал зобов'язаний [12]:

- забезпечувати подачу в стабілізатори заданої кількості осадів і надлишкового активного мулу;
- підтримувати вміст розчиненого кисню в муловій суміші на рівні не менше 2 мг/л;
- не допускати перерви в подачі повітря;
- контролювати вологість, зольність, температуру і питомий опір фільтруванню осадів та мулу, що надійшли, і забезпечувати нормативне їх завантаження в споруду;
- регулярно вивантажувати стабілізований осад, вести облік кількості обробленого осаду, контролювати його вологість, зольність, дегідрогеназну активність, питомий опір фільтруванню та якісний склад мулової води;
- не допускати завалів осаду в відстійних зонах стабілізатора;
- вести нагляд та забезпечувати безперебійну роботу механізмів і обладнання, вживати заходів до усунення помічених недоліків.

Кількість осадів та надлишкового мулу, що завантажуються, інтенсивність подачі повітря і вміст розчиненого кисню повинні уточнюватися в процесі експлуатації дослідним шляхом виходячи із складу осадів, що надходять і видаляються із стабілізатора. Регулювання подачі повітря проводять за концентрацією розчиненого у муловій суміші кисню.

Нормальна робота аеробних стабілізаторів забезпечується за таких умов:

1. концентрація осаду 20 мг/л;
2. питома витрата повітря 1-1,5 м³ на годину на 1 м³ робочого об'єму споруди;
3. інтенсивність аерації 4 м³/м² год;
4. концентрація розчиненого кисню 2 мг/л;
5. вологість ущільненого осаду в мулоущільнювачі 97 відсотків.

При цьому досягається розклад органічних речовин осаду на 20-40 відсотків, зниження бактеріального забруднення за БГКП на 90 відсотків значне зменшення питомого опору фільтруванню.

Взимку при мінусовій температурі повітря стабілізатори утеплюють або підігрівають осад, щоб температура в аеробному стабілізаторі була не менше 10 гр.С.

Вакуум-фільтри.

Обробка осадів на вакуум-фільтрах повинна забезпечувати їх зневоднення до вологості 75-80 відсотків.

У процесі експлуатації вакуум-фільтрів персонал зобов'язаний [12]:

- забезпечувати безперервну роботу агрегатів;
- контролювати вологість вихідного осаду і кеку;
- підтримувати задані дози хімічних реагентів;
- вчасно проводити регенерацію фільтруючої тканини;
- контролювати кількість і якість обробленого осаду, витрату реагентів, електроенергії і промивної води;
- утримувати в справному стані усі механізми і устаткування.

Дози хімічних реагентів (хлорного або сірчано-кислого заліза, вапна, флокулянтів) для коагуляції осадів встановлюють експериментально за зниженням питомого опору осадів 10 см/г. Хлорне залізо та вапно вводять в осад у вигляді 10 відсоткових розчинів. Першим треба вводити хлорне залізо, а потім - вапно.

Для вакуум-фільтрів використовують спеціальні фільтрувальні тканини. Строк служби цих тканин 1000-2000 годин.

Робочий вакуум у фільтрі підтримують на рівні 400-500 мм рт.ст. - для осадів первинних відстійників, 300-400 мм рт.ст. - для ущільненого і активного мулу, 300-500 мм рт.ст. - для суміші осаду і активного мулу.

Перед пуском вакуум-фільтра фільтрувальну тканину треба добре змочити водою. Регенерацію фільтрувальної тканини проводять віддувкою стисненим повітрям і промиванням водою. Витрату промивної води підтримують в межах 0,1-0,3 м³/год на 1 м² поверхні фільтра. При недостатній ефективності регенерації (більше 20 відсотків площі без кеку) фільтрувальну тканину промивають розчином інгібірованої соляної кислоти.

Після кожної зупинки вакуум-фільтра фільтрувальна тканина повинна бути ретельно промита водою з милом або пральним порошком і очищена щіткою. При невеликих розривах і пошкодженнях фільтрувальну тканину зашивають, не знімаючи з барабана.

Робота вакуум-фільтра може бути інтенсифікована за допомогою додавання до осаду катіонних флокулянтів.

Сирі осад первинних відстійників після обробки на вакуум-фільтрах для використання в сільському господарстві необхідно дегельмінтизувати.

Експлуатація основного і допоміжного обладнання цеху вакуум-фільтрів (насосів, насосів-дозаторів, конвеєрів тощо) здійснюється згідно інструкціями заводів-виготовлювачів.

Центрифуги.

Обробка осадів на центрифугах повинна забезпечити зневоднення осаду до вологості 68-75 відсотків. Експлуатація центрифуг здійснюється згідно з інструкціями заводів-виготовлювачів.

Під час експлуатації центрифуг персонал зобов'язаний [12]:

- підтримувати задані параметри роботи центрифуг (діаметр зливного циліндра, кількість обертів ротора);
- контролювати і обліковувати час роботи центрифуги, кількість осаду, що обробляється і зневоднюється;
- вести спостереження за вологістю і зольністю вихідного осаду, кеку і фугату (два рази на тиждень), концентрацією зважених речовин і БСК₅ фугату (один раз на тиждень);
- забезпечувати безперебійну роботу основного і допоміжного устаткування.

Для підвищення ефективності затримання сухої речовини осадів до 95-99 відсотків можна використати відповідні коагулянти і флокулянти. Вибір реагентів і визначення їх доз проводять шляхом пробної коагуляції і центрифугування осадів. Оптимальний режим роботи центрифуги (число обертів ротора, діаметр зливного циліндра, продуктивність) встановлюють експериментально виходячи з умови одержання найбільш чистого фугату. Для зменшення гідравлічного навантаження на центрифугу осади попередньо ущільнюють. Для зменшення зносу центрифуги з осадів треба ретельно видалити пісок та інші абразивні частки. При високому вмісті піску в осаді треба зменшувати частоту обертання ротора і діаметр зливного циліндра. Для попередження засмічення центрифуги крупними забрудненнями перед нею треба встановлювати проціджувачі осаду або решітки-дробарки.

Термообробка осадів.

Установки термічної обробки осадів повинні знизити питомий опір осаду фільтруванню, а також забезпечити дегельмінтизацію і стерилізацію осаду з метою його безреагентної підготовки до зневоднення і використання в сільському господарстві.

Термообробка осаду полягає в його нагріванні в теплообмінниках та витримуванні в реакторах при високій температурі (150-200 гр.С) і тиску (1,5-2,0 МПа).

Для запобігання засміченню теплообмінних апаратів перед ними слід встановлювати проціджувачі осаду.

Експлуатацію основного та допоміжного обладнання термічної обробки осадів здійснюють згідно з інструкціями заводів-виготовлювачів та спеціальними регламентами.

У процесі експлуатації установок термічної обробки осадів персонал зобов'язаний [12]:

- підтримувати задані параметри роботи установки (температура, тиск, дози завантаження осаду тощо);
- контролювати та обліковувати кількість та якість осаду до і після термообробки, витрати електроенергії, газу, пари, тепла;
- суворо дотримуватися правил безпеки під час експлуатації посудин, що працюють під тиском, високотемпературних паропроводів, насосного устаткування високого тиску;
- забезпечувати безперебійну роботу основного та допоміжного устаткування;
- слідкувати за справністю приладів, що вимірюють тиск і температуру, вчасно їх повірити.

Термічне сушіння осадів.

Термічне сушіння зневодненого осаду повинно забезпечувати висушування осаду до сипучого стану (вологість 25-30 відсотків) та його стерилізацію з метою безпечного використання як органо-мінерального добрива. На сушіння можуть подаватись осади після їх механічного зневоднення до вологості 60-85 відсотків. Сушіння осадів проводять в сушарках із зустрічними струменями і барабанних сушарках.

Експлуатація сушарок і допоміжного обладнання (теплообмінників, транспортерів, циклонів, скуберів, насосів тощо) здійснюється згідно з інструкціями заводів-виготовлювачів.

У процесі експлуатації сушарок персонал зобов'язаний:

- наглядати за роботою сушарки і підтримувати задані технологічні параметри (температуру газів, витрату палива і стисненого повітря, вологість осадів на вході і виході з сушарок тощо);
- вести систематичний (кілька разів на зміну) контроль і облік кількості і якості зневодненого і висушеного осаду, витрат електроенергії, палива та стисненого повітря. Кожного тижня необхідно визначати зольність, вміст азоту, фосфору, калію та деяких важких металів у висушеному осаді;
- утримувати в справному стані сушарки і допоміжне обладнання, вчасно ремонтувати і перевіряти системи КВПіА;
- забезпечувати задані продуктивність сушарок і вологість висушеного осаду;
- не допускати понаднормативних втрат тепла з відхідними газами.

Залежно від типу споруд, вживаних для очищення стічних вод, осади бувають:

- грубі, що затримуються ґратами;
- важкі (пісок), що осідають в пісковловлювачах;
- спливаючі (жири і механічні домішки), що затримуються у відстійниках і жироловках;
- сирий осад – в основному зважені речовини, що осідають в первинних відстійниках;
- активний мул – комплекс мікроорганізмів колоїдного типу з адсорбованими і частково окисленими забруднюючими речовинами.

Залежно від виду обробки стічних вод осади підрозділяються на:

- анаеробно-зброджені в двох'ярусних відстійниках або метантенках (анаеробному зброджуванню може піддаватися осад з первинних відстійників або його суміш з надлишковим активним мулом);
- анаеробно-стабілізовані – активний мул або його суміш з осадом з первинних відстійників;
- ущільнений активний мул, осад або суміші з ущільнювачів;
- промитий ущільнений зброджений осад;
- згущений активний мул з сепараторів;
- зневоднений осад після апаратів механічного зневоднення;
- термічно висушений осад і т.п.

Залежно від вмісту в осадах гідрофільних колоїдів, які грають основну роль в поведінці осадів в процесі обробки, вони підрозділяються на:

- гідрофільні органічні, що утворюються в процесі біологічного очищення стічної води і містять до 90% беззольної речовини від загального вмісту сухої речовини (наприклад, стічна вода від харчової промисловості, промисловості органічної хімії). У цих опадах можуть бути присутніми гідрофільні гідроксиди заліза і алюмінію, що утворюються з неорганічних коагулянтів, вживаних для обробки води;
- гідрофільні неорганічні із вмістом гідроксидів металів, присутніх в стічній воді (Al, Fe, Zn, Cr) або завдяки використанню неорганічних коагулянтів, що утворюються в результаті фізико-хімічного процесу (солей алюмінію або заліза);
- жирутримуючі, що характеризуються присутністю мінеральних (або тваринного походження) масел або жирів. Ці масла знаходяться у вигляді емульсії або адсорбовані на гідрофільних або гідрофобних частинках осаду;
- гідрофобні неорганічні з переважаючим вмістом речовин з невеликою кількістю або відсутністю зв'язаної води (пісок, бруд, шлак, окалина прокатних станів, кристалізовані солі і т. п.);

- волокнисті із вмістом волокон, які легко зневоднити, за винятком тих випадків, коли інтенсивне очищення від волокна робить їх гідрофільними в результаті появи в них гідроксидів металу або активного мула, або того і іншого.

В кожному конкретному випадку слід визначати властивості осадів з метою створення оптимальних умов їх зневоднення, утилізації і складування. Властивості осадів поділяють на ті, що характеризують їх природу і структуру та визначають їх поведінку в процесі зневоднення.

Властивості, що характеризують природу осадів:

Вміст сухої речовини звичайно виражається в грамах на 1 л або у відсотках і визначається сушкою при температурі 105⁰С до постійної маси.

Вміст беззольної речовини виражається у відсотках по масі від вмісту сухої речовини. Визначається спалюванням при температурі 550-600⁰С. В гідрофільних органічних осадах цей показник часто близький до вмісту органічних речовин і характеризує вміст азотистих речовин.

Елементарний склад (особливо важливий для органічних осадів), в першу чергу за такими показниками як вміст:

1. вуглецю і водню для визначення ступеня стабілізації або встановлення загальної кислотності;
2. азоту і фосфору для оцінки можливості використання осаду в якості добрив;
3. важких металів та ін. Для неорганічних осадів часто корисно визначати вміст Fe, Mg, Al, Cr, солей Ca (карбонатів і сульфатів) і Si.

Токсичність. Метали, що містяться в осадах виробничих стічних вод (мідь, хром, кадмій, нікель, цинк, олово), токсичні; вони мають здатність викликати в організмі людини різні види біологічних ефектів - загальнотоксичний, мутагенний і ембріотоксичний. Ступінь токсичності і небезпеки різних металів неоднаковий. Результати дослідів показують, що найбільш токсичними для тварин є хром і кадмій.

Згідно прийнятим в даний час гранично-допустимим концентраціям, що враховують разом з токсичністю і кумулятивні властивості речовин, найбільшу небезпеку для здоров'я населення представляють кадмій, хром, нікель; менш небезпечними є мідь і цинк. Осади очисних споруд гальванічних виробництв, що містять оксиди важких металів, відносяться до четвертого класу небезпеки, тобто до малонебезпечних речовин.

Бактерійна природа активного мулу, що утворюється в системі біохімічних очисних споруд, визначає високий вміст в ньому білкових речовин, амінокислот, мікроелементів, вітамінів групи В, зокрема В12. Отже, використання активного мулу для отримання повноцінного продукту,

придатного для годування тварин, птахів, хутрових звірів, риб є перспективним.

Іноді осад використовують з метою отримання *енергії*. Як паливо застосовують тільки заздалегідь висушений осад, одержаний від відстоювання води, що містить багато вугільного пилу (наприклад, в Рурі в Німеччині), і суспензії масла або жиру, вилучених флотацією. Енергія регенерується в двох основних формах:

- отримання газоподібного метану в процесі ферментації (анаеробного зброджування); цей газ використовують для обігріву, отримання електроенергії або теплового кондиціонування самого осаду;
- використання теплотворної здатності осаду в печах для спалювання сміття.

Енергію, що виділяється, звичайно використовують для попередньої сушки осаду. Якщо осад самозаймистий, можна утилізувати теплову енергію, трансформовану в електричну і в горючі газу.

Виробництво будівельних матеріалів. Тут визначилися наступні основні напрями утилізації осадів:

- виробництво будівельної кераміки: цегли, керамзиту, черепиці, пористих заповнювачів для бетону;
- виробництво бетонних розчинів та сумішей;
- отримання пігментів та фарб;
- виробництво скла;
- виробництво магнітних наповнювачів.

Встановлено, зокрема, що осад можна використовувати у вигляді суспензії, що містить 1-2% сухої речовини осаду, як домішки при виготовленні бетонних розчинів. Осади з вмістом Fe_2O_3 50-64%, з використанням електрокоагуляції, використовують як пігментуючу добавку глазурі для облицювальних керамічних плиток. Осад заздалегідь сушать і прожарюють при температурі, що перевищує температуру закінчення екзотермічних процесів. Колір плитки після випалення від ясно-кавового до темно-коричневого.

Неможливість утилізації деяких осадів, а також їх висока токсичність, зокрема осадів стічних вод гальванічних виробництв, зумовлюють необхідність використання спеціальних методів обробки, зменшуючих шкідливу дію осадів виробничих стічних вод на навколишнє середовище: рідкофазне окислення, теплова обробка, вібраційне фільтрування, спалювання і деякі ін.

Перспективним напрямом зниження витрат на зневоднення осадів є створення блокових установок, що суміщають процеси прояснення виробничих вод і згущування осадів, що утворюються. При цьому

виключаються проміжні пристрої транспортування осадів, розбавлення і порушення структури осадів при їх видаленні з прояснювачів.

Спалювання в топках. Спалювання осадів застосовується, якщо їх утилізація неможлива або економічно недоцільна. Перед спалюванням необхідно прагнути до максимального зниження вологості осадів шляхом їх механічного зневоднення.

Горінню зневоднених осадів передуює ендотермічний процес їх теплової підготовки, що включає прогрів матеріалу, випаровування води і виділення летючих речовин. Як топкові пристрої для спалювання осадів стічних вод застосовують печі з киплячим шаром інертного носія, а також барабанні печі, шарові і камерні топки.

Печі найчастіше застосовують для осадів стічних вод. Вони уявляють собою комплект плит по яких спалюваний матеріал спускається. Він переміщується з череня на під за допомогою скребків, що обертаються. Печі працюють в режимі протитечії і, отже, дозволяють особливо ефективно використовувати тепло. Температура газів на виході рівна приблизно 400°C , тоді як температура вологого осаду на верхньому сушильному транспортері дорівнює 70°C , так що дезодорація (допалюванням газів, що виходять, в додатковій топці) звичайно не потрібна.

Печі з киплячим шаром інертного носія мають важливу перевагу - в них відсутній контакт гарячих газів з рухомими механічними частинами. Тут забезпечується повна дезодорація газів спалювання, але втрати тепла значні. Осад подається в шар інертного матеріалу - звичайно піску, підтримуваного в зваженому стані висхідним потоком повітря, яке інжектуються біля дна через розподільні ґрати з численними дефлекторами. Глибина інертного шару в стані спокою складає 0,5-0,8 м. Завдяки перемішуванню інертного матеріалу осад легше розбивається на дрібні частинки. Згорання більшої частини висушених дуже дрібних частинок і беззольних речовин закінчується у вільній зоні над псевдозрідженим шаром, де температура досягає 300°C , тобто на $100\text{--}200^{\circ}\text{C}$ вище, ніж в шарі. Печі з псевдозрідженим шаром можна легко вимикати на ніч; вони споживають дуже мало палива при повторному пуску частково через невеликий об'єму камери, що нагрівається, частково тому, що маса вогнетривкого футерування і маса піску підтримують високу температуру по всій камері протягом тривалого часу після зупинки печі.

Рідкофазне окислення. Суть методу полягає в окисленні органічної частини осаду киснем повітря при підтримці в апараті високих температури і тиску. Про глибину процесу рідкофазного окислення органічної частини осаду судять по зниженню величини ХПК. У свою чергу, глибина процесу окислення залежить від температури. Так, при температурі 200°C ХПК знижується на 50%; для зниження ХПК на 70% і більш необхідно підтримувати температуру $250\text{--}300^{\circ}\text{C}$. При окисленні органічної речовини виділяється теплота. При

обробці осаду вологістю 90% теплоти, що виділяється, достатньо для підтримки заданого температурного режиму.

Скидання в накопичувачі. Як накопичувачі використовують ґрунт, підземні порожнечі, море і т.п. Закачування в ґрунт. Осад в рідкому стані закачується в пористу зону підґрунтя, відокремлену суцільним пластом глини. Перш ніж використовувати цей метод, необхідно провести серйозні геологічні дослідження. Бурові свердловини повинні бути повністю ізольовані, щоб запобігти забрудненню водоносних шарів, через які вони проходять. Глибина інжекції приймається від 100 до 4000 м, тиск - 7 МПа. Цю технологію рекомендується використовувати для осадів, які дуже важко обробляти. Безпека її застосування не завжди гарантована.

Закачування в підземні порожнечі. Використовуються відпрацьовані виробки різних копалень або шахт, пройдені, як правило, в щільних стійких породах (глини, гіпс, кам'яна сіль, глинисті сланці і т.п.), а також спеціально споруджувані сховища. Способи розробки порожнеч різноманітні. Застосовують, наприклад, метод камуфлетних вибухів в пластичних глинистих породах, вилуговування або розмив у відкладеннях кам'яної солі.

Скидання осаду в морі може бути здійснене вивантаженням його з барж або ліхтерів на певній відстані від берега або шляхом використання довгих і сильно заглиблених підводних труб. Скиданню в морі передують тривалі і ретельні дослідження поверхневих і глибинних течій, так само як дуже серйозні бактеріологічні, біологічні і технологічні дослідження. Деструкція патогенних мікробів і руйнування органічних речовин в морській воді протікають поволі. Патогенні мікроорганізми зберігають життєздатність протягом декількох діб.

З осаду, що скидається в морі, всі плаваючі речовини повинні бути видалені; осад повинен мати стабільні фізичні, хімічні і біологічні властивості. Попереднє змішення осаду з морською водою сприяє його зануренню. Таким шляхом м. Лос-Анджелес скидає значну частину збродженого осаду від обробки стічних вод в Тихий океан; мулопровід завдовжки більше 10 км прокладений на глибині 70 м по морському дну. Цей метод також застосовують міста, розташовані на Середземному морі, куди скидається червоний осад, що містить велику кількість ферросиликоалюміната натрію від виробництва алюмінію.

Контрольні запитання до лекції 13:

1. Які методи очищення стічної води ви знаєте?
2. З якою метою організовують лабораторно-виробничий та технологічний контроль на очисних спорудах?
3. Які споруди включає механічне очищення?
4. Наведіть перелік споруд очищення стічних вод в природних умовах

5. В чому полягає відмінність біологічного очищення стічних вод на біофільтрах та аеротенках?
6. Які технології зневоднення осаду ви знаєте?

