

Міністерство освіти і науки України
Інженерний навчально-науковий інститут
імені Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету

О.Г. Добровольська

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНОГО
ГОСПОДАРСТВА. Частина II
Навчально-методичний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти магістра
спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія” освітньо-
професійної програми
«Водопостачання та водовідведення»

Затверджено
вченою радою
ЗНУ
Протокол №
від

Запоріжжя
2022

628.1 Добровольська О.Г. Експлуатація водопровідно-каналізаційного господарства. Частина II : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Водопостачання та водовідведення». Запоріжжя : ЗНУ, 2022. 193 с.

У навчально-методичному посібнику подано в систематизованому вигляді програмний матеріал дисципліни «Експлуатація водопровідно-каналізаційного господарства», основну номенклатуру інженерного обладнання водопровідних та каналізаційних мереж, питання їх влаштування, призначення, монтажу та експлуатації на території міст, населених пунктів та промислових підприємств, сучасні прийоми провадження інженерно-технічних робіт, методику гідравлічних розрахунків водопровідних мереж. Наведені приклади розв'язання типових задач з детальними поясненнями. Містить ілюстративний (рисунок, схеми) і табличний матеріали.

Для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Водопостачання та водовідведення».

Рецензенти

В. А. Банах, доктор технічних наук, проректор з науково-педагогічної роботи та технічної освіти Запорізького національного університету

Є. А. Манідіна, кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної екології та охорони праці Запорізького національного університету

Відповідальний за випуск

А. В. Банах, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри міського будівництва і архітектури

ЗМІСТ

стор.

Вступ	4
Розділ 1. Системи водовідведення (каналізації). Основні елементи системи каналізації та їх функціональне призначення	5
Розділ 2. Загальні положення з експлуатації систем каналізації.....	12
Розділ 3. Експлуатація каналізаційних насосних станцій, повітродувних та компресорних установок.....	14
Розділ 4. Експлуатація мереж каналізації	33
Розділ 5. Експлуатація очисних споруд каналізації	75
Розділ 6. Експлуатація внутрішньобудинкових систем каналізації	109
Практичні заняття і самостійна роботи студентів	116
1. Загальні вимоги до виконання практичних завдань	116
2. Завдання.....	117
Питання до поточного контролю знань студентів	121
Перелік використаної літератури	134
Додатки	135

ВСТУП

Студентам спеціальності “Водопостачання та водовідведення” викладається загальна дисципліна “Експлуатація систем водопостачання та водовідведення”.

Метою курсу “Експлуатація систем водовідведення”, як другої частини загальної дисципліни “Експлуатація систем водопостачання та водовідведення”, є підготовка фахівців з питань експлуатації систем водовідведення. Задачами курсу є вивчення та засвоєння нормативно-технічних матеріалів з експлуатації систем водовідведення, отримання знань та навичок з організації та контролю роботи каналізації, підвищення надійності, ефективності, терміну експлуатації окремих споруд, мереж та систем в цілому.

Курс розрахований на вивчення цієї дисципліни студентами як денної так і заочної форми навчання. Курс базується на навчальній, нормативній, науково-технічній літературі, а також на особистому виробничому, науковому і викладацькому досвіді авторів.

Засвоєний матеріал посібника дасть майбутнім спеціалістам – випускникам спеціальності “Водопостачання та водовідведення” знання для розв’язування практичних задач на початку їх професійної діяльності в галузі експлуатації систем водовідведення.

Розділ 1. Системи водовідведення (каналізації). Основні елементи системи каналізації та їх функціональне призначення

1.1 Водовідведення (каналізація) – це комплекс взаємопов’язаних інженерних споруд, призначених для збирання, транспортування за межі населених пунктів забруднених стічних вод, їх очищення та знешкодження перед скиданням у водойми.

Об'єктами каналізації є будівлі житлового, громадського, виробничого, службового і спеціального призначення, обладнані внутрішнім водопроводом і каналізацією, а також міста, що знов будуються, існуючі і такі, що реконструюються, селища міського типу, сільські і дачні селища, курорти, промислові підприємства, комбінати і промислові райони.

Внутрішня каналізація служить для прийому стічних вод в місцях їх утворення і для відведення за межі будівлі в зовнішню каналізаційну мережу. Зовнішня каналізація призначена для транспортування стічних вод за межі населених пунктів або промислових підприємств на очисні споруди, які служать для знешкодження стічних вод, випуску очищених вод у водоймище без порушення його природного стану і обробки осаду в цілях подальшої його утилізації.

Стічними називаються води, використані на побутові, виробничі або інші потреби і забруднені при цьому додатковими домішками, що змінили їх первинний хімічний склад і фізичні властивості, а також води, що стікають з території населених пунктів і промислових підприємств в результаті випадання атмосферних опадів або поливання вулиць. Залежно від походження, вигляду і якісної характеристики домішок стічні води підрозділяють на три основні категорії: побутові (господарсько-фекальні), виробничі (промислові) і дощові (атмосферні). До побутових відносяться води від кухонь, туалетних кімнат, душових, лазень, пралень, їдалень, лікарень, а також господарські води, що утворюються при митті приміщень. Вони поступають як від житлових і громадських будівель, так і від побутових приміщень промислових підприємств. За природою забруднень вони можуть бути фекальні, забруднені в основному фізіологічними відходами, і господарські, забруднені всякого роду господарськими відходами.

До виробничих стічних вод відносяться води, використані в технологічному процесі, що не відповідають більше вимогам, які пред'являються до їх якості, і що підлягають видаленню з території підприємств. Сюди відносяться також води, відкачувані на поверхню землі при видобутку корисних копалин (вугілля, нафти руди і др.).

Дощові води утворюються в результаті випадання атмосферних опадів. Їх підрозділяють на дощові і талі, такі, що виходять від танення льоду і снігу. Відмітною особливістю дощового стоку є його епізодичність і різка

нерівномірність. Води від миття і поливання вулиць, а також від фонтанів і дренажів по якісній характеристиці забруднюючих домішок близькі до дощових вод і віддаляються спільно з ними.

Стічні води забруднені всілякими домішками органічного і мінерального походження, які можуть знаходитися в них у вигляді розчину, колоїдів, суспензії і нерозчинних речовин. Ступінь забруднення стічних вод оцінюється концентрацією, тобто масою домішок в одиниці об'єму в мг/л або г/м³.

Побутові стічні води окрім органічних і мінеральних домішок містять біологічні домішки, що складаються з бактерій, у тому числі і хвороботворних, а тому вони потенційно небезпечні.

Виробничі стічні води забруднені в основному відходами виробництва. Кількісний і якісний склади мінеральних, органічних і біологічних домішок виробничих стічних вод різноманітні і залежать від галузі промисловості і технологічного процесу.

1.2 Основні елементи системи каналізації та їх функціональне призначення

Всі каналізаційні споруди за своїм призначенням поділяються на дві основні групи [1]. До першої групи відносять устаткування і споруди, призначені для прийому і транспортування стічних вод:

- Внутрішні каналізаційні пристрої;
- Зовнішню каналізаційну мережу;
- Каналізаційні насосні станції;

До другої групи відносять:

- Очисні станції, призначені для очищення стічних вод і обробки осаду;
- Випуски очищених стічних вод у водойми.

Внутрішні каналізаційні устрої в житлових і громадських будівлях складаються з приймачів (санітарних приладів) — унітазів, пісуарів, раковин, умивальників, трапів, ванн і ін., і з мережі — відвідних труб, стояків, випусків і дворової мережі.

Санітарні прилади встановлюють в кухнях, туалетних і ванних кімнатах житлових, суспільних і виробничих будівель.

Стічні води з приймачів поступають у відвідні труби, а потім в стояки внутрішньої каналізаційної мережі. Стояки прокладають по стінах усередині опалювальних приміщень або в монтажних шахтах, блоках і санітарно-технічних кабінах. Їх виводять через горищне приміщення вище за дах. Унаслідок обігріву стояків в опалювальних приміщеннях в них створюється тяга повітря, що забезпечує вентиляцію внутрішньої і зовнішньої каналізаційної мережі. Верхню частину стояка називають витяжною трубою, на кінці її встановлюють дефлектор (флюгарку).

Стічні води поступають по стояку через випуск в дворову або внутрішньоквартальну каналізаційну мережу. В місці приєднання кожного випуску до дворової або внутрішньоквартальної каналізаційної мережі влаштовують оглядовий колодязь, який призначається для спостереження за роботою внутрішньої мережі і для її очищення при засміченні.

У виробничих приміщеннях приймачами стічних вод служать воронки, трапи, відкриті і закриті лотки, що розташовуються біля виробничих апаратів і машин. Внутрішньоцехову каналізаційну мережу у виробничих приміщеннях влаштовують аналогічно внутрішній будинковій мережі з чавунних або пластмасових труб у вигляді стояків, відвідних труб і випусків.

Зовнішньою каналізаційною мережею називають укладену з ухилами розгалужену підземну мережу труб і каналів, що відводить стічні води самотіком до насосної станції, очисних споруд або у водоймище. Залежно від призначення, місця укладання і розмірів зовнішні каналізаційні мережі називають: дворовою — укладеною в межах одного володіння; внутрішньоквартальною — укладеною усередині кварталу; заводською — укладеною на території промислових підприємств; вуличною — укладеною по вулицях і проїздах і приймаючу стічні води з дворових, внутрішньоквартальних і заводських мереж.

Для контролю за роботою дворової і внутрішньоквартальної мереж в кінці їх влаштовують оглядовий колодязь, який називають контрольним. Ділянку мережі, що сполучає контрольний колодязь з вуличною мережею, називають сполучною гілкою. Вулична мережа міст сильно розгалужена і охоплює обширні території, з яких стічні води відводяться переважно самотіком. Для цього всю територію населеного місця ділять на басейни каналізування. Басейном каналізування називають частину території, обмежену вододілами. Ділянку каналізаційної мережі, що збирає стічні води з одного або декількох басейнів каналізування, називають колектором. Колектори підрозділяють на:

- колектори басейну каналізування, що збирають стічні води з каналізаційної мережі одного басейну;
- головні колектори, збираючі стічні води двох або декількох колекторів басейнів каналізування;
- заміські (або відвідні) колектори, що відводять стічні води транзитом (без приєднань) за межі об'єкту каналізування до насосних станцій, очисним спорудам або до місця випуску у водоймище. У великих містах з сильно розвинутою міською мережею колектори великих розмірів нерідко називають каналами.

Каналізаційна мережа і колектори завжди повинні бути доступні для огляду, промивки і очищення від засмічень, для чого на них влаштовують оглядові колодязі.

Залежно від призначення каналізаційні станції підрозділяють на:

- місцеві, призначені для перекачування стічних вод від одного або декількох окремих, несприятливо розташованих будівель або житлових кварталів;
- районні, призначені для перекачування стічних вод від окремих районів або басейнів каналізування;
- головні, такі, що перекачують основну частину або всю кількість стічних вод населеного пункту або промислового підприємства.

Очисні станції призначені для очищення стічних вод і обробки осадів; вони компонуються з комплексів очисних і допоміжних споруд, зв'язаних між собою інженерними комунікаціями в єдину технологічну схему. Комплекси очисних споруд вибирають залежно від концентрації, якісної і кількісної характеристики забруднюючих домішок, а також від вимог, що пред'являються до очищених вод за місцевими умовами.

Канал, що відводить очищені стічні води від очисних станцій у водоймище і забезпечений пристроєм для перемішування цих вод з водою водоймища, називають випуском. На колекторах перед насосною і очисною станціями також влаштовують випуски для скидання стічних вод у водоймище без очищення у разі аварії; ці випуски називають аварійними.

До систем каналізації населених місць належить приймати стічні води від населення та стічні води від установ, комунально-побутових і промислових підприємств, які за якістю і режимом скиду відповідають вимогам місцевих Правил приймання стічних вод підприємств у комунальну каналізацію міста (селища), затверджених місцевими органами виконавчої влади. Якість очистки стічних вод, що випускаються у водойму, повинна відповідати вимогам Правил охорони поверхневих вод, затверджених Держкомприроди СРСР 21.02.91 та Санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення, затверджених Міністерством охорони здоров'я СРСР 04.07.88, дозволу на спеціальне водокористування, затвердженому гранично допустимому скиду або ліміту скидів забруднюючих речовин, а тих, що використовують в народному господарстві - вимогам споживачів, погодженим з місцевими органами державного санітарного нагляду України.

Приймання виробничих стічних вод у системи каналізації населених пунктів дозволяється лише у разі наявності погодженого і затвердженого у встановленому порядку проекту, розробленого з врахуванням вимог Водного кодексу України, СНиП 2.04.03–85 [9], Правил охорони поверхневих вод, Санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення, Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України [11], інших чинних нормативних документів.

1.3 Сучасний стан та основні напрями розвитку систем каналізації

На даний час централізована система водовідведення України є складним інженерним комплексом, що складається з 50,8 тис. кілометрів мереж, 3,2 тис. насосних станцій, на яких встановлено близько 7,6 тис. насосних агрегатів, та 1,3 тис. каналізаційних очисних споруд. Значна частина споруд комплексу відпрацювала нормативний строк і потребує оновлення. За період експлуатації систем відбулися істотні технічні, соціальні, економічні та інші зміни, які вимагають їх відновлення на сучасному рівні. Водночас 12 міст і 345 селищ міського типу, 95 відсотків сільських населених пунктів не оснащені централізованими системами каналізації, а в 187 міських населених пунктах очисні каналізаційні споруди працюють неефективно - у водойми щодоби скидається понад 12 тис. куб. метрів неочищених та недостатньо очищених стічних вод. Рівень забезпечення населення централізованим водовідведенням в усіх регіонах держави значно нижчий, ніж рівень забезпечення водопостачанням, особливо у селищах міського типу та сільських населених пунктах. У населених пунктах, де відсутнє централізоване водовідведення, для скидання стічних вод населення використовує септики або вигрібні ями, що призводить до погіршення екологічного стану джерел водопостачання, їх забруднення, а також збільшення територій підтоплення. Внаслідок неефективної роботи наявних систем водовідведення виникла серйозна проблема отримання якісної питної води.

На сьогодні строк служби основної частини наявних систем водовідведення становить від 20 до 55 років. Отже, 35 відсотків каналізаційних мереж перебувають у ветхому або аварійному стані, 49 відсотків насосних станцій потребують реконструкції, удосконалення технологічного процесу та обладнання або невідкладної заміни.

Промислові підприємства внаслідок відсутності ефективних технологій очищення виробничих стічних вод та утилізації їх осадів скидають у системи централізованої каналізації висококонцентровані стічні води, шкідливі речовини яких руйнують каналізаційні мережі, порушують технологічні регламенти очищення стічних вод і не видаляються у процесі біологічного очищення, що унеможливорює використання очищених стічних вод та їх осадів у сільському господарстві.

Внаслідок незадовільного технічного стану централізованих систем водовідведення збільшуються матеріальні та енергетичні витрати, що призводить до збільшення витрат електричної енергії на транспортування та очищення стічних вод, а отже, збільшення собівартості послуг.

Протягом останніх років внаслідок економічної кризи майже повністю припинилося будівництво і введення в експлуатацію нових каналізаційних потужностей, а також реконструкція діючих споруд і мереж. За результатами

аналізу, необхідно вирішити питання реконструкції та будівництва 5 тис. кілометрів аварійних каналізаційних мереж, 1,5 тис. насосних станцій для перекачування стічних вод та близько 1 тис. каналізаційних очисних споруд.

В серпні 2011 року Кабінетом міністрів України прийнято Концепцію загальнодержавної програми розвитку та реконструкції централізованих систем водовідведення населених пунктів України на 2012-2020 роки

В Програмі визначено основні напрями розвитку систем водовідведення:

1. збільшення обсягу будівництва та реконструкції централізованих систем водовідведення у результаті залучення різних джерел фінансування, зокрема коштів державного і місцевих бюджетів, забудовників та інвесторів;
2. розроблення ефективних технологій очищення виробничих стічних вод та утилізації їх осадів;
3. стимулювання підприємств, установ та організацій, що провадять діяльність з проектування, спорудження і реконструкції, виробництва екологічно безпечних будівельних матеріалів та устаткування для систем водовідведення;
4. перегляд планів та розроблення комплексних програм розвитку централізованих систем водовідведення населених пунктів з урахуванням нових видів і методів їх спорудження;
5. переорієнтування будівельних організацій та виробників будівельних матеріалів на новітні технології будівництва систем водовідведення, випуск у необхідних обсягах сучасних екологічно безпечних та енергозберігаючих конструкцій, устаткування, збільшення обсягу використання будівельних матеріалів вітчизняного виробництва;
6. створення ринку будівельних послуг, будівельних матеріалів, технологій, проектної документації, а також першочергове спрямування недержавних інвестицій на будівництво і реконструкцію централізованих систем водовідведення;
7. залучення підприємств машинобудування, промисловості до випуску машин, механізмів, устаткування та засобів малої механізації для будівельних організацій, виробників будівельних матеріалів;
8. підвищення відповідальності користувачів централізованих систем водовідведення за їх належну експлуатацію та утримання, недопущення використання таких систем не за призначенням.

Виконання Програми дасть змогу:

- підвищити показники безпеки централізованих систем водовідведення за пріоритетними напрямками, визначеними за результатами аналізу роботи таких систем;

- усунути відхилення від вимог нормативно-правових актів, які набули чинності після введення в експлуатацію складових централізованих систем водовідведення, або зменшити вплив таких відхилень на рівень безпеки шляхом впровадження природоохоронних заходів;
- запобігати аварійним ситуаціям або аваріям у системах водовідведення;
- мінімізувати наслідки аварій та забезпечити можливість управління ними;
- модернізувати централізовані системи водовідведення, створити інвестиційно-привабливе середовище у сфері відведення і очищення побутових стічних вод;
- поліпшити екологічний, санітарно-епідеміологічний стан та стан водоймищ у місцях розташування каналізаційних очисних споруд;
- забезпечити збереження здоров'я населення, підвищити його добробут;
- забезпечити ефективне використання матеріальних і енергетичних ресурсів, захист навколишнього природного середовища від негативного впливу неочищених та недостатньо очищених стічних вод.

Контрольні запитання до розділу 1:

1. Що є об'єктами каналізації?
2. Які води називають стічними?
3. На які групи поділяють каналізаційні споруди?
4. Що називають зовнішньою каналізаційною мережею?
5. що собою уявляє басейн каналізування?

Розділ 2. Загальні положення з експлуатації систем каналізації

Для забезпечення безперебійної і економічної роботи систем водопостачання і каналізації необхідні:

- висококваліфікований технічний персонал, який виконує вимоги посадових інструкцій, правил технічної експлуатації та охорони праці;
- контроль і аналіз умов роботи, що склались, в першу чергу — економічних;
- організація раціональних режимів експлуатації мереж і споруд, які забезпечують удосконалення та інтенсифікацію їх роботи, максимальне використання резервів, впровадження прогресивної технології на основі сучасних досягнень науки і техніки;
- механізація і автоматизація виробничих процесів, проведення заходів для зменшення втрат води, ресурсів і матеріалів;
- профілактичний огляд і планово-попереджувальний ремонт мереж і споруд, їх елементів і устаткування;
- постійний контроль за якістю і кількістю стічних вод, що скидають підприємства у комунальну каналізацію;
- постійний контроль за рибозахисними пристроями;
- постійний контроль за якістю та кількістю очищених стічних вод, які скидаються у водні об'єкти;
- вжиття заходів щодо попередження, вчасного виявлення і ліквідації аварій;
- систематична реєстрація і аналіз причин порушень в роботі і аварій.

2.1 Основними задачами служб експлуатації є:

- забезпечення надійності та безперебійності роботи споруд, мереж, обладнання за заданими технологічними режимами з дотриманням правил і норм охорони праці;
- усунення в найкоротші терміни аварій та ушкоджень, вивчення причин їх виникнення з метою запобігання їх в майбутньому;
- своєчасне та якісне проведення поточного та капітального ремонтів;
- боротьба з витоками, втратами та нераціональним використанням води;
- організація заходів щодо виконання вимог з охорони навколишнього середовища в межах, пов'язаних з колом питань по підготовці та транспортуванню питної води;

- забезпечення високої рентабельності роботи, тобто зниження собівартості продукції (води) та послуг шляхом упровадження механізації та автоматизації виробничих процесів, обліку витрат води, реагентів, електроенергії.

2.2 Нормативно-технічна документація з питань експлуатації систем водовідведення

При організації експлуатації систем водовідведення в водопровідно-каналізаційному господарстві використовують наступну нормативно-технічну документацію:

1. Правила технічної експлуатації систем водопостачання і каналізації населених пунктів України.
2. Правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України.
3. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України.
4. Положення про проведення планово-попереджувального ремонту на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства.
5. Типові посадові (для фахівців) і робочі (для робочих) інструкції.
6. Інструкції з охорони праці.

Контрольні запитання до розділу 2:

1. В чому полягають основні задачі служб експлуатації каналізації?
2. Наведіть перелік нормативно-технічної документації з питань експлуатації систем водовідведення.

Розділ 3. Експлуатація каналізаційних насосних станцій, повітродувних та компресорних установок

3.1 Класифікація та схеми каналізаційних насосних станцій

В залежності від призначення каналізаційні насосні станції (КНС) поділяються на:

- *Місцеві* – для перекачування стічних вод від однієї або декількох будівель (кварталів);
- *Районні* – для перекачування стічних вод від окремих районів або басейнів каналізування;
- *Головні* – для перекачування стічних вод населеного пункту на очисні споруди

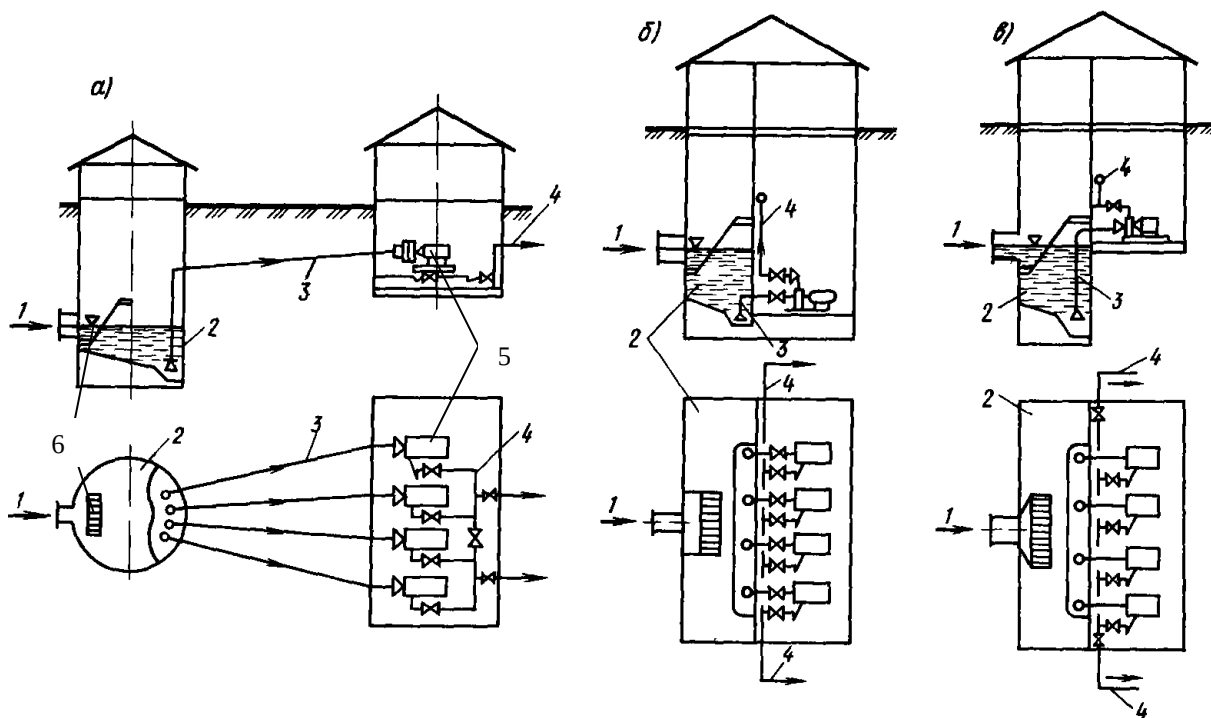
Відповідно до класифікації [8] по виду рідини, що перекачується, КНС поділяються на чотири групи:

- Для перекачування побутових стічних вод;
- Для перекачування виробничих стічних вод;
- Для перекачування атмосферних вод;
- Для перекачування осадів на очисних спорудах

Технологічний процес перекачування стічної рідини складається з двох послідовних операцій: вилучення із стічної рідини крупних засмічень, що можуть викликати забруднення насосів та перекачування. Такий технологічний процес вимагає побудови в складі КНС двох приміщень: приміщення приймального резервуару з ґратами та машинного (насосного) залу.

На рис. 3.1. наведено схеми КНС: а-роздільного типу, де приймальний резервуар з приміщенням ґрат відокремлені від машинного залу; суміщеного типу, де приймальний резервуар з приміщенням ґрат суміщений з будівлею машзалу. Згідно з розташуванням насосних агрегатів відносно поверхні землі КНС поділяють на незаглиблені – до 4 м; напівзаглиблені – до 7 м; шахтного типу – більше 8 м. КНС споруджують у найнижчих місцях території, що каналізується. Будівництво виконують опускним способом. Найбільш ефективною формою підземної частини є залізобетонний циліндр, діаметр якого складає 25-50 м.

Роздільна схема компоновки КНС є найбільш сприятливою в санітарному відношенні тому, що приймальний резервуар з приміщенням ґрат повністю ізолюваний від машинного залу та виробничих і допоміжних приміщень де постійно знаходиться обслуговуючий персонал. До недоліків такої схеми слід віднести підвищення експлуатаційних витрат та будівельної вартості, велику довжину всмоктуючих трубопроводів і пов'язане з цим ускладнення експлуатації. Тому роздільна схема використовується на практиці досить рідко.



а - роздільного типу, б - суміщеного типу, в - суміщеного типу на скельних ґрунтах. 1 - колектор, що підводить стічну рідину, 2 - приймальний резервуар, 3 - всмоктуючий трубопровід, 4 - напірний трубопровід, 5 - насосний агрегат, 6 - ґрати.

Рисунок 3.1 – Схеми каналізаційних насосних станцій

Проектами насосних станцій суміщеного типу передбачається поділення підземної частини станції герметичною перегородкою на два відділення: приймальний резервуар та відділення машинного залу з “сухим” встановленням насосних агрегатів.

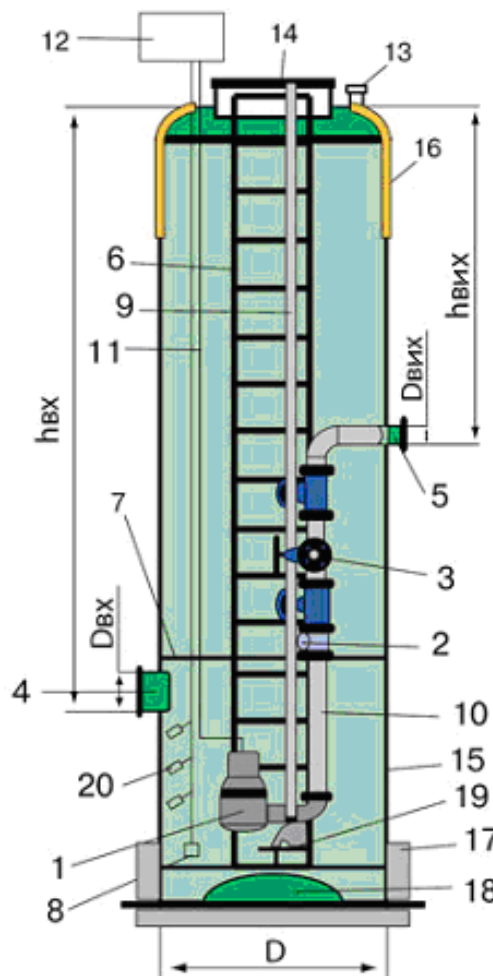
В останні роки досить часто почали використовувати КНС, що виготовляють із армованого склопластику і які працюють в автоматизованому (автоматичному) режимі, рис. 3.2.

Використання армованого склопластику надає конструкції ряд переваг:

- Склопластик має підвищену стійкість до фізичних та хімічних чинників;
- Такі КНС мають малу вагу та прості методи монтажу;
- КНС мають широкий діапазон продуктивностей завдяки можливості підбору занурюваних насосів, їх застосування виявляється ефективним як до одного будинку (котеджу) так і для району;
- Висока надійність та міцність конструкції;
- КНС не потребує високих експлуатаційних витрат;
- КНС оснащена приладами автоматичного керування та має підвищений рівень екологічності.

На вході КНС передбачається решітчатий контейнер для затримання крупних забруднень (на схемі не вказаний). Контейнер із забрудненнями піднімається на поверхню по направляючим вручну або за допомогою талі.

Занурюваний насос опускається в резервуар КНС по направляючим. Робота насосу автоматизована по рівню води в приймальній ємності в якості якої використовують нижню частину корпусу. Сигнали на ввімкнення та вимикання насосу подають з поплавкового датчика рівня. Напірний патрубок насоса за допомогою спеціальної автоматичної муфти під дією маси насоса герметично під'єднується при опусканні насоса.

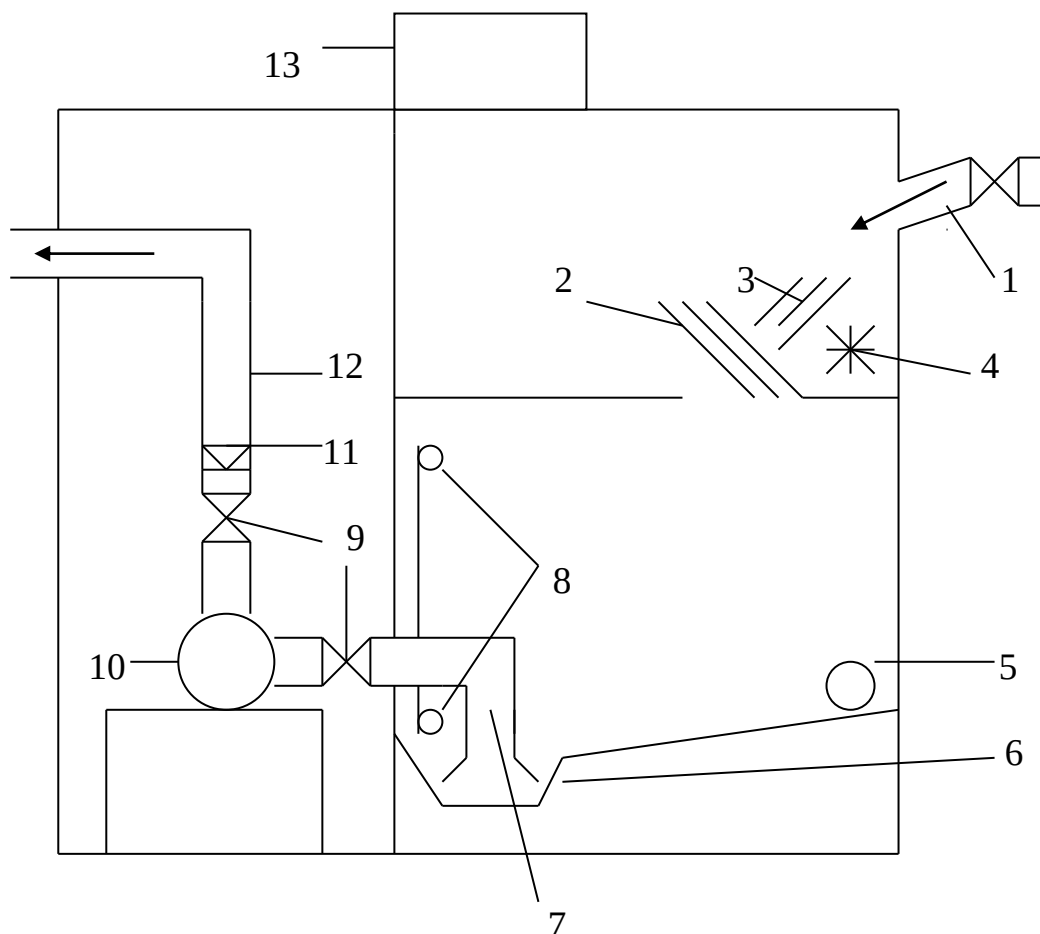


1-занурюваний насос, 2-зворотний клапан, 3-засувка, 4-вхідний трубопровід, 5-вихідний трубопровід, 6-драбина для обслуговування, 7-майданчик для обслуговування, 8-датчик тиску, 9-направляючі труби насоса, 10-напірний трубопровід із неіржавіючої сталі, 11-ізолюваний кабель, 12-пульт керування, 13-вентиляційна труба, 14-люк, 15-корпус з армованого склопластику, 16-теплоізоляція, 17-фундамент з бетону, 18-подвійне (підсилене) дно, 19-підставка для насоса, 20-поплавковий вимикач.

Рисунок 3.2 - Схема КНС з армованого склопластику.

3.2 Обладнання та принцип роботи КНС

Відповідно до сучасних уявлень [5], КНС, як один з найважливіших елементів системи водовідведення, слід розглядати як єдиний технологічний комплекс, що складається із приймального резервуару, насосних агрегатів та напірних трубопроводів з запірною арматурою. Схема КНС суміщеного типу наведена на рис. 3.3.



1 - колектор, що підводить стічну рідину, 2 - грати, 3 - механізовані граблі, 4 - дробарка, 5 - трубопровід для змучування осаду, 6 - всмоктувальний прямик, 7 - всмоктувальний трубопровід, 8 - датчики рівня води, 9 - всмоктувач та напірна засувка, 10 - насосний агрегат, 11 - зворотний клапан, 12 - напірний трубопровід, 13 - пульти керування.

Рисунок 3.3 – Схема каналізаційної насосної станції

Принцип роботи КНС.

Стічна вода, яка має в своєму складі забруднення та засмічення постійно надходить по трубопроводу 1, та проходить через грати 2. Тип ґрат РММВ або МГ. При накопиченні сміття на ґратах бруд за допомогою граблів подається на дробарку 4. В залежності від продуктивності КНС можуть бути застосовані комбіновані ґрати-дробарки типу КРД. Подрібнені забруднення знову подаються в потік стічної води перед ґратами.

При досягненні максимального рівня води в приймальному резервуарі від датчика рівня 8 надходить сигнал на включення насосного агрегату 10. Відповідно до вимог [9] насосні агрегати повинні знаходитися під заливом і при роботі станції в автоматичному режимі засувки 9 постійно відкриті. Стовп води, що знаходиться в напірному трубопроводі 12 утримується зворотним клапаном 11. При включенні насосного агрегату зворотний клапан відкривається і починається процес відкачування води з приймального резервуару.

Згідно з рекомендаціями [9] робочий об'єм приймального резервуару приймають з розрахунку 5-ти хвилинної роботи максимального за продуктивністю насосного агрегату. У випадку коли приток стічної води перевищує продуктивність агрегату підключається другий насос. Процес відкачування триває до моменту, коли датчик рівня води в приймальному резервуарі не дасть сигнал на відключення агрегату при досягненні необхідного мінімального значення рівня.

В процесі відкачування частина стічної рідини подається від напірного трубопровода в резервуар, в трубопровід для змучування осаду. Таке рішення призначене для уникнення накопичення, ущільнення та загнивання осаду в приймальному резервуарі КНС.

3.3 Експлуатація обладнання КНС

До складу обладнання КНС входить:

- Основне енергетичне обладнання – насоси та приводні двигуни;
- Механічне обладнання – грати, дробарки, вантажопідйомні механізми;
- Трубопровідне обладнання – трубопроводи, засувки, зворотні клапани, затвори;
- Електротехнічне обладнання – трансформатори, розподільчі пристрої, струмопроводи, заземлення та ін.;
- Контрольно – вимірювальні прилади та автоматика, пульти керування;
- Допоміжне обладнання – система вентиляції, внутрішній водопровід, каналізація, опалювання, протипожежні системи.

Для забезпечення правильної експлуатації обладнання на КНС повинен бути комплект технічної документації, що включає:

- Правила експлуатації обладнання при нормальній роботі та при аварійних ситуаціях;
- Технологічну схему КНС, технічний опис та інструкції з експлуатації окремих агрегатів, механізмів, пристроїв;
- Схему електроживлення станції;

- Генеральний план майданчика станції з нанесеними підземними комунікаціями, пристроями та облаштуванням;
- Періодичність та основні види ремонтних робіт;
- Правила експлуатації контрольно-вимірювальних приладів, підйомно-транспортного обладнання, інструкції з експлуатації грабельного відділення;
- Інструкції з охорони праці.

Режим роботи КНС повинен бути пов'язаний з режимом роботи системи водовідведення в цілому, з урахуванням роботи мережі, приймальних резервуарів, очисних споруд.

Персонал зобов'язаний:

- Підтримувати заданий режим роботи насосних агрегатів;
- Контролювати стан та робочі параметри основних агрегатів, запірної арматури, електрообладнання, КВП та автоматики, конструкції будівлі шляхом періодичного огляду;
- Виконувати заходи щодо усунення аварійних ситуацій. Помічені черговим персоналом несправності аварійного характеру ліквідуються негайно;
- Підтримувати необхідний санітарний стан, особливо в приміщенні грат;
- Своєчасно проводити планові ревізії, поточні та капітальні ремонти.

На кожний агрегат заводять технічний паспорт в який заносять дані про технічні параметри агрегату, ремонти, результати експлуатаційних випробувань, зміни, що внесені в його конструктивні параметри (обточене колесо, розміри зазорів та ін.). На кожному агрегаті, механізмі повинна зберігатися заводська паспортна табличка з технічними характеристиками. На всіх насосних агрегатах, засувках, граблях повинні бути нанесені фарбою номери, що відповідають оперативній документації. На трубопроводах та інших комунікаціях повинне бути нанесене умовне маркування, що вказує їх призначення.

Допустима кількість вмикань – вимикань насосного агрегату регламентується заводами – виробниками насосів.

Пуск насосних агрегатів КНС може проводитись у два способи – на відкриту або закриту засувку на напірному трубопроводі. При довгих напірних трубопроводах та при значній статичній складовій напорі пуск може бути здійснений на відкриту засувку, при цьому насос повинен бути обладнаний зворотним клапаном.

Знос насосного обладнання, характерний для перекачування стічних вод, контролюється при виконанні профілактичних оглядів та ремонту обладнання а

також при вимірюванні фактичних характеристик (Q-H, Q-N, Q-j) та порівнянні їх із вихідними.

Експлуатація ґрат проводиться по інструкціям заводів-виготовників. Щоденно (при прийманні зміни) перевіряються викривлення стрижнів ґрат а також ширина прозорів між стрижнями. Зубці грабель повинні без зусиль входити в прозори стрижнів ґрат, граблі без перекосів повинні бути закріплені на тягових ланцюгах а скидач засмічень повинен співпадати з площиною граблів та вільно повертатися у вихідне положення.

При експлуатації пласких ґрат найбільш часті наступні несправності: перекося граблів внаслідок витягання тягнучого ланцюга, заклинювання зубців граблів, обрив тягового ланцюга, деформація скидача, викривлення стрижнів ґрат. Всі несправності ліквідуються тільки при вимкнених механізмах.

Аналіз складу затриманих забруднень показує постійне зростання кількості засмічень з полімерних матеріалів: поліетиленової плівки, пляшок та ін. Такий чинник суттєво впливає на ефективність роботи дробарок: пластикові корки забивають отвори дробарок, закупорюють пазухи та робочі зазори механізмів. З огляду на це розглядається доцільність використання ґрат-дробарок. Запропоновано збирати забруднення, що затримались на ґратах в контейнери та утилізувати їх на полігонах твердих побутових відходів.

Резервуар, суміщений з насосною станцією, повинен бути відокремлений від машинного залу глухою повітря- та водонепроникною стіною з ретельно виконаною гідроізоляцією торкретбетоном. У місцях проходів трубопроводів через стінки резервуару встановлюють сальникові пристрої.

Глибину робочої частини приймального резервуару приймають не менше 1,5—2 м для малих і середніх станцій і 2,5 м і більш для великих. Дну приймального резервуару додають ухил від зовнішніх стін до напрямку не менше 0,05—0,1. Досвід експлуатації насосних станцій показує, що для кращого підведення осаду до всмоктуючих труб ухил дна слід приймати більшим, ніж рекомендує СНіП, на 0,05—0,1.

Змучування осаду, що випав в резервуарі, проводять за допомогою різних систем. Перфоровані труби укладають по периметру резервуару, а відкриті випуски труб — біля вхідних воронки всмоктуючих трубопроводів. У системи зкаламучування подають воду з напірного трубопроводу стічної рідини. Мінімальний діаметр трубопроводів зкаламучування приймають не менше 50 мм залежно від ширини прозорів стрижнів ґрат, оскільки при великих прозорах ґрати пропускать крупні зважені речовини, які можуть викликати засмічення труб. Система перфорованих труб швидко виходить з ладу зважаючи на часті засмічення, тому вона застосовується вельми рідко. Ефективніше працює система відкритих випусків труб.

Осад з “мертвих” зон резервуару періодично змивають за допомогою шланга з брандспойтом. Цю операцію проводять під час профілактичного ремонту резервуару або в години мінімального притоку, що дозволяє повністю відкачати рідину з резервуару.

На середніх і крупних насосних станціях резервуари рекомендується розділяти на дві частини для поліпшення умов очищення, огляду і ремонту. На станціях з подачею 150 тис.м³/доб і більш розділення резервуару обов'язково.

Найвищий рівень води в приймальному резервуарі приймається рівним відмітці лотка колектора, що підводить стічну рідину, щоб уникнути підпору води і відкладення осаду в колекторі. Практика показала, що осад, що випав в колекторі в період його підтоплення, не відмивається повністю, якщо навіть надалі відкачування перевищуватиме притоку. Змив осаду можливий лише за умови, якщо швидкість руху води в колекторі значно перевищуватиме самоочищуючу швидкість.

Перекриття резервуару встановлюють на 0,5 м вище за найвищий розрахунковий рівень стічної рідини в резервуарі. У перекритті резервуару влаштовують два люки (діаметром 0,7 м). Для спуску в резервуар в стіну закладають ходові скоби.

3.4 Підвищення ефективності роботи КНС

Одним із головних завдань експлуатації КНС є оптимізація роботи обладнання та мінімізація експлуатаційних витрат, особливо зменшення споживання електроенергії. При перекачуванні стічних вод на КНС мають місце марні витрати електроенергії. Основними причинами виникнення марних витрат електроенергії є:

1. Робота на обладнанні що морально та фізично застаріло. Від 40 до 60% обладнання працює в 2-3 рази довше за термін, вказаний в технічному паспорті. Характеристики насосів не відповідають необхідним параметрам. ККД насосних агрегатів складає (за різними джерелами) 30 – 50%.
2. Більшість насосних станцій було спроектовано та побудовано в період низьких цін на енергоносії. Підбір насосного обладнання здійснювався по максимальному навантаженню, вірогідність виникнення якого незначна. Це привело до довготривалої роботи обладнання в області низьких значень ККД та в режимі недовантаження, що пов'язано з підтриманням в системі значних надмірних напорів.
3. В період проектування та побудови значної частини КНС номенклатура насосного обладнання була досить обмеженою. Тому підбір насосів здійснювався із значним запасом по подачі та напору.

4. Невідповідність фактичних та розрахункових режимів роботи системи насос-трубопровід. В значному ступені це обумовлено змінами характеристик самої системи: збільшення опору та шорохуватості трубопроводів в результаті довготривалої експлуатації, зниження водоспоживання та об'ємів водовідведення.

Таким чином, зменшення експлуатаційних витрат можливе наступними методами:

- Підбір насосного обладнання з метою мінімізації надлишкових напорів;
- Впровадження регульованого електроприводу;
- Автоматизація роботи насосних станцій.

Оптимізація параметрів пов'язана з заміною застарілого обладнання на нове, більш енергоефективне. В першу чергу це нові покоління занурюваних насосів GRUNDFOS, FLYGT, WILLO. Впровадження такого обладнання гальмується досить високими цінами в порівнянні з обладнанням, що випускається на теренах СНД. При цьому вважається, що висока вартість обладнання не принесе “швидких” результатів по підвищенню енергоефективності.

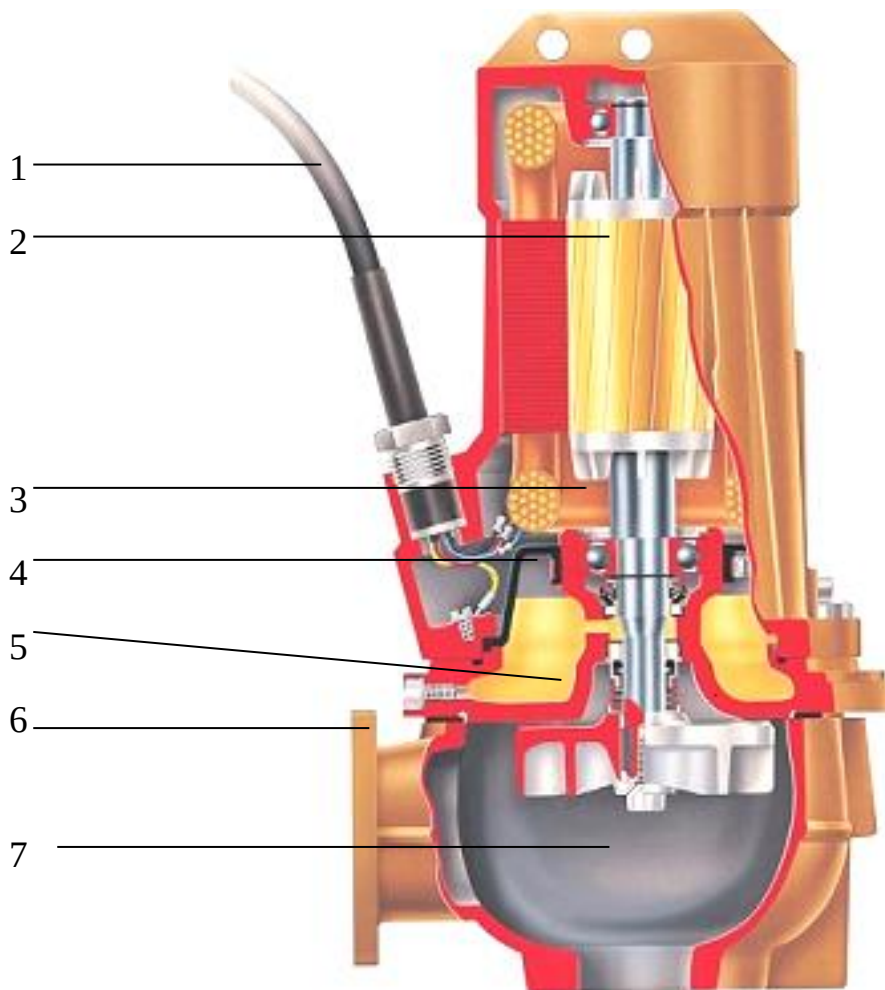
Спеціалістами Інституту гідравліки США (Hidraulic Institute, USA), Інституту Euroramp та Управління промислових технологій при Міністерстві енергетики США розроблено методику, згідно з якою аналізуються витрати всього “життєвого циклу” що включає *придбання, монтаж, пусконаладження, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію після закінчення терміну служби*. В результаті аналізу встановлено: головний критерій порівняння насосів – це сума витрат за весь період їх використання, де вартість насосу є лише четвертим компонентом після витрат на електроенергію (1), витрат електроенергії (2), витрат на ремонт та обслуговування (3). Результати аналізу показують, що доля витрат на придбання насосу в витратах життєвого циклу для систем водопостачання та водовідведення складає від 3 до 8%, тоді як витрати на електроенергію складають 53 – 80%.

Отже, на першому етапі мінімізації експлуатаційних витрат необхідний перехід на нове енергоефективне насосне обладнання.

В останні роки розроблено та впроваджено широкий спектр занурюваних насосів фірм GRUNDFOS, FLYGT, WILLO. На рис. 3.4 наведено схему занурюваного насосу.

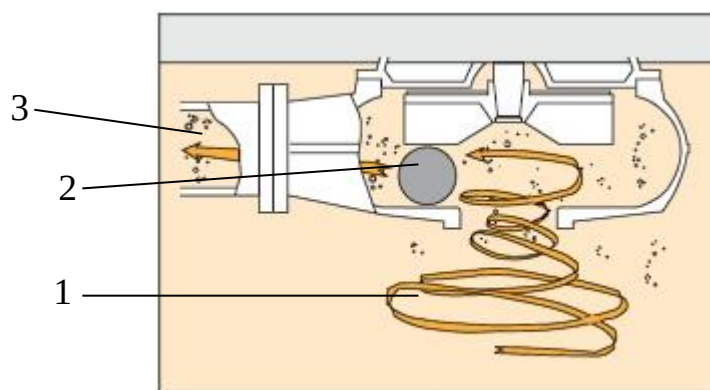
Занурюваний насос опускається в приймальний резервуар КНС та під'єднується до напірного трубопроводу за допомогою фланцевих з'єднань або спеціальних муфт.

В залежності від складу стічної води можуть використовуватися насоси з робочим колесом, що створює вихровий потік, рис. 3.4, 3.5, робочим колесом N – типу, рис. 3.6.



1-кабель електроживлення, 2- електродвигун, 3-підшипник, 4-масляна камера, 5-робоче колесо, 6-напірний патрубок, 7-всмоктуючий отвір

Рисунок 3.4 – Занурюваний насос (з вихровим всмоктуванням) в розрізі



1-напрямок руху води при всмоктуванні, 2-засмічення, 3-напрямок руху води в напірному водоводі.

Рисунок 3.5 – Принцип дії занурюваного насоса з вихровим всмоктуванням засмічень

Вихрове колесо залишає вільний прохід для рідини, що створюється вихором. Засмічення робочого колеса практично неможливе навіть при перекачуванні волокнистих матеріалів, тому що волокна скидаються з радіальних кромek лопатин. Вихор, що створюється робочим колесом розповсюджується на рідину навкруги насосу. Важкі та крупні включення не осідають внизу, а відкачуються завдяки створеному вихровому потоку. Тверді включення не контактують з поверхнею робочого колеса, тому абразивний знос зводиться до мінімуму.

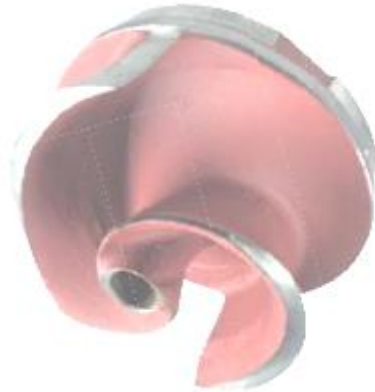


Рисунок 3.6 – Робоче колесо N - типу

Робоче колесо N – типу – напіввідкрите та в поєднанні зі спеціальною конструкцією проточної частини зводить можливість засмічення до мінімуму. ККД насосу підтримується за весь термін експлуатації на незмінному рівні. Застосовуються робочі колеса з подрібненням засмічень. Їх виготовляють з високохромистого чавуну та неіржавіючої сталі. Засмічення подрібнюються до розмірів 5 x 15 мм та проходять в трубопроводі діаметром до 50 мм.

Переваги занурюваних насосів

- Можливе збільшення об'єму приймального резервуару КНС за рахунок виключення необхідності облаштування машинної зали;
- Насоси не потребують обслуговування, що приводить до зменшення експлуатаційних витрат;
- У разі використання насосів з подрібнюючим робочим колесом виключається необхідність встановлення дробарок;
- Виключається дія на обслуговуючий персонал таких шкідливих чинників як шум, вібрація, виділення тепла.

Оптимізація роботи насосного обладнання з мінімізацією енерговитрат найбільш ефективно виконується за допомогою регульованого електроприводу [10] – зміною числа обертів насосу за рахунок зміни частоти живлення – частотно-регульований привод (ЧРП).

Зниження енерговитрат відбувається за рахунок:

- Можливості регулювання вихідних параметрів агрегату (напір, подача);
- Підтримки максимально допустимого рівня стічної води в приймальному резервуарі КНС;
- Зменшення числа вмикань-вимикань агрегату.

3.5 Автоматизація роботи КНС

В даний час впровадження систем автоматичного управління технологічним процесом водовідведення і, зокрема, управління насосними станціями є одним з найважливіших напрямів технічного прогресу у області створення енергозберігаючих і екологічно безпечних технологій.

На насосних станціях автоматизуються: пуск і зупинка насосних агрегатів і допоміжних насосних установок; контроль і підтримка заданих параметрів (наприклад, рівня стічної води в приймальному резервуарі); прийом імпульсів параметрів і передача сигналів на диспетчерський пункт. Для спостереження за параметрами роботи насосної станції служать датчики, які перетворюють контрольовану величину в електричний сигнал, що поступає у виконавчий механізм.

На рис. 3.7. приведена типова схема КНС з переліком об'єктів і параметрами вимірювання і регулювання.

На КНС основним параметром автоматизованого управління роботою станції є допустимий рівень в приймальному резервуарі, який контролюється датчиками.

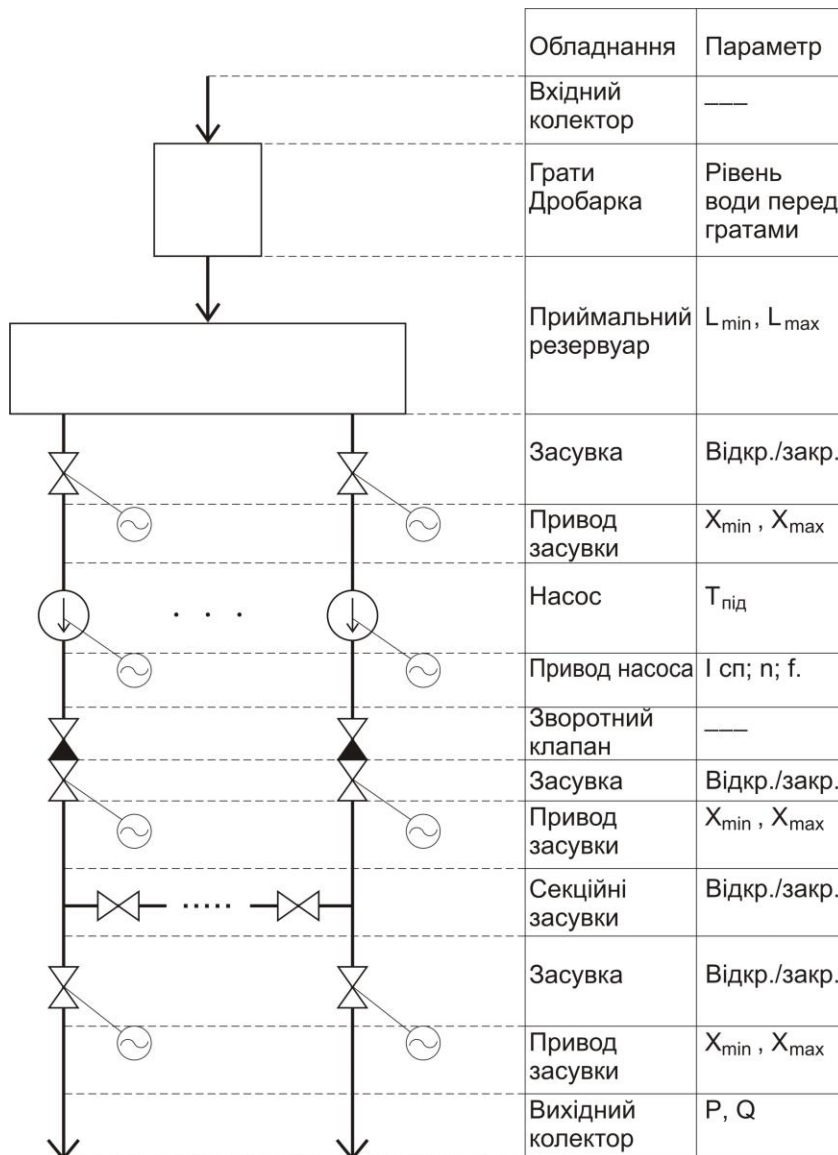
Автоматизоване управління КНС дає наступні переваги:

- безперебійність, чіткість і надійність роботи;
- можливість зменшення об'ємів приймальних резервуарів за рахунок реалізації оптимального режиму відкачування стічних вод;
- значну економію електроенергії;
- збільшення терміну служби устаткування і приладів;
- можливість зосередити управління декількома КНС в одному пункті.

Основними функціями, які виконуються на насосних станціях приладами автоматики, є:

- прийом і передача сигналів, що управляють, на пуск і зупинку насосних агрегатів (НА);
- включення одного або декількох НА у встановленій послідовності;
- створення і підтримка необхідного вакууму на всмоктуючому трубопроводі і корпусі насоса перед його пуском;
- контроль за встановленим режимом при пуску, роботі і зупинці НА;

- відключення НА при порушенні встановленого режиму і включення резервного агрегату;
- захист агрегату від теплових, електричних і механічних пошкоджень;
- передача параметрів роботи НА на диспетчерський пункт;
- контроль і підтримка заданих параметрів роботи (наприклад, рівня stokів, подачі, натиску і т.д.), що виконуються різними способами на кожній конкретній КНС;
- включення і відключення дренажних насосів і насосів, що подають воду на охолодження і ущільнення сальників;
- включення і виключення механічних грабелів;
- контроль за опалюванням і вентиляцією в приміщенні насосної станції;
- сигналізація затоплення насосної станції;
- сигналізація про несанкціонований доступ ін.



Параметри: $L_{\min}$, $L_{\max}$ – мінімальний та максимальний рівень води в приймальному резервуарі; Відкр./закр. – стан засувки; $X_{\min}$, $X_{\max}$ – ступінь відкриття засувки; $T_{\text{під}}$ – температура підшипника; $I_{\text{сп}}$ – струм споживання електродвигуна; n – кількість обертів робочого колеса (при застосуванні РЕП); f – частота живлення; P , Q – тиск і подача на вихідному колекторі.

Примітка: у разі роботи КНС в автоматичному режимі встановлюються датчики пожежної сигналізації та несанкціонованого доступу

Рисунок 3.7 – Технологічна схема каналізаційної насосної станції

3.6 Експлуатація повітродувних та компресорних установок

3.6.1 Облаштування повітродувних та компресорних установок

Відцентрові компресори в більшості випадків мають кілька ступенів. Компресори середньої й високої подачі, як правило, виготовляють із розніманням корпуса в горизонтальній площині. Охолодження корпуса компресора, бажане з енергетичної точки зору, ускладнює конструкцію корпуса. Тому компресори будують із підрозділом ступенів на групи в окремих корпусах і розташуванням проміжних охолоджувачів між корпусами. Таким чином, можуть бути компресори одно-, двох- і трьохкорпусні.

Компресори встановлюються одиночно або групами й забезпечуються допоміжним устаткуванням і приладами, необхідними для їхньої нормальної експлуатації. Схема блоку компресорної установки повинна включати: компресор, охолоджувач, фільтр, маслоуловлювач, ресивер, систему комунікацій.

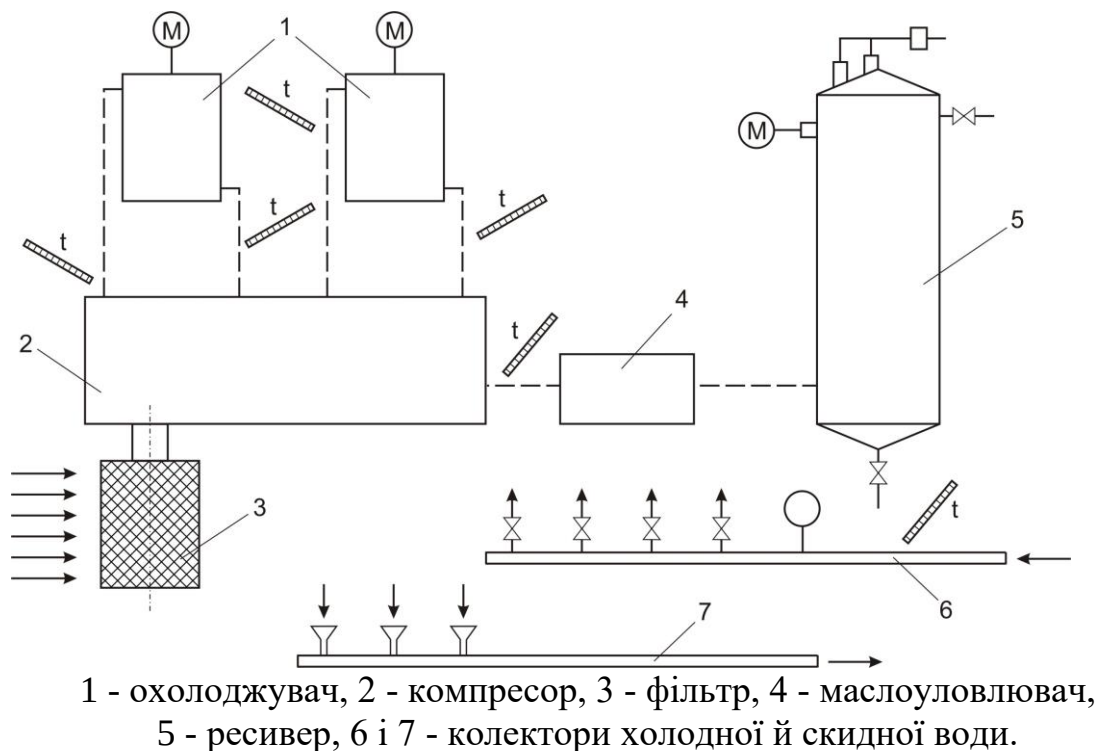


Рисунок 3.8 – Схема блоку компресорної установки

Допоміжне устаткування включає фільтр на усмоктувальній трубі компресора, запобіжні клапани й контрольно-вимірювальна апаратури. Кожний компресор забезпечується ресивером (повітряним або газовим балоном), основне призначення якого у вирівнюванні коливань тиску в повітропроводах. Крім того, ресивер служить для відділення вологи й пари масла з газу, для чого

в ньому встановлюються пристрої - сепаратори. Ресивери поміщають зовні приміщення, тому що вони вибухонебезпечні.

Охолоджувачі газу, розташовувані між ступеннями компресорів, зазвичай являють собою трубчасті вертикальні або горизонтальні теплообмінники. У компресорних установках невеликої подачі вони розташовуються безпосередньо на циліндровому блоці компресора. В установках великої подачі охолоджувачі розташовують поблизу компресорів як окремі апарати.

Для очищення газу, що подається компресором, і для підтримки в чистоті проточної порожнини на усмоктувальній трубці компресора ставлять газовий фільтр. В якості таких фільтрів використовують тканинні або масляні фільтри. Масляний фільтр - це замкнута ємність, заповнена пухким матеріалом (металева стружка, кільця Рашига), змоченим у грузлому маслі. Потік газу, що проходить через такий матеріал, добре очищається від пилу.

Масловіддільники розташовують між ступеннями компресора за охолоджувачами. Їхнє призначення - видаляти з газу, що подається компресорів, завислі крапельки масла, використаного в попередньому ступені. Дія масловіддільників заснована на викиданні часточок масла з потоку під дією сили інерції, що виникає при змінах напрямку руху газу. Масловіддільники бувають із пухким засипанням подібно повітряним фільтрам або у вигляді циліндричних відцентрових апаратів - циклонів.

Запобіжні клапани встановлюються між ступеннями компресора на проміжних охолоджувачах і ресивері. Вони призначені для захисту установки від надмірного підвищення тиску. Запобіжні клапани бувають вантажними й пружинними.

Комунікації компресорної установки складаються із системи газопроводів і трубопроводів охолоджувальної води.

Для контролю за тисками манометри встановлюють на проміжних охолоджувачах, на ресивері, на напірному патрубку масляного насоса, на колекторі, від якого влаштовують водопроводи до окремих компресорів.

Наявність охолодної води в системі охолодження контролюється по зливу води у лійці на скидному колекторі.

Контроль температури здійснюється до й після кожного охолоджувача, газу - на виході з компресора; охолодної води - в колекторі й на виході із сорочок циліндрів і всіх охолоджувачів.

3.6.2 Експлуатація компресорних установок.

Повітродувні і компресорні установки. Устаткування.

Машинні приміщення повітродувних і компресорних станцій слід розміщувати на мінімальній відстані від місця споживання стислого повітря і електророзподільних пристроїв. Повітродувні і компресорні агрегати повинні бути змонтовані відповідно до заводської інструкції. Після цього їх випробовують, а потім здають в експлуатацію.

Трубопроводи повітродувних станцій при діаметрі до 1000 мм слід виконувати з листової сталі завтовшки 3 мм, при діаметрах більше 1000 мм — завтовшки 4 мм; трубопроводи компресорних станцій для стислого повітря — із сталевих безшовних труб; водяні — з газових або безшовних труб, масляні — з мідних або безшовних сталевих труб. Маслопроводи або що охолоджують трубопроводи станцій треба споруджувати так, щоб вони не вібрували і не заважали обслуговуванню устаткування.

Повітродувні і компресорні установки повинні бути оснащені наступними контрольно-вимірювальними приладами:

- повітромірами для визначення кількості повітря, що подається агрегатами; при поршневих компресорних машинах повітроміри необхідно встановлювати після повітрозбірника, що вирівнює нерівномірну подачу машини;
- манометрами для вимірювання тиску стислого повітря; при багатоступеневих машинах манометри встановлюються на кожному ступені машини; манометрами також обладналися повітрозбірник і система маслопроводу;
- термометрами для вимірювання температури повітря і води, використовуваної для охолодження машини;
- водоміром для визначення витрати охолоджуваної води;
- вольтметром, амперметром і ватметром для контролю за роботою електродвигуна агрегату.

Трубопроводи і арматура установок, що працюють в умовах, коли температура навколишнього середовища хоч би періодично може бути нижче за нуль, щоб уникнути замерзання в них конденсату щорічно до настання холодів повинні утеплювати і підготовлені до роботи в зимових умовах.

Для вирівнювання подачі установки з компресорними машинами останні забезпечуються повітрозбірниками (ресиверами).

Все основне устаткування повітродувних і компресорних станцій, а також вентилі і засувки, що є на трубопроводах, повинні мати свій номер, відповідний номеру на загальній схемі комунікацій устаткування станції, яка повинна бути вивішена в машинному залі на видному місці. На вентилях і засувках повинні бути також зображені фарбою покажчики руху середовища і напряму обертання маховиків.

Кожна повітродувка, компресор і їх двигуни повинні мати: паспорт і заводську інструкцію з експлуатації; комплект робочих характеристик і креслень їх деталей, включаючи складальне креслення. Перерахована документація за своїм змістом аналогічна документації, якою забезпечується кожен агрегат насосної станції.

Експлуатація пристроїв для забору очищення і подачі повітря

Повітря, що забирається повітродувками і компресорами, повинне бути чистим. З цією метою шахти для забору повітря рекомендується виводити вище коника даху будівлі. Доочищення повітря, що забирається вказаними машинами, повинна здійснюватися на масляних фільтрах.

Промивку фільтрів слід проводити по потребі залежно від ступеня їх запиленості: влітку — через 15 днів; взимку — через 30 днів. Сітчасті металеві фільтри промивають гарячим 5—10 % розчином соди. При обслуговуванні повітродувними машинами каналізаційних очисних споруд очищення повітря слід проводити лише при розподілі його дрібнопористими аераторами.

При експлуатації повітрозбірників, використовуваних для вирівнювання подачі компресорних машин і для затримання вологи і масел, що містяться в повітрі необхідно своєчасно і регулярно, не рідше 2 разів в зміну, випускати з них воду і масло.

Спуск конденсату з повітрозбірника повинен проводитися також перед кожним пуском машини. 1 раз на 2—3 роки повітрозбірники слід фарбувати світлою масляною фарбою.

Повітрозбірники повинні періодично очищатися. Внутрішнє очищення їх від згустків масла і інших осадів слід проводити не рідше ніж 1 раз в півроку перед продуванням повітропроводів. Капітальний ремонт повітрозбірників повинен здійснюватися у випадках виявлення при оглядах на їх внутрішніх і зовнішніх поверхнях, патрубках, фланцях і арматурі значних корозійних утворень, а також по вказівці державної інспекції.

Регулювання подачі повітря від установки окремим споживачам повинне забезпечуватися за допомогою колектора-розподільника, що має відповідну

кількість відгалужень в запірній арматурі. Запірна арматура розподільника в процесі експлуатації установки повинна постійно утримуватися в справному стані і ремонтуватися в терміни, встановлені для кранів і засувок.

Експлуатація повітродувних і компресорних машин

В процесі обслуговування станцій з повітродувними і компресорними машинами повинна бути забезпечена нормальна і безперебійна робота як станції в цілому, так і окремих її агрегатів. Робота по забезпеченню нормального і безперебійного функціонування вказаних вище компресорних станцій полягає:

- у постійному догляді і нагляді за станом споруд і устаткування;
- у систематичному огляді діючого і резервного устаткування і споруд;
- у поточному ремонті устаткування і споруд, що запобігає їх подальшому зносу і аваріям;
- у капітальному ремонті з метою оновлення окремих частин устаткування, механізмів і споруд;
- у виконанні випробувань і досліджень, в постійному проведенні обліку, звітності і аналізі роботи всього устаткування станції і окремих її агрегатів з метою виявлення найбільш економічних режимів експлуатації устаткування станції;
- у веденні постійного контролю за дотриманням норм витрати електроенергії, пального, змащувальних і обтиральних матеріалів;
- у щорічній перевірці знання персоналом правил експлуатації устаткування станції.

З метою забезпечення найбільш економічних умов експлуатації устаткування станції на основі інструкції заводу-виготівника і проведених на місці досліджень розробляється спеціальна інструкція з експлуатації повітродувних і компресорних агрегатів.

Трубопроводи в межах станції і поза нею повинні знаходитися під постійним спостереженням обслуговуючого персоналу. Перевірку стану трубопроводів і арматури оглядають в наступні терміни:

- зовнішній огляд трубопроводів і перевірку з'єднань і сальників арматури— щодня;
- промивку і продування трубопроводів в межах станції — не рідше за 2 рази на рік (весною і пізніше восени) при температурі вище за нуль;

- ремонт запірної арматури — не рідше за 1 раз на рік в період ремонту основного устаткування станції.

Не рідше за 1 раз на 1—2 роки в процесі експлуатації повітродувних і компресорних установок необхідно здійснювати зняття характеристик або індикаторних діаграм кожного агрегату станції.

ППО і ППР повітродувних і компресорних машин

Організацію системи планово-запобіжних оглядів (ППО) і ремонтів (ППР) слід вести згідно інструкції Система обов'язкових періодичних оглядів складається з:

- щоденних оглядів керівним персоналом всього машинного залу і його устаткування; щоденних оглядів устаткування черговим персоналом в процесі передачі чергування;
- щотижневих оглядів окремих вузлів повітродувок і компресорів;
- періодичних оглядів вузлів, частин і всього агрегату в цілому із заміною деталей, що зносилися, які включаються в план ППР (поточного і капітального).

Контрольні запитання до розділу 3:

1. Як поділяються КНС за призначенням?
2. Що означає визначення “КНС суміщеного/роздільного типу”?
3. Чим визначається об’єм приймального резервуара?
4. Яке обладнання входить до складу КНС?
5. В яких випадках забороняється експлуатація насосних агрегатів?
6. Як можна зменшити експлуатаційні витрати на КНС?

Розділ 4. Експлуатація мереж каналізації

4.1 Задачі технічної експлуатації мереж каналізації

Для міст України найбільш поширеною є роздільна система водовідведення, причому в основному у вигляді неповної роздільної системи, яка має одну водовідвідну мережу призначену для відведення побутових і близьких до них по складу виробничих стічних вод.

Умови експлуатації, надійність роботи, екологічна безпека і терміни служби каналізаційної мережі в значній мірі залежить від складу стічних вод, системи водовідведення і якості використовуваних для будівництва матеріалів.

Каналізаційна мережа повинна забезпечити безперебійне і надійне приймання та відведення стічних вод з території населеного пункту до місця їх очищення та використання в різних цілях. Завданнями технічної експлуатації каналізаційної мережі є [12]:

- нагляд за станом і збереженням мережі, пристроїв та обладнання на ній; технічне утримання мережі, ліквідація засмічень, затоплень. Технічне обслуговування мережі передбачає зовнішній і внутрішній (технічний) огляди мережі і споруд на ній: дюкерних і з'єднувальних камер, колодязів, напірних і самопливних трубопроводів (колекторів), аварійних випусків, естакад і водопропускних труб під каналізаційними трубопроводами тощо;
- поточний і капітальний ремонт, ліквідація аварій. . На підставі даних зовнішнього і технічного оглядів каналізаційної мережі складають дефектні відомості, розробляють проектно-кошторисну документацію і проводять поточний і капітальний ремонт. Аварії на мережах і місцеві підтоплення, викликані засміченням труб, які перешкоджають нормальній експлуатації мережі, підлягають негайній ліквідації.
- контроль і нагляд за експлуатацією каналізаційних мереж і споруд абонентів. Нагляд за експлуатацією систем водопостачання і каналізації абонентів, локальних очисних споруд персонал Водоканалу повинен здійснювати згідно із затвердженими Держжитлокомунгоспом України Правилами користування системами комунального водопостачання і водовідведення в містах і селищах України та Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації міст і селищ України. Для здійснення цього нагляду в складі Водоканалу організовують спеціальні підрозділи.
- нагляд за будівництвом та приймання в експлуатацію нових ліній мережі, споруд на ній і абонентських приєднань;
- ведення технічної документації та звітності. Забезпечення підрозділів документацією: загальною нормативною; спеціальною технічною і

технологічною; інструкціями з експлуатації приладів, механізмів і споруд. Забезпечення зберігання технічної документації;

- нанесення на планшети прийнятих в експлуатацію мереж і споруд на них, проведення паспортизації та інвентаризації мереж і споруд, оновлення і коригування виконавчої документації. Технічний паспорт, що характеризує роботу мережі є основним документом для глибокого її вивчення. Технічний паспорт кожної ділянки мережі включає схему мережі і бокових приєднань з вказанням їх довжини, наповнення труб по рокам, дати технічних оглядів, профілактичних прочищень та видалення забруднень. Форма технічного паспорта наведена в додатку 1.
- вивчення мережі, складання перспективних планів реконструкції та розвитку мережі, оцінка і контроль показників надійності мережі, окремих споруд і обладнання.

4.2 Організація технічної експлуатації мереж каналізації

Експлуатація зовнішньої каналізаційної мережі в містах здійснюється спеціальними підрозділами (цехами, ділянками) у складі Водоканалів. Дворові або внутрішньоквартальні мережі можуть знаходитися у відомі організацій, які займаються експлуатацією житлового фонду, або бути передані у Водоканали, які мають кваліфікований персонал і спеціальну техніку для їх технічної експлуатації.

На промислових підприємствах експлуатацію каналізаційної мережі здійснюють спеціальні служби, що входять звичайно до складу відділу головного енергетика або головного механіка, які повинні мати ліцензії на виконання таких робіт.

Кожен цех може обслуговувати мережу протяжністю до 1000 км. До складу цеху можуть входити виробничі ділянки, обслуговуючі мережу протяжністю до 250 – 300 км; відстань до найбільш віддаленої точки не більше 10 км. Для міст з мережею каналізації протяжністю 200 км і більше загальну кількість робочих і службовців, зайнятих на експлуатації каналізаційних мереж, можна визначати з розрахунку одна людина на 3-4 км мережі залежно від характеру мережі та складності її експлуатації. При експлуатаційних районах організовується місцевий диспетчерський пункт (МДП) з цілодобовим чергуванням, а в великих містах, у разі потреби, і центральний диспетчерський пункт (ЦДП) підприємств водопровідно-каналізаційних господарств. Типова схема організації цеху по експлуатації мереж каналізації представлена на рис.4.1.

Для найбільш ефективного використання спеціальної техніки, землерийних машин і механізмів, основного і спеціального автотранспорту, їх експлуатацію виділяють в самостійні підрозділи, які по замовленням обслуговують всі цехи (ділянки) Водоканалу.

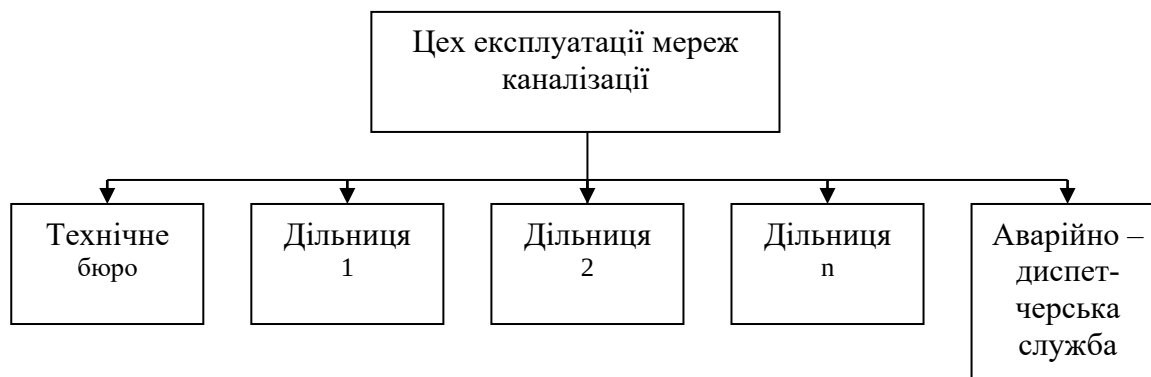


Рисунок 4.1 – Схема організації цеху по експлуатації мереж каналізації

В табл. 4.1 наведено нормативи чисельності робочих (слюсарів аварійно-відновлюваних робіт) по обслуговуванню каналізаційної мережі.

Таблиця 4.1 – Нормативи чисельності робочих по обслуговуванню каналізаційної мережі

Протяжність каналізаційної мережі, км, до	Чисельність робочих, чол	Протяжність каналізаційної мережі, км, до	Чисельність робочих, чол	Протяжність каналізаційної мережі, км, до	Чисельність робочих, чол
12	3	150	25	350	50
50	12	200	31	450	60
100	18	250	38	500	66

4.3 Загальні вимоги до користування міською каналізацією

Порядок користування комунальними системами водовідведення регламентується [11] і [13].

Вказані нормативні документи є обов'язковими для виконання всіма користувачами, що під'єднані до централізованих комунальних систем водовідведення.

“Правилами користування ...” встановлюються визначення:

- Випуск водовідведення – трубопровід від будинку або споруди до першого колодязя дворової або внутрішньоквартальної мережі або

трубопровід від останнього колодязя внутрішньомайданчикових мереж підприємства до відомчої або централізованої мережі водовідведення.

- Внутрішньоквартальна мережа водовідведення – мережа, прокладена всередині житлового кварталу, яка з'єднує випуски групи будинків або будівель кварталу в цілому.
- Вулична мережа водовідведення – трубопроводи, прокладені вздовж вулиць, провулків, набережних тощо.
- Дворова мережа водовідведення – мережа, розташована в межах однієї дворової ділянки, яка з'єднує випуски з окремих будівель.
- Замовник послуг з централізованого водопостачання та водовідведення – споживач або суб'єкт господарювання, який має намір здійснити будівництво (реконструкцію) об'єкта архітектури з наступним його приєднанням до систем централізованого питного водопостачання та водовідведення.
- Контрольна проба – проба стічних вод споживача (субспоживача), відібрана з контрольного колодязя з метою визначення складу стічних вод, що відводяться у централізовану мережу водовідведення.
- Межа балансової належності – лінія розподілу елементів систем водопостачання та водовідведення і споруд на них між власниками або користувачами.
- Технічні умови – це комплекс умов та вимог до інженерного забезпечення об'єкта архітектури, які мають відповідати його розрахунковим параметрам, у тому числі водопостачання та водовідведення, а також особливих умов.
- Межею вуличної мережі водовідведення, яку обслуговує виробник, є контрольний колодязь на ній включно, а межею дворової мережі водовідведення – перший від будинку колодязь включно. У випадку відсутності контрольного колодязя на випуску водовідведення межею будинкової мережі є її приєднання до вуличної мережі.

Каналізаційні випуски стічних вод до міської мережі водовідведення повинні бути обладнані запломбованими запірними пристроями. У разі їх відсутності споживач в узгодженні з виробником строки зобов'язаний виконати роботи з обладнання випусків пристроями, що дозволяють припинити приймання стічних вод у міську мережу водовідведення та здійснювати відбір проб.

На підставі “Правил приймання ...” Водоканали розробляють місцеві Правила у яких установлюються допустимі концентрації для кожної забруднюючої речовини, що може скидатися підприємствами в систему

каналізації, а також відображає місцеві особливості приймання стічних вод у міську каналізацію.

До системи каналізації населених пунктів приймаються стічні води підприємств, які не порушують роботу каналізаційних мереж та споруд, забезпечують безпеку їх експлуатації та можуть бути знешкоджені разом із стічними водами населених пунктів відповідно до вимог і нормативів Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 25.03.99 N 465.

Стічні води, які підлягають прийманню до міської каналізаційної мережі, не повинні:

- містити горючі домішки і розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші;
- містити речовини, які здатні захащувати труби, колодязі, решітки або відкладатися на їх поверхнях (сміття, ґрунт, абразивні порошки та інші грубодисперсні зависі, гіпс, вапно, пісок, металеву та пластмасову стружку, жири, смоли, мазут, хлібні дріжджі та інше);
- містити тільки неорганічні речовини або речовини, які не піддаються біологічному розкладу;
- містити речовини, для яких не встановлено граничнодопустимих концентрацій для води водойм або токсичних речовин, що перешкоджають біологічній очистці стічних вод, а також речовин, для визначення яких не розроблено методи аналітичного контролю;
- містити небезпечні бактеріальні, вірусні, токсичні та радіоактивні забруднення;
- містити біологічно жорсткі синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), які важко руйнуються;
- мати температуру вище 40° С;
- мати рН нижче 6,5 або вище 9,0;
- мати хімічне споживання кисню (ХСК) вище біологічного споживання кисню за 5 діб (БСК5) більше ніж у 2,5 рази;
- мати БСК, яке перевищує вказане в проекті очисних споруд каналізації даного населеного пункту;
- містити забруднюючі речовини з перевищенням допустимих концентрацій, установлених місцевими Правилами приймання.

Категорично забороняється скидати в міську каналізаційну мережу:

- кислоти, розчинники, розчини, які містять або утворюють при змішуванні зі стічними водами сірководень, сірковуглець, оксид вуглецю, ціаністі сполуки, легколетючі вуглеводні та інші токсичні, горючі та вибухонебезпечні речовини;

- концентровані регенераційні, маточні та кубові розчини, а також конденсат, нормативно чисті, дренажні, поливально-мийні та дощові води (при повній роздільній системі каналізації);
- стічні води, у яких містяться радіоактивні, токсичні речовини, солі важких металів і бактеріальні забруднення, у т. ч. стічні води інфекційних лікувальних закладів і відділень;
- стічні води підприємств, взаємодія яких може призвести до утворення емульсій, токсичних або вибухонебезпечних газів, а також великої кількості нерозчинних у воді речовин.

Такі стічні води перед випуском у каналізацію населеного пункту повинні бути знешкоджені та знезаражені на локальних очисних спорудах з обов'язковою утилізацією або похованням утворених осадів.

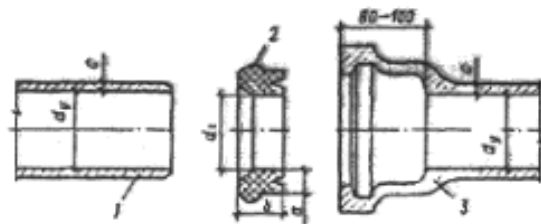
Якщо кількість і склад стічних вод підприємства значно змінюються протягом доби та перевищують допущені до скиду концентрації забруднюючих речовин, на підприємствах повинні встановлювати спеціальні ємкості-усереднювачі та пристрої, які забезпечують рівномірний протягом доби скид стічних вод.

4.4 Устрій каналізаційних мереж і споруд на них

4.4.1 Труби для водовідвідних мереж

Для прокладки мереж водовідведення (напірні ділянки) з металевих труб застосовують в основному чавунні труби, не схильні до корозії, а також при відповідному обґрунтуванні – сталеві труби, але обов'язково з належним захистом їх від корозії або сталеві труби з внутрішнім неметалічним покриттям. Труби *чавунні напірні* виготовляють з сірого чавуну методом відцентрового і безперервного лиття за ДСТ 95 83-75* залежно від товщини стінок класів ЛА, А і Б з розтрубними з'єднаннями на різний випробувальний тиск. Труби чавунні даного типу випускають розтрубними діаметром від 65 до 1000 мм. Труби чавунні напірні із стиковими з'єднаннями на гумових ущільненнях виготовляють діаметром від 65 до 300 мм двох модифікацій, рис. 5.2: розтрубні з гумовою манжетою, що самоущільнюється, і розтрубно-гвинтові з чавунною або пластмасовою запірну муфтою і гумовим кільцем ущільнювача. Внутрішню і зовнішню антикорозійну ізоляцію (асфальтова мастика) наносять на чавунні труби безпосередньо на заводі. Гумові манжети для ущільнення розтрубного стикового з'єднання чавунних напірних труб виготовляють з гуми ІРП-1131 і ІРП-1109А, що зберігає еластичність в інтервалі температур від –20 до +50С. Манжети виготовляють двох типорозмірів: Б-1 і Б-2. Манжетою Б-1 комплектують труби з відхиленнями за зовнішнім діаметром циліндрової частини у бік допустимого перевищення, манжетою Б-2 – труби з допустимим зменшенням зовнішнього діаметра відносно номінального. До достоїнств

чавунних труб слід віднести їх високу механічну стійкість і довговічність, до недоліків — крихкість і велику витрату металу.



1 — втулковий кінець; 2 — гумова манжета ущільнювача; 3 — розтрубний кінець.

Рисунок 4.2. — Чавунні напірні труби

Труби сталеві електрозварні для напірних трубопроводів різного призначення діаметром понад 150 мм випускають двох типів: прямошовні і із спіральним швом. Сталеві прямошовні труби електрозварні для напірних мереж виготовляють за ДСТ 10704-76*. Технічні вимоги до сталевих прямошовних труб зовнішнім діаметром до 530 мм з товщиною стінки до 10 мм з вуглецевої сталі визначають за ДСТ 10705-80*, а технічні вимоги до прямошовних труб загального призначення зовнішнім діаметром 426 — 1420 мм — за ДСТ 10706-76*. За довжиною труби виготовляють від 5 до 18 м.

Сталеві труби мають гладкі кінці з фаскою і з'єднуються за допомогою зварювальної електродуги.

Сталеві труби електрозварні загального призначення із спіральним швом за ДСТ 8696-74* розділяють за якістю на три групи: Б, В, Д. Високоякісні труби повинні мати групу В. Труби виготовляють завдовжки від 10 до 12 м (за спеціальним замовленням — до 18 м). Труби із спіральним швом витримують значно більший внутрішній тиск, ніж прямошовні. Ізоляцію сталевих труб здійснюють на трубозаготівельних базах будівельних організацій або в польових умовах, заводи-виробники часто не наносять антикорозійних покриттів.

На кожній сталевій трубі з внутрішньої сторони біля торця фарбою указують її зовнішній діаметр, товщину стінки і масу. Крім того, із зовнішнього боку на відстані 500 мм від торця трубу маркують: вказують — марку сталі, номер труби і індекс заводу-виробника листа, з якого виготовлена труба, товарний знак заводу виробника труб і клеймо ВТК, рік виготовлення труби.

Кінці сталевих труб мають фаску під кутом 25—35°, необхідну для утворення міцних зварних з'єднань. На їх збереження необхідно звертати особливу увагу при завантажувально-розвантажувальних роботах, оскільки можливі їх пошкодження у вигляді вм'ятин можуть негативно позначитися на міцності зварних стиків труб.

У системах водовідведення сталеві труби застосовують в основному для водоводів внутрішній тиск яких перевищує 10 МПа, а також при укладанні труб в макропористих ґрунтах, в сейсмічних районах, при влаштуванні переходів під залізними автомобільними магістралями, дюкерів, тобто в тих умовах, де потрібна висока опірність труб динамічним навантаженням і вигинаючим зусиллям. Сталеві труби мають істотні переваги в порівнянні з чавунними: вони витримують більший внутрішній тиск, велика довжина сталевих труб зменшує кількість стиків, що спрощує роботи з монтажу мереж.

До недоліків сталевих труб слід віднести те, що вони в значній мірі схильні до корозії і потребують ефективного антикорозійного захисту як відґрунтових вод, так і блукаючих струмів. Не зважаючи на те, що питома витрата металу в сталевих трубах нижча, ніж в чавунних, сталь є дорожчим і дефіцитнішим матеріалом.

Труби сталеві з неметалічним внутрішнім покриттям надійно захищені від корозії внутрішніх поверхонь. За своєю конструкцією вони двошарові, що складаються із зовнішньої оболонки (сталеві труби) і внутрішнього футерувального неметалічного шару. Зовнішня сталева оболонка забезпечує необхідну міцність трубопроводу, а внутрішня – стійкість проти корозії або ерозії. Основними видами внутрішніх неметалічних покриттів є гумування (гумою), футерування пластмасами (поліетиленом, поліпропіленом, фторопластом), емалювання (склоемалями), футерування камнелитими вкладишами. Труби й деталі таких трубопроводів з'єднуються між собою на фланцях.

У системах водовідведення доцільно використовувати труби й деталі, футеровані поліетиленом, фторопластом, а також емальовані труби.

Для прокладки мереж водовідведення рекомендується насамперед використовувати неметалічні труби, враховуючи їх переваги перед металевими. Головним недоліком металевих, особливо сталевих, труб є їх недовговічність при експлуатації унаслідок їх корозії. Вживані в даний час різні заходи захисту труб від корозії тільки уповільнюють цей руйнівний. Процес, але повністю зупинити його не можуть. Швидкість руйнування стінок сталевих труб внаслідок корозії іноді досягає 1 мм товщини стінки за рік, а якщо мати на увазі, що для устрою систем водовідведення використовують труби з товщиною стінки близько 10 мм, то можна підрахувати досить короткий термін служби сталевих труб, що підтверджується на практиці.

Сортамент неметалічних труб, використовуваних у водопровідному й каналізаційному будівництві, включає різні їх види, зокрема керамічні, азбестоцементні, бетонні, залізобетонні, поліетиленові, вінілпластові та ін.

Керамічні каналізаційні труби, які використовують при прокладанні безнапірних водовідвідних мереж, виготовляють за ДСТ 286-82 (рис. 4.3 а).

Керамічні труби повинні відповідати наступним вимогам:

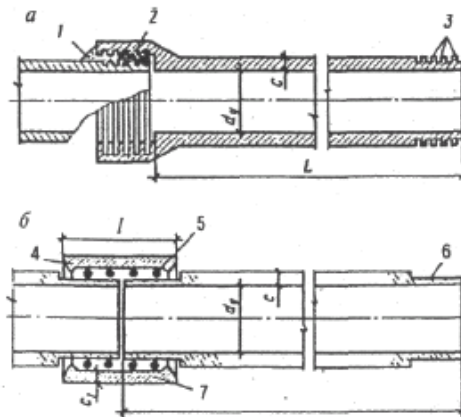
- мати на зовнішній стороні кінця ствола і внутрішній стороні розтруба не менше п'яти нарізок-каналок глибиною не менше 2 мм;
- бути водонепроникними і при випробуванні витримувати внутрішній гідравлічний тиск не менше 0,15 МПа;
- мати водопоглинання не вище 7—8%;
- мати на зовнішній і внутрішній поверхнях рівномірне, без пропусків, покриття з хімічно стійкої глазурі.

Керамічні труби є найбільш довговічними при влаштуванні водовідвідних мереж, особливо в тих випадках, коли ґрунтові води агресивні.

Недоліками цих труб є велика кількість стикових з'єднань і крихкість матеріалу.

Щоб уникнути механічних пошкоджень, насамперед при перевезенні автомобільним транспортом, труби встановлюють вертикально у спеціальних касетах (контейнерах) підприємства-виробника або споживача.

Керамічні труби (рис.4.3 а) виготовляють з глини, сланцю або їх комбінацій при подрібненні й змішуванні компонентів з невеликою кількістю води. Зволожена глина пресується під великим тиском, внаслідок чого утворюються труби необхідного контура, які спочатку висушують, а потім обпалюють в печі. Керамічні труби можуть мати як стандартну, так і підвищену міцність.



- 1 – асфальтовий або азбестоцементний замок; 2 – смоляне пасмо;
3-нарізки-каналки (не менше 5 шт.); 4 – клиновий виступ (бурт) муфти; 5 – гумове кільце; 6 — фальцьований кінець;
7 — азбестоцементна муфта

Рисунок 4.3 – Труби керамічні (а) і азбестоцементні (б):

Кислотостійкість їх вище 90 %. Відповідно до ДСТУ труби повинні витримувати внутрішній тиск 2 атм і зовнішнє вертикальне навантаження на 1 пог.м шелиги труби — 200 кг/м для труб діаметром до 300 мм, при діаметрі

до 500 мм — 2500 кг/м, для 500 мм і вище — 3000 кг/м., довжина труб — 800 або 1000 мм.

Застосування керамічних труб не рекомендується при макропористих ґрунтах з просадкою III категорії просідання і при сейсмічності вище 9 балів. Для ґрунтів I і II категорії просідання застосовують труби діаметром до 250 мм. Керамічні труби погано сприймають динамічні навантаження, тому не застосовуються при малій глибині прокладки на проїздах з інтенсивним рухом.

Азбестоцементні труби виготовляють заводським способом з суміші 75—80% (по масі) портландцементу і 20—25% азбестового волокна. Довжина труб від 3 до 4 м, кінці їх обточені. Властиві азбестоцементним трубам переваги роблять доцільним їх застосування у ряді випадків нарівні з металевими трубами. Вони мають малу об'ємну масу, що полегшує їх транспортування і укладання; малу теплопровідність; стійкість відносно корозії; є діелектриками, що вигідно відрізняє їх від металевих труб; зберігають в умовах експлуатації гладку і некородуючу внутрішню поверхню, що забезпечує їх постійну і відносно високу пропускну спроможність.

Азбестоцементні труби виготовляють трьох класів: на максимальний внутрішній тиск 0,6; 0,9 і 1,2 МПа. Внутрішній діаметр (умовний прохід) труб від 100 до 500 мм, довжини 3 – 4 м. Труби стикують за допомогою сполучних муфт.

Стикові з'єднання азбестоцементних труб ущільнюють гумовими кільцями, що затискаються між трубою і муфтою і забезпечують герметичність стику. Азбестоцементні муфти встановлюють за допомогою спеціальних домкратів. Вказані типи стиків володіють достатньою еластичністю, що особливо важливе для крихких азбестоцементних труб. Влаштування жорстких стиків для цих труб не допускається, оскільки це може привести до аварій. Азбестоцементні безнапірні труби і муфти до них використовують при прокладці самотічних водовідвідних мереж, виготовляють за ДСТ 1839-80*.

Труби мають гладку поверхню, практично водонепроникні, легко піддаються обробці (розпилюванню, фальцюванню, свердленню), їх маса в 3,5 рази менше чавунних труб. Значна довжина труб скорочує кількість стикових з'єднань при прокладці мереж, проте вони мають велику крихкість і стираємість.

Азбестоцементні труби поставляються в комплекті із з'єднувальними муфтами і ущільнювальними кільцями. При випробуванні труби і муфти повинні витримувати гідравлічний тиск не менше 0,4 МПа, а труби і муфти вищої категорії якості — не менше 0,6 МПа.

Азбестоцементні напірні труби, що застосовують при прокладці зовнішніх напірних мереж, виготовляють за ДСТ 539-80* чотирьох класів: Вт6, Вт9, Вт12 і Вт15 — на максимальний робочий тиск відповідно до 0,6; 0,9; 1,2 і 1,5 МПа. Труби кожного класу залежно від пропускної спроможності (внутрішнього діаметра) і довжини підрозділяють на три типи. Вибір, класу труб визначається проектним рішенням, яке враховує умови експлуатації. Для еластичного з'єднання труб застосовують азбестоцементні муфти типу САМ по ДСТ 539-80* або чавунні муфти по ДСТ 17584-72*, а для ущільнення муфтових з'єднань — гумові кільця ДСТ 5228-89*. Завод-виробник повинен поставляти азбестоцементні напірні труби комплектно з муфтами і гумовими кільцями.

Залізобетонні безнапірні труби набули великого поширення при прокладці самотічних водовідвідних мереж, добре себе зарекомендували в тих випадках, коли стічні й ґрунтові води неагресивні по відношенню до бетону труб і до ущільнюючих матеріалів стикових з'єднань. Виготовляють ці труби з бетону класу не нижче В22,5 по ДСТ 6482-88.

Труби підрозділяються на такі типи:

- РТ — розтрубні циліндрові із стиковими з'єднаннями, ущільнювані герметиками або іншими матеріалами з утворенням жорстких або пластичних стикових з'єднань;
- РТБ — розтрубні з опорним бортом на стиковій поверхні втулкового кінця труби; еластичні стикові з'єднання цих труб ущільнюють за допомогою гумових кілець;
- РТС — розтрубні циліндрові із ступінчастою стиковою поверхнею втулкового кінця труби, еластичні стикові з'єднання яких ущільнюються за допомогою гумових кілець;
- ФТ — фальцеві циліндрові із стиковими з'єднаннями, які ущільнюються герметиками або іншими матеріалами;
- РТП — розтрубні з підшоною і стиковими з'єднаннями, які ущільнюються герметиками або іншими матеріалами з утворенням жорстких або пластичних стиків;
- РТПБ — розтрубні з підшоною і опорним бортом на стиковій поверхні втулкового кінця труби, еластичні стикові з'єднання цих труб ущільнюють за допомогою гумових кілець;
- РТПС — розтрубні з підшоною із ступінчастою стиковою поверхнею втулкового кінця труби і стиковими з'єднаннями, що ущільнюються за допомогою гумових кілець;
- ФТП — фальцеві з підшоною і стиковими з'єднаннями ущільнюваними герметиками або іншими матеріалами

Труби вищої категорії якості мають бути типів РТС, РТБ, РТПС і РТПБ.

Залізобетонні напірні труби виготовляють методами віброгідропресування за ДСТ 12586-83* і центрифугування з розтрубними з'єднаннями на гумових ущільненнях.

Підприємства методом вібрації виготовляють напірні залізобетонні труби із сталевим циліндром-осердям і полімерзалізобетонні напірні труби, в тіло яких замонолічено полімерний рукав, що підвищує пропускну спроможність і корозійну стійкість труби.

Труби бетонні безнапірні, призначені для самотічного відведення побутових (міських) і дощових стічних вод, виготовляють за ДСТ 20054-82.

Бетонні труби залежно від виду їх з'єднання підрозділяють на наступні типи:

- ТБ — розтрубні циліндрові із стиковими з'єднаннями, які ущільнюються герметиками або іншими матеріалами;
- ТБС — розтрубні циліндрові із ступінчастою стиковою поверхнею втулкового кінця труби, стикові з'єднання яких ущільнюються гумовими кільцями;
- ТБПС — те ж, з підшоною;
- ТБФ — фальцеві циліндрові із стиковими з'єднаннями, які ущільнюються герметиками або іншими матеріалами;
- ТБПФ — те ж, з підшоною.

Бетонні труби з підшоною і без неї за конструкцією в цілому аналогічні залізобетонним безнапірним трубам, але відрізняються від них нижчим класом бетону і легшою (в основному дротяною) арматурою. При застосуванні бетонних труб необхідно враховувати, що хоча вони і дешевше за залізобетонні безнапірні труби при виготовленні, але їх практична довговічність значно нижча.

Каналізаційні труби із збірного залізобетону мають різні розміри і стикові з'єднання декількох типів. Вибір того чи іншого типу труб і стиків залежить від призначення трубопроводу, місця розташування і умов прокладки. Труби з неармованого бетону мають діаметр 100-600 мм і випускаються секціями довжиною 1 м. Ці труби можуть мати як стандартну, так і підвищену міцність. Розтрубний і гладкий кінці секцій ущільнюють за допомогою гумової кільцевої манжети. Залізобетонні труби круглого перерізу випускають діаметром від 300 до 2600 мм; ці труби залежно від показників на міцність підрозділяються на п'ять класів. Труби із збірного бетону можуть мати також еліптичний і аروحний контури. Для ущільнення стикових з'єднань, характерних для залізобетонних труб, використовують мастику, або гумові манжети (таким чином забезпечується водонепроникність стиків).

Широке застосування залізобетонних труб в системах зливової каналізації обумовлене їх високою міцністю, стійкістю до абразивної дії, можливістю виготовлення трубопроводів великих діаметрів і нижчою вартістю в порівнянні з трубами з інших матеріалів. Оскільки бетон погано чинить опір агресивній дії кислот, його не потрібно застосовувати при будівництві трубопроводів побутової каналізації малого діаметра, в яких наявність виробничих стоків або утворення сірководня можуть привести до корозії внутрішньої поверхні труб. Проте залізобетонні труби використовують для прокладки магістральних колекторів побутової каналізації, оскільки їх діаметри більші, ніж діаметри керамічних труб. При цьому має бути забезпечено захист від дії сильнокислотних, високотемпературних або сульфатомістких стоків шляхом додавання в стічну воду хімічних речовин, що інгібують біологічне заростання, підтримку високих (самоочищаючих) швидкостей руху потоку і належну вентиляцію, а також, у разі потреби, застосування захисного облицювання. Епоксидне або пластикове покриття наносять на залізобетонну трубу в процесі її виготовлення; в окремих випадках бітумну мастику або кам'яновугільну і епоксидну смоли можна наносити на поверхню залізобетонних труб після їх укладання.

На слабких ґрунтах бетонні труби укладають з плоскою підшоною або влаштовують «стілець», склепіння в цьому випадку може бути зведено з цегли або із збірних залізобетонних елементів.

Канали прямокутного перерізу виконують із збірних прямокутних елементів або з окремих блоків з вертикальними стінами, закладеними в паз, плоским днищем і перекриттям.

При необхідності закладення колекторів на глибину більше 8 м в обмежених умовах міської забудови, а також за несприятливих геологічних умов у верхніх шарах земної кори будівництво колекторів доцільно здійснювати підземним (закритим) способом – шляхом застосування щитової проходки. У цьому випадку колектори збирають з чавунних або залізобетонних блоків-тюбінгів. Для підвищення водонепроникності й довговічності тунелів усередині їх влаштовують залізобетонну гідроізоляційну сорочку.

Конструкцію основи під труби застосовують залежно від діаметра труб, гідрогеологічних умов, виду ґрунтів і їх несучої здатності. У нормальних достатньо щільних ґрунтах з тиском на ґрунт не менше 0,15 МПа труби всіх типів рекомендується укласти на природну непорушену основу.

Пластмасові труби. Труби поліетиленові. Напірні поліетиленові труби виготовляють за ДСТ 18599-83* з поліетилену високого (ПВД) і низького (ПНД) тиску; вони розраховані на транспорт води температурою до 30°C.

Поліетиленові труби випускають діаметром до 1200 мм. Товщина стінки труби при збільшенні її діаметра від 150 до 1200 мм зростає від 10 до 25 мм. Поліетиленові труби випускають чотирьох типів залежно від максимально допустимого тиску води, що транспортується, при температурі 200С(термін служби до 50 років): Л — легкий, 0,25 МПа; СЛ — середньолегкий, 0,4 МПа; З — середній, 0,6 МПа; Т — важкий, 1,00 МПа.

Термін служби поліетиленових труб у значній мірі залежить від умов експлуатації, насамперед від тиску і температури. Так, при збільшенні номінальної температури і тиску в 1,5 рази термін служби поліетиленових труб скорочується в 5 разів. Труби випускають довжиною 6,8, 10 і 12 м з відхиленнями за довжиною не більше 50 мм. Можливе виготовлення труб довжиною 5,5 і 11,5 м. Труби при транспортуванні мають бути зв'язані в пакети масою до 1 т. Колір труб — чорний. Труби слід зберігати в горизонтальному положенні на стелажах заввишки не більше 2 м. Умови зберігання повинні унеможливлувати механічне пошкодження труб і дії на них прямих сонячних променів.

Перевагами поліетиленових труб є корозійна стійкість, гідравлічна гладкість внутрішніх стінок, простота механічної обробки і зварного з'єднання.

Умове позначення труб складається з найменування матеріалу, діаметра і типу труби, вказівки її призначення: для господарсько-питних систем позначають словом «питна», а в решті випадків - «технічна». Наприклад, труба, виготовлена з ПНД діаметром 63 мм, середньолегкого типу для систем господарсько-питного призначення позначається: труба ПНД 63 СЛ питна, ДСТ 18599-83. Маркування на поверхні труби наносять нагрітим металевим штампом з інтервалом не більше 4 м. Вона включає товарний знак підприємства.

Каналізаційні труби з ПНД за ДСТ 22689.2-89 застосовують в системах внутрішньої каналізації будівель. Гладкі кінці труби і розтруби з ПНД виготовляють чотирьох типів:

- I — для з'єднання виробів за допомогою гумового кільця ущільнювача;
- II — за допомогою розтрубного зварювання нагрітим інструментом;
- III — для з'єднань виробів за допомогою накидної гайки з гумовою прокладкою;
- IV — для з'єднань виробів за допомогою муфти із закладеною електроспіраллю або стиковим зварюванням нагрітим інструментом.

Труба з розтрубом і гладким кінцем, виготовлена з ПНД, діаметром 50 мм, завдовжки 1500 мм для з'єднання за типом II позначається: труба ТКР- ПНД-50- II-1500 ДСТ 22689.3-83.

Полівінілхлоридні (вініпластові) труби. Напірні труби з непластифікованого полівінілхлориду (ПВХ) випускають за ТУ 6-19-231-83 чотирьох типів: СЛ, З, Т і ОТ. Вони призначені для трубопроводів, які транспортують воду, зокрема для господарсько-питного водопостачання, а також інших рідких і газоподібних речовин, до яких ПВХ хімічно стійкий. Діаметри цих труб наступні: 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315 мм.

За узгодженням із замовником труби поставляються з таких конструктивних виконань кінців: без розтрубів; з розтрубами для клейового з'єднання (К); з розтрубами для з'єднання за допомогою гумових кілець ущільнювачів (ГК).

Приклад умовного позначення труби з ПВХ без розтруба діаметром 110 мм середньолегкого типу, дозволеної для господарсько-питного водопостачання: труба ПВХ 110 СЛ питна ТУ 6-19-231-83.

Поліпропіленові труби. Напірні труби з поліпропілену (ПП) призначені для транспортування рідких і газоподібних середовищ, до яких ПП хімічно стійкий, а також для рідких харчових продуктів. Їх випускають за ТУ 38-102-100-83 наступних типів: легкі (Л), середні (С) і важкі (Т). Діаметри поліпропіленових труб наступні: 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315 мм.

Фторопластові труби, що виготовляються з фторопласту-4 по ДСТ 10007-80Е, згідно з ТУ-6-05-987-83, призначені для транспортування більшості агресивних продуктів (за винятком розплавлених лужних металів, трифтористого хлору і елементарного фтору).

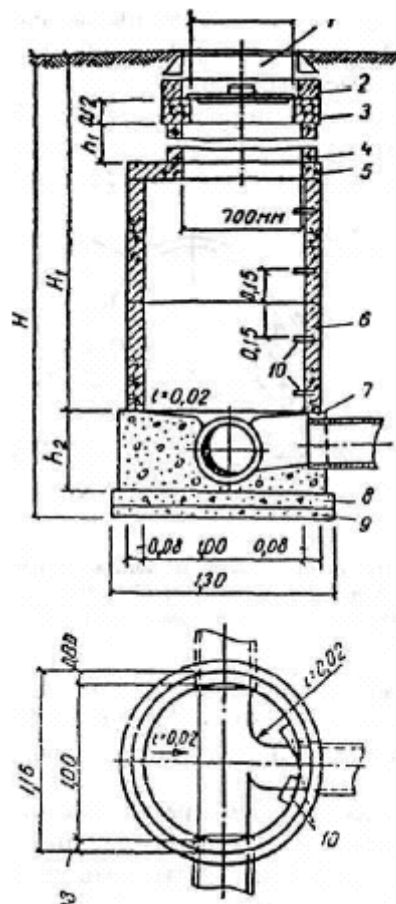
Труби з фторопласту поставляють невідборткованими, а в броні – з відбортковою на приєднувальну поверхню фланця. Довжина невідборткованих відрізків труб складає 0,5—3 м. Діаметри цих труб слідуючі: 25, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, (175), 200, (225), 250, 300, 400 мм. У скобках рідковживані труби.

4.4.2 Споруди на водовідвідних мережах

Для періодичного огляду і очистки водовідвідної мережі на ній влаштовують оглядові колодязі. Останні слід передбачати на каналізаційних мережах в місцях бокових приєднань, зміни напрямку потоку, уклонів і діаметрів трубопроводів, а також на прямих ділянках. На прямих ділянках відстань між колодязями залежить від діаметра труб, так при діаметрі 150 мм відстань складає 35 м, 200-450 мм — 50, 500 – 600 мм — 75, 700-900 мм — 100, 1000-1400 мм — 150, 1500-2000 мм — 200, більше 2000 — 250-300 м.

Розміри в плані колодязів і камер побутової і виробничої каналізації залежать від максимального розміру труб, що проходять через колодязь. Камери на трубопроводах діаметром до 600 мм повинні мати розміри в плані 1000х1000 мм; на трубопроводах більше 600 мм довжина камери на 400 мм більше діаметра, а ширина — на 500 мм більше діаметра.

Діаметри круглих колодязів (рис. 4.4) також залежать від діаметра трубопроводу. При діаметрі трубопроводу до 600 мм діаметр колодязя рівний 1000 мм; при діаметрі 700 мм — 1250, при діаметрі 800-1000 — 1500, при діаметрі 1200 мм — 2000 мм.



1 — чавунний люк з кришкою; 2,3 — кільця відповідно регулювальне опорне; 4, 6 — залізобетонні кільця діаметром відповідно 700 і 1000 мм; плита; 7 — регулювальні блоки або цегляні камені; 8 — основа; 9 — підготовка; 10 — скоби

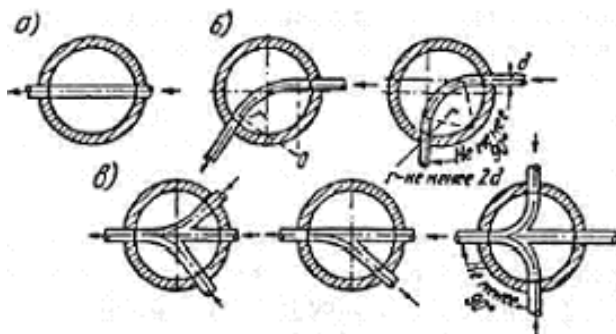
Рисунок 4.4 – Оглядовий колодязь з кілець для вуличної мережі діаметром 600мм

При глибині прокладення трубопроводів більше 3 м діаметр колодязів слід приймати не менше 1500 мм. Залежно від призначення існують такі типи оглядових колодязів: лінійні, поворотні, вузлові, контрольні, промивні й перепадні, рис. 4.5. Лінійні оглядові колодязі встановлюють на прямолінійних

ділянках мереж. При глибині прокладення трубопроводів більше 3 м діаметр колодязів слід приймати не менше 1500 мм.

Поворотні оглядові колодязі влаштовують при зміні напрямку траси трубопроводу. Форма лотка такого колодязя має криволінійний контур з мінімальним радіусом кривизни не більше трьох діаметрів труб. Кут повороту не більше 90. Вузлові оглядові колодязі розміщують в місцях злиття двох-трьох водовідвідних мереж.

Контрольні колодязі встановлюють на випусках в міську систему водовідведення стічних вод від промислових підприємств. У цих колодязях міські підприємства водопровідно-каналізаційного господарства контролюють концентрацію забруднень стічних вод, що надходять від промпідприємств.



а — лінійний; б — поворотний; в — вузлові

Рисунок 4.5 – Оглядові колодязі

Промивні колодязі влаштовують в початкових ділянках мережі, де швидкості менше нормативних і можливе замулювання мережі, що усувається за допомогою промивки.

Перепадні колодязі влаштовують у випадках укладання труб на крутих схилах, тобто при великих ухилах поверхні землі, що дозволяє забезпечити нормативну швидкість потоку рідини.

Оглядові колодязі (рис.4.4) складаються з робочої частини, робочого майданчика, перекриття або перехідної частини, горловини, люка, лотка та ходових скоб.

Основу колодязів роблять з бетону або залізобетону, товщину плити слід розраховувати залежно від гідрогеологічних умов будівництва, але вона не може бути менше 80 мм.

Кінці вхідних труб укладають на плиту, потім за шаблоном влаштовують бетонний лоток. Висота лотка дорівнює діаметру найбільшої труби.

Висоту робочої частини колодязів слід приймати 1800 мм; при висоті, робочої частини колодязів менше 1200 мм ширину їх слід приймати на 300 мм більше діаметра труби, але не менше 1000 мм.

У колодязях на трубопроводах діаметром 700 мм і більше можна передбачати робочий майданчик з одного боку лотка і полицю шириною не менше 100 мм з іншого. У робочій частині колодязів влаштовують сталеві скоби або навісні сходи для спуску в оглядовий колодязь. На трубопроводах діаметром більше 1200 мм при висоті робочої частини більше 1500 мм роблять огорожу робочого майданчика висотою 1000 мм з не іржавіючої сталі.

Полиці лотка оглядових колодязів мають бути розташовані на рівні верху труби найбільшого діаметра.

Горловину колодязів на водовідвідних мережах слід приймати діаметром 700 мм. Розміри горловини і робочої частини колодязів на поворотах, а також на прямих ділянках трубопроводів діаметром 600 мм і більше на відстані через 300-500 м потрібно робити достатніми для опускання пристроїв для очищення мережі.

Люки встановлюють в одному рівні з поверхнею проїжджої частини дороги, на 50-70 мм вище за поверхню землі в зеленій зоні і на 200 мм вище за поверхню землі в незабудованій території.

Якщо будівництво колодязів ведуть в обводнюючих ґрунтах, то необхідно передбачати гідроізоляцію дна і мережі колодязя не менше 0,5 м вище за рівень ґрунтових вод.

4.4.3 Каналізаційні люки

Каналізаційні люки використовуються для установки на колодязях підземних інженерних комунікацій: теплових, газових, кабельних мереж, водопроводу і каналізації.

Призначення каналізаційних люків – це захист колодязя і водостоку від пошкоджень, запобігання потраплянню сторонніх предметів, забезпечення руху пішоходів та автотранспорту, не санкціонованого доступу, також для доступу до підземних комунікацій.

Каналізаційні люки різняться за конструкцією, типом комунікацій (стічна, зливово, кабельна (електрика, телефонія), або трубопровідна каналізація), що проходять під ними, матеріалами для виготовлення люка.

Позначення люків: В-водопровід; Г, ПГ-пожежний гідрант, пожежний гідрант підземний; К-побутова і виробнича каналізація; Д-дощова каналізація; ТС-теплова мережа; ГС-газова мережа; ГТС, МТС – міська телефонна мережа; МР – [магістральний] газопровід; Т – телефон (телефонна мережа); ТЗ – тепломережа (теплопровід). Маркування може бути у вигляді схематичного малюнка, яким позначають призначення люка. Наприклад, малюнок у вигляді телефону-телефонний люк, у вигляді блискавки – електротехнічний люк. У табл. 4.2. наведено типи люків з технічними характеристиками.

Таблиця 4.2 – Типи люків

Тип (Позначення з ЄП-124)	Найменування	Навантаження номінальна кН, не менше	Маса загальна довідкова, кг	Рекомендоване місце установки
ЛМ (А15)	Легкий малогабаритний люк	15	45	Зона зелених насаджень, пішохідна зона
Л (А15)	Легкий люк	15	60	Зона зелених насаджень, пішохідна зона
С (125)	Середній люк	125	95	Автостоянки, тротуари і проїжджа частина міських парків
Т (С250)	Важкий люк	250	120	Міські автомобільні дороги з інтенсивним рухом
ТМ (D400)	Важкий магістральний люк	400	140	Магістральні дороги (Міські та міжміські дороги з рухом важкого вантажного і громадського транспорту)
СТ (Е600)	Надважкий люк	600	155	Зони високих навантажень (аеродроми, доки)

Основні матеріали для виготовлення каналізаційних люків: сірий чавун; високоміцний чавун; пластик; композитна суміш; полімер-піщана суміш, гума, бетонна суміш, залізобетон.

Традиційний матеріал для виготовлення люків - *чавун*. Чавунні люки міцні, надійні, довговічні, стійкі до впливу агресивних середовищ. Проте кришки чавунних люків досить часто стають об'єктом розкрадання. Як альтернативу чавунним люкам, використовуються полімерні, полімерно-композитні люки, гумові, бетонні, пластикові, композитні. Люки з пластмас відрізняються своєю довговічністю, екологічністю (переробка вторинних пластмас), низькою вартістю. Люки з пластмас встановлюються в зоні зелених насаджень, на тротуарах і пішохідних доріжках (крім автошляхів та автострад).

Новий матеріал для люків - композит (премікс). Основні елементи - поліефірні смоли, скловолокно і порошкоподібний наповнювач, що складається з кальциту, інші добавки.

Полімерно-композитні люки. Люки виготовлені з полімерно-композитної (полімерно-піщаної) суміші методом гарячого пресування і призначені для установки на оглядові колодязі в пішохідній зоні і зоні зелених насаджень.

Люки виробляються відповідно до нормативних документів: Люки каналізаційні - EN 124-1994, ГОСТ 3634-99, ДСТУ Б В.2.5-26: 2005.

4.5 Надійність роботи каналізаційної мережі

Під надійністю каналізаційної мережі слід розуміти її комплексну властивість, що включає безвідмовність в роботі по відведенню стічних вод, довговічність.. (тривалий час роботи) і ремонтпридатність (відновлення нормального виконання своєї функції в умовах технічного обслуговування і ремонтів). Порушенням головної властивості надійності мережі - безвідмовності – є "відмова" - "подія", що полягає в порушенні працездатності мережі. У каналізаційній практиці термін "відмова", як правило, не застосовують, замінюючи його такими словами, як аварія, засор, закупорка трубопроводу, випадковий засор, порушення, пошкодження і т.п., що не мають точного визначення. Відмови можуть бути викликані різними причинами, обумовленими несприятливими діями окремих чинників або їх комплексом, і мають різні наслідки. Відмови, як правило, є випадковим явищем, але деякі причини їх виникнення пов'язані з незадовільним режимом роботи мережі, її старінням, великими транспортними навантаженнями, змінами температури і агресивності стічної або ґрунтової води і іншими чинниками. Інтенсивність відмов для водовідвідної мережі в цілому має вигляд:

$$I_c = 6 \cdot 10^4 / D_i^2 \lg U_i ,$$

D_i – діаметр i -ї ділянки трубопроводу;

U_i - ухил i -ї ділянки трубопроводу.

Відповідно до існуючих уявлень, на експлуатаційну надійність каналізаційних систем впливають наступні чинники:

1. Проектні – відображають ступінь урахування всіх реальних навантажень, умов середовища і правильність вибору розрахункової схеми.
2. Технологічні – відображають рівень технології і якість виготовлення елементів конструкції.
3. Будівельні – відображають рівень технології будівельного виробництва і якість будівельних робіт.
4. Експлуатаційні – відображають кліматичні умови, дію корозійних і механічних явищ, якість обслуговування та своєчасність ремонтів.

Вплив кожного з чинників на надійність трубопроводу наведено в табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Вплив кожного з чинників на надійність трубопроводу

Чинники	Фізико-механічні дії	Корозійні дії
Проектний	30	70
Технологічний	20	-
Будівельний	30	10
Експлуатаційний	20	20

Надійність каналізаційної мережі визначається на стадії проектування, забезпечується в ході виробництва будівельно-монтажних робіт і постійно підтримується в процесі технічної експлуатації.

Надійність каналізаційної мережі, як і будь-якої технічної системи, як правило, забезпечується резервуванням або дублюванням її елементів і запасом міцності складових частин. Але повне дублювання каналізаційної мережі неможливе через велику її протяжність. Своєрідним дублюванням мережі є так зване «кільцювання» мережі, коли стічні води з одного басейну каналізування перепускають в найближчу мережу сусіднього через розділяючий їх вододіл, використовуючи «переломні колодязі» на сполучних гілках.

За наявності декількох насосних станцій в розгалуженій мережі населеного пункту доцільно передбачити можливе перекидання стічних вод з одного басейну каналізування в іншій використовуючи сполучні напірні і самопливні зв'язки між трубопроводами різного напрямку.

Довговічність мережі залежить від багатьох чинників, серед яких найбільше значення мають механічна міцність труб і підставками під ними, стійкість трубопроводів до агресивних дій, герметичність стикових з'єднань, правильність статичних, гідравлічних і інших розрахунків при проектуванні, якість будівельно-монтажних робіт, раціональна експлуатація мережі.

У великій мірі надійність мережі визначається її ремонтпридатністю, доступністю елементів для регулярного огляду, можливістю виконання різних ремонтних робіт, що дозволяють своєчасно встановити і виправити пошкодження.

Трубопроводи з неміцних (дефектних) матеріалів або старі трубопроводи, що прослужили тривалий час, знижують надійність каналізаційної мережі. Теча в таких трубопроводах утворюється в місцях руйнування стиків або вхідних приєднань труб в колодязях. У цих місцях спостерігається корозія (роз'їдання стінок агресивними домішками в стічній воді), а також абразивне стирання лоткової частини, особливо у великих каналах, піском, що міститься в стічних водах. Причинами стирання можуть бути також низька якість бетону і укладання його вручну, значні швидкості води, кругла форма лоткової частини і інше.

Каналізаційна мережа виконує свою основну функцію – безвідмовне транспортування стічних вод, якщо:

- мінімальні випадки засорів (закупорок) і переповнень (підпорів) трубопроводів, різних пошкоджень або інших порушень нормальної роботи мережі, що викликають або можуть викликати, виливи на поверхню землі, створюючи антисанітарні умови на прилягаючих територіях або затопляючи підвальні приміщення і підземні споруди;

- відсутнє скидання неочищених стічних вод в проточні або місцеві водоймища (річки, ставки, яри і т.п.) безпосередньо або через водостоки; проводять швидке усунення випадкових засорів трубопроводів;
- виконують поточний ремонт, усунення невеликих дефектів в спорудах.

Вирішальне значення для безвідмовної роботи каналізаційної мережі має своєчасне видалення з неї різних осадів, що затримуються в трубопроводах і лотках колодязів і утворюючих засори. Для успішної боротьби із засорами необхідно знати походження, характер і концентрацію забруднень в стічній воді, умови їх просування по мережі і причини затримки в трубопроводах і лотках колодязів.

Нерозчинні у воді тверді речовини залежно від щільності і швидкості перебігу стічних вод, займають різне положення в поперечному перетині потоку при русі по трубопроводах. Важкі предмети, що випадково потрапили в мережу; дрібні камені, вугілля, щебінь, пісок, скло, консервні банки і інші металеві предмети, а також кістки тварин і риб, звичайно просуваються по дну. При незначних швидкостях руху води важкі домішки осідають на дно трубопроводів. З цих осадів при зменшенні швидкості руху стічних вод в години найменшого водовідведення можуть утворитися щільні нерухомі відкладення.

Осади, що випали в трубопроводах і лотках колодязів, створюють додатковий опір руху стічної води і зменшують швидкість потоку, що сприяє подальшому збільшенню кількості осідаючих на дно домішок. Спостереження показали, що основну частину цього осаду (до 90% по масі) складає пісок з розмірами зерен 0,5 мм і менше, вологістю до 30%.

В табл. 4.4. наведено залежність висоти шару осадів від ухилу та наповнення в самопливних трубопроводах каналізаційної мережі.

Таблиця 4.4 - Залежність висоти шару осадів від ухилу та наповнення в самопливних трубопроводах каналізаційної мережі

Діаметр, мм	Ухил, %	Наповнення, Н/D	Висота шару осаду, мм
200	4,5	0,5	45
200	5	0,75	25 - 30
250	4	0,5	35 –40
250	4	0,8	15
259	3	0,8	25

Частина нерозчинних домішок складає групу легких плаваючих речовин, що пересуваються по поверхні потоку стічної води, наприклад, жири, масла, смоли, нафта, гума, пробки, сірники, різні волокнисті речовини. Решта нерозчинних домішок знаходиться в стічній воді в зваженому стані і розташовуються по всьому перетину потоку. До таких речовин відносяться

папір, дрібні ганчірки і вірьовки, волосся, пряжа, мачули, кухонні покидьки і інші домішки, переважно органічного походження.

Приведене ділення домішок умовне, оскільки зважені частинки зчіплюються з плаваючими або важкими і переходять самі або переводять інші речовини в іншу групу. Спостерігається також подрібнення окремих речовин, особливо паперу, або укрупнення деяких домішок, переважно ганчір'я і мачули. Останні зчіплюючись і переплітаючись з осадами, можуть утворити грудки забруднень які, перекочуючись по дну трубопроводів, збільшуються в об'ємі і можуть закупорювати мережу. Жири і смоли, відкладаючись на стінках трубопроводів, звужують їх поперечні перетини.

Деякі з розчинних домішок, наприклад, кислоти і луги, руйнують стінки споруд, стикаючись з ними безпосередньо або при випаровуванні чи при конденсації. Якщо горючі рідини (гас, бензин, нафта) спущені в каналізаційну мережу, в обхід місцевих очисних пристроїв (наприклад, з гаражів і ін.), в ній можуть утворитися вибухонебезпечні гази: окисид вуглецю, метан, аміак, ацетилен. Газ з пошкоджених газопроводів також іноді проникає в каналізаційну мережу через ґрунт і нещільність в спорудах. У суміші з повітрям за наявності відкритого вогню, іскріння від ударів інструментів під час виробництва робіт або від електричної іскри гази можуть запалати і вибухнути.

У каналізаційній мережі можуть опинитися також різні отруйні гази (окисид вуглецю, сірчистий газ, сірководень, окисид азоту і ін.). Вони (а також метан) іноді утворюються в результаті гниття органічних осадів, що відклалися в трубопроводах, а також в результаті хімічної реакції між окремими елементами стічної води.

Посилене газоутворення відбувається при бурхливому перебігу стічної води або на перепадах її в колодязях. Сірководень і вуглекислий газ значно важче за повітря, тому вони скупчуються безпосередньо над поверхнею потоку води і складно видаляються. Метан і аміак, як легкі гази можуть виходити на поверхню землі або проникати через внутрішні каналізаційні устрої в житлові і виробничі приміщення.

У стічній воді, що протікає по каналізаційній мережі, можуть міститися яйця глистів і хвороботворні бактерії (збудники черевного тифу, дизентерії, сибірської виразки, сапа), тому контакт обслуговуючого персоналу із стічною рідиною неприпустимий.

Практика експлуатації показує, що найбільш часті порушення роботи каналізаційної мережі (відмови) викликаються засмічуваннями - закупорками перетину трубопроводу ущільненими осадами або предметами, що не мають відношення до звичайних стічних вод. Такі засмічування відбуваються переважно на дворовій і вуличній мережі

діаметром 0,15-0,2 м, яка складає до 70-80 % загальної протяжності мережі населеного пункту і в значній частині не забезпеченою достатнім притоком стічної води, що поступає нерівномірно протягом доби. В табл. 4.5 наведена залежність частоти засмічування мережі від діаметру трубопровода.

Таблиця 4.5 – Залежність частоти засмічування мережі від діаметру трубопровода

Діаметр, мм	Кількість засмічень на 1км на рік	Діаметр, мм	Кількість засмічень на 1км на рік
150	10	350	0,5
200	4,7	400	0,4
250	2,5	500	0,2
300	1,4	600	0,1

4.6 Причини виникнення аварій

Дія окремих чинників на аварійність каналізаційних мереж наведено в табл. 4.6 [5].

Таблиця 4.6 – Дія окремих чинників на аварійність каналізаційних мереж

Ранг чинника	Причина аварійних руйнувань	Частка аварій, викликана чинником, %
1	Корозія склепіння	24
2	Витирання лотка	22
3	Руйнування колодязів	21
4	Руйнування труб (зовнішнє)	18
5	Руйнування стикового з'єднання	15

Як видно з даних таблиці чинники 3, 4, 5 зумовлюють більше 50% аварій на каналізаційних мережах

Дефекти, що виникають в трубопроводах можна звести в сім основних груп [3].

1. Порушення в стиках труб:

- Нещільна стиківка;
- Порушення (зміна) кута стикування;
- Порушення стикування по горизонталі або по вертикалі;
- Повздовжній зсув труб без порушення співосності;
- Кутовий зсув;
- Руйнування торців в межах стиків;
- Дефекти еластичних прокладок;
- Дефекти ущільнення стикових з'єднань.

Причинами виникнення дефектів цієї групи є порушення укладання труб при будівництві, зсуви ґрунту на протязі експлуатації. Внаслідок виникнення дефектів відбувається руйнування стіків і прокладок, проникнення в трубу коріння, ексфільтрація та інфільтрація. Дефекти виникають в трубах з розтрубним з'єднанням, виготовлених з будь-якого матеріалу.

2. Зміни, що відбуваються в плані та профілі трубопроводів:

- Невідповідність розмірів труб напрямку потоку;
- Порушення подовжнього профілю;
- Виникнення зворотного ухилу;
- Зміни кутові в плані;

Причинами виникнення дефектів цієї групи є порушення укладання труб при будівництві, зсуви ґрунту на протязі експлуатації. Внаслідок виникнення дефектів відбувається зміна гідравлічного режиму, підтоплювання, випадання осаду. Дефекти виникають в трубах виготовлених з будь-якого матеріалу.

3. Деформація труб:

- Руйнування повне;
- Руйнування часткове днища, стінок, зведення труби;
- Деформація (здавлювання) по вертикалі;
- Просідання зведення;
- Перелом;
- Виникнення свищів.

Причинами виникнення дефектів цієї групи є поперечні деформації ґрунтів, потужні статичні і динамічні навантаження. Внаслідок виникнення дефектів відбувається зміна гідравлічного режиму, ексфільтрація та інфільтрація. Дефекти виникають в трубах виготовлених з будь-якого матеріалу.

4. Дефекти внутрішньої поверхні труб

- Корозія (повна, суцільна);
- Корозія часткова;
- Абразивне витирання повне або часткове;
- Оголення арматури;
- Витирання захисної оболонки;
- Структурні дефекти заводського виготовлення.

Причинами виникнення дефектів цієї групи є вплив стічної води, твердих домішок та газів. Внаслідок виникнення дефектів відбувається зміна гідравлічного режиму, ексфільтрація та інфільтрація. Матеріал труб – будь-який на основі цементу.

5. Наявність перешкод (засорів):

- Наноси у вигляді осажденного піску;

- Відкладення жирових і солевих наносів;
- Проникнення коріння дерев і чагарників;
- Закупорювання перетину примикаючими трубопроводами;
- Наявність крупногабаритних випадкових предметів;

Дефекти цієї групи виникають внаслідок зміни гідравлічного режиму, складу стічних вод, неякісне виконання монтажних робіт. Наслідки – закупорювання перетину, аварії, зміна гідравлічного режиму. Матеріал труб – будь-який.

6. Порушення герметичності за рахунок утворення тріщин:

- Продовжні закриті та відкриті
- Поперечні кругові відкриті та закриті

Причини виникнення – зсув ґрунтів, потужні динамічні та статичні навантаження. Наслідки – порушення гідравлічного режиму, інфільтрація, ексфільтрація. Матеріал труб – армований та неармований бетон, пластик.

7. Зміна розрахункових витрат стічної води:

- Інфільтрація;
- Ексфільтрація.

Причини виникнення – зсув ґрунтів, потужні динамічні та статичні навантаження.

Наслідки – порушення гідравлічного режиму, інфільтрація, ексфільтрація. Матеріал труб – будь-який.

4.7 Корозія бетонних каналізаційних трубопроводів

Механізм корозійного руйнування бетону каналізаційних колекторів.

Бетон – це штучний кам'яний матеріал, одержаний в результаті отвердіння раціонально підібраної суміші зв'язуючого, заповнювача і води. Головною складовою бетону є зв'язуюча речовина, по вигляду якого розрізняють бетони цементні, силікатні, гіпсові, шлако-лужні, полімербетони, полімерцементні бетони.

При пропусканні стічних вод в надводній частині колекторів накопичуються пари води і газів, що виділяються із стічної води. Склад газового середовища водовідвідних колекторів деяких міст наведено в табл. 4.7.

Корозійне руйнування цементного бетону самопливних колекторів характеризується великою швидкістю і масштабністю процесу, а також специфічним виглядом: ураженою є тільки склепінна частина трубопроводів. Лоткова частина, як і трубопроводи в напірних ділянках мережі залишається абсолютно незруйнованою. Прокородирувавший бетон представляє собою рихлу сіру масу, що не має міцності, із зруйнованим цементним каменем і оголеним крупним заповнювачем, слідами іржі від арматури.

Таблиця 4.7 – Склад газового середовища водовідвідних колекторів деяких міст

Місто	Концентрація газів				
	H ₂ S, мг/л	CO ₂ , %	CH ₄ , мг/л	CO, мг/л	NH ₃ , мг/л
Москва	0-0,05	0-1,0	0-0,9	0-0,05	сліди
С-Петербург	0-0,08	0-2,0	0-5,3	0-0,04	0
Київ	0,06	0-3,0	0-5,5	0-0,14	0-0,25
Мінськ	0-0,03	0-1,1	0-1,0	0-0,002	0-0,002
Харків	0-0,28	0-2,5	0-3,0	0-0,08	0-0,005
ГДК газів в робочій зоні					
	0,01	0,05	2	0,02	0,02

В даний час більшістю вітчизняних і зарубіжних фахівців механізм корозійного руйнування залізобетону в трубопроводах водовідведення представляється як результат мікробіологічної сірчаної кислотної агресії (мікробіологічної корозії) – дії сірчаної кислоти, що утворюється на склепінні тіоновими бактеріями. В цілому схема утворення агресивного середовища в мережах водовідведення і її дія на бетон/залізобетон склепіння колектора складається з декількох етапів:

- утворення сірководня в стічній воді унаслідок мікробіологічної сульфатредукції або інших мікробіологічних процесів;
- виділення сірководня із стічної рідини в підсклепінний простір;
- розчинення сірководня в конденсатній волозі на поверхні труб і окислення його тіоновими бактеріями до сірчаної кислоти;
- руйнування матеріалу будівельних конструкцій.

Дія на бетон сірчаної кислоти викликає утворення сульфату кальцію (гіпсу) та сульфаталюмінію кальцію, які збільшуються в об'ємі в порівнянні з гідроксидом кальцію (який є складовою частиною цементу) відповідно в 2 і в 22,5 рази. Значне розширення викликане цими з'єднаннями приводить до розтріскування і руйнування бетонних конструкцій мережі.

На концентрацію сірководню в газовому середовищі колектора впливають температура стічної води, її склад, час транспортування і гідравлічні параметри потоку. Встановлено, що підвищення концентрації сірководню найчастіше відбувається в місцях підключення до самопливних мереж напірних трубопроводів, після дюкерів, в місцях підвищеної турбулентності потоку (перепади, різке підвищення швидкості та ін.).

Для боротьби з газовою корозією організовують контроль за газовим станом колектора. Якщо отримані результати вимірювань концентрації газів в точці (колодязі) будуть дорівнювати або перевищувати ГДК, то така точка вважається **корозійно-небезпечною**.

Прогнозувати виникнення корозії можна по індексу Помероу:

$$Z = 3 * \text{БПК}_5 * 1,07^{(T-20)} * U / J^{0,5} * Q^{1/3} * b;$$

де: Z - індекс, що характеризує вірогідну швидкість виникнення корозії;

БПК₅ – біохімічна потреба в кисні, отримана в лабораторних умовах при 20°C; мг/л

T – температура стічних вод, °C;

J – ухил трубопроводу;

Q – витрата стічної води, л/с;

U/b – відношення змоченого периметру трубопроводу до ширини водного дзеркала; для наповнення 0,5D відношення U/b = π/2.

В табл. 4.8 наведена вірогідність виникнення та швидкість корозії в залежності від величини індексу в рівнянні Помероу.

Таблиця 4.8 - Вірогідність виникнення та швидкість корозії в залежності від величини індексу в рівнянні Помероу

Індекс Z	Очікувані параметри
Менше 5000	Сульфіди можуть бути в дуже низьких концентраціях
5000-7500	Максимальна концентрація сульфідів 0,1мг/л. Легка агресивність. Швидкість корозії близько 0,1 мм/рік
7500-10000	Сульфіди в високих концентраціях. Поява запаху.
10000-15000	Прогресуюча корозія. Швидкість корозії в межах 1 мм/рік
Більше 15000	Розчинені сульфіди присутні постійно. Швидкість корозії більше 2 мм/рік. Бетонні труби невеликих діаметрів можуть бути зруйновані за 5-10 років

Підвищення довготривалості колекторів може бути забезпечене:

- контролем якості стічної води;
- застосуванням корозійно-стійких конструкційних матеріалів;
- вентиляцією мережі.

Одним із засобів, що перешкоджає окисленню сірководню в сірчану кислоту, є зрошення склепіння трубопроводів стічною водою при роботі колектора повним перетином на протязі короткого часу.

4.8 Зовнішній і технічний огляд мережі

Для забезпечення нормальної експлуатації каналізаційної мережі її систематично оглядають. Розрізняють два види періодичних оглядів при контролюванні роботи і стану каналізаційних мереж: *зовнішній і технічний*.

4.8.1 Зовнішній огляд мережі

Зовнішній огляд каналізаційної мережі проводять з метою виявлення порушень нормальної роботи мережі; умов, що складають загрозу спорудам; перевірку зовнішніх ознак їх збереженості. Зовнішній огляд проводять відповідно до плану робіт не рідше 1 разу на 2 місяці. Зовнішній огляд проводить бригада з 2-х чоловік і здійснює його без спускання людей в колодязі. Зовнішній огляд каналізаційної мережі полягає в перевірці стану колодязів, цілісності кришок і люків, рівня стічних вод в лотках, наявності в колодязях бруду.

При обході траси бригада відмічає в журналі наявність на ній пошкоджень (місць просідання ґрунту і люків колодязів, розривів на трасі, незаконних приєднань, завалів колодязів ґрунтом або снігом, нещільності прилягання кришок колодязів, стан вентиляційних труб.

При огляді колодязів на трасі бригада виконує наступні операції:

- встановлює перед колодязем знаки для запобігання наїзду транспорту;
- очищає люк від землі, снігу, криги;
- відкриває зовнішню кришку люка і перевіряє її цілісність, а також цілісність корпусу люка;
- очищає від бруду другу кришку, витягає її на поверхню і перевіряє її стан;
- визначає пошкодження горловини, стінок і лотка, які видно з поверхні;
- відмічають наявність забруднень стінок і полок лотка, а також самого лотка;
- встановлюють характер протікання стічної води і ступінь наповнення лотків, фіксує час спостереження;
- заміряє глибину підпору (при наявності);
- по показанням приладів контролює наявність газів;
- перевіряє стан ходових скоб, драбин засувки, шиберів;
- відмічає наявність спускання поверхневих або інших вод в мережу.

При огляді і перевірці люків звертають увагу на те, щоб корпус люка щільно прилягав до горловини колодязя, тобто щоб не було отворів для проникнення в колодязь поверхневого стоку.

При огляді колодязя і спостереження за рухом стічної води в лотках необхідно відмічати: наявність в лотках вузлових колодязів перебивання струменів або викидання на полки лотка води з бокових гілок; підтоплення бічних приєднань при підйомі води в колекторі; особливості руху води по

лотку; наявність піску, осадів і домішок, які можуть спричинити засмічення мережі.

При виявленні підпору бригада повинна з'ясувати його причину (підвищена витрата, засмічення) і доповісти диспетчеру для вживання заходів до його ліквідації.

4.8.2 Технічний огляд каналізаційної мережі

Технічний огляд внутрішнього стану мережі і споруд виконують періодично:

- колекторів і каналів, оглядових колодязів і випусків – 1 раз на рік;
- камер, естакад і переходів – 1 раз на 3 міс;
- канали великих діаметрів (2,5-5,4 м) – 1 раз на 2 роки.

При технічному огляді повністю виявляють як дефекти фізичного стану, так і гідравлічні умови роботи мережі, обстежують з середини всі колодязі і прохідні канали, перевіряють дію обладнання та ліквідують дрібні несправності. Технічний огляд проводять за спеціальним графіком.

При технічному огляді колодязів для виявлення несправностей, що виникли в процесі експлуатації, обстежують стіни, горловини, лотки, вхідні і вихідні труби; перевіряють цілісність ходових скоб, драбин; очищують від відкладень і засмічень полки і лотки, контролюють винесення піску з труб в колодязь; перевіряють прямолінійність ділянок мережі.

При технічному огляді аварійних випусків перевіряють наявність пломб. Технічний огляд самотливних колекторів і каналів діаметром більше 1,5 м виконують шляхом проходу по ним при повному або частковому припиненні подачі стічної води. Спуск людей в невентильовані і неперевірені на загазованість колодязі забороняється. Технічний огляд мережі діаметром до 1,5 м проводять за допомогою телевізійних установок, рис. 4.6.

В залежності від конструктивних особливостей ТВ-камери поділяють на п'ять типів [6]:

- переносні – для діагностики мереж діаметром від 50 до 300 мм на відстані до 100 м;
- дистанційно-керовані – для діагностики мереж діаметром 150-1500 мм на відстані до 400 м;
- камери з сателітами – для комплексної діагностики мереж діаметром 250-600 мм на відстані до 150 м та випусків з будівель і дворової каналізації діаметром 100-150 мм на відстані до 30 м;

- безпроводні камери – для контролю та координації проведення локального ремонту внутрішніх дефектів і гідродинамічного прочищення мереж діаметром 100-3000 мм на відстані до 100 м;
- плаваючі камери – для обстеження систем каналізації без відключення їх з роботи



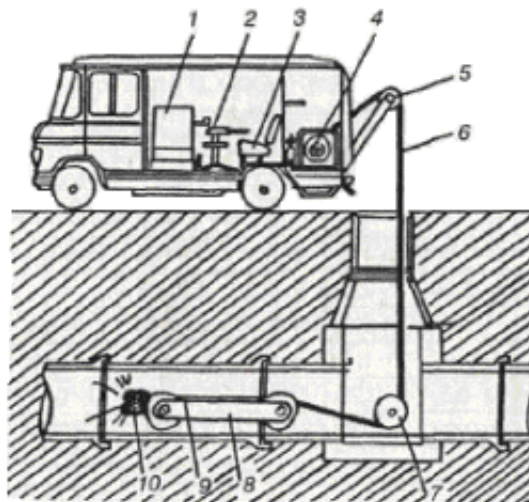
Рисунок 4.6 – Телевізійна камера для діагностики каналізаційних мереж

Розрізняють наступні методи ТВ-діагностики:

- автоматичний;
- напівавтоматичний;
- механічний.

Найбільш інформативним є автоматичний метод діагностики за допомогою ТВ-камери-робота. При його застосуванні виявляється можливість: керувати роботою з пульта на відстані до 500 м; дослідити технічний стан внутрішньої поверхні труб за рахунок значної кількості ступенів свободи об'єктиву камери.

Схема автоматичної діагностики наведена на рис. 4.7. В кузові мікроавтобуса монтуються: телевізійний екран (монітор) з пультом керування, кабельна лебідка та направляючий ролик. Встановлена на самохідному шасі з електроприводом ТВ-камера вводиться в трубу і по команді оператора просувається вперед. Освітлення трубопроводу забезпечується спеціальною насадкою, встановленою на ТВ-камері. Відображення внутрішніх стінок труби постійно передається на монітор і записується в пам'ять комп'ютера. Одночасно фіксується дата, час та відстань від початкового місця обстеження. При необхідності більш детального обстеження камеру зупиняють або повертають назад.



1-пульт керування; 2,3-робоче місце оператора; 4-кабельна лебідка; 5,7-направляючі кабельні ролики; 6-кабель; 8-привод шасі з телекамерою; 9-ТВ-камера; 10-освітлювальний насадок

Рисунок 4.7 – Пересувний комплекс з ТВ-обладнанням для обстеження каналізаційної мережі.

4.9 Профілактичне промивання та очищення мережі

Прочищення трубопроводів проводиться відповідно до плану профілактичних робіт, що складається на основі результатів зовнішнього та технічного оглядів. Періодичне очищення проводять не рідше 1 разу на рік.

4.9.1. Гідравлічні методи очищення трубопроводів.

Гідравлічне очищення мереж в залежності від діаметра трубопроводів виконують: промиванням водою, або промиванням водою з використанням різноманітного допоміжного обладнання, а також з використанням насадків з реактивною тягою.

При гідравлічному способі промивання здійснюють водою, що рухається з підвищеною швидкістю. Швидкість води, необхідну для розмиву осаду визначають за формулою:

$$V_p = 9,34 * U/S^{1/6} * n \sqrt{R} ,$$

V - гідравлічна крупність осаду, м/с;

S - еквівалентна абсолютна шорхуватість, м;

$n = 3,5 + 0,5R$

R –гідравлічний радіус, м

В залежності від діаметру і стану трубопроводу рекомендують наступні способи гідравлічного очищення:

- до 200 мм – промивання водою;

- до 500 мм – з використанням гумових куль або дисків з діаметром на 50-100 мм менше діаметру труб, що промивається;
- 500 – 1600 мм – дерев'яними і металевими кулями з діаметром на 100-250 мм менше діаметру труб, що промивається;
- більше 1600 мм - металевими циліндрами і кулями з діаметром на 250-500 мм менше діаметру труб, що промивається. Довжина циліндру повинна бути більше діаметру трубопроводу.

Промивання мережі може бути із спеціальних промивних камер, рисунок 4.8а, або шляхом накопичення стічних вод в колодязі, рис. 4.8б, або з використанням поливальних машин.

Застосування спеціальних промивних колодязів, що заповнюються з природних водойм або з водопровідної системи може бути ефективним при напорі води H не менше ніж 1,5 – 2 м і ємністю не менше ніж 2 м³. При промиванні мереж шляхом накопичення стічних вод трубопровід, що промивають закривають корком. При досягненні рівня рідини в колодязі необхідної висоти H , корка швидко виймають і стічна вода направляється в трубопровід, що промивається. Кількість необхідної для промивання води залежить від довжини, діаметру, ухилу, ступеню засміченості і характеру осадів. Із круглого колодязя діаметром 1 м при висоті накопиченого шару води 1,5 – 1,6 м можна промити ділянку мережі діаметром 150-200 мм довжиною до 200 м. Термін виконання однієї операції складає 1-2 год.

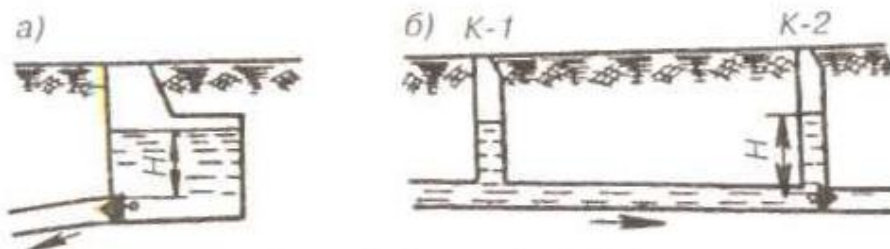
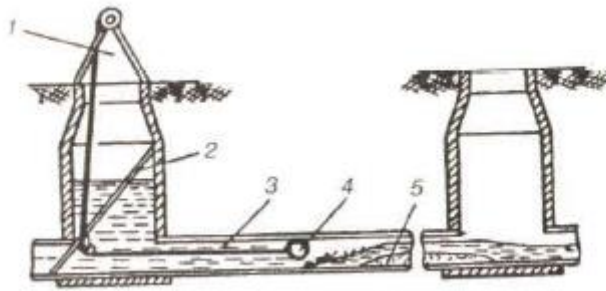


Рисунок 4.8 – Промивання мережі; а- з влаштуванням спеціальної промивної камери; б – з накопиченням стічних вод в колодязі.

У випадках наявності щільного осаду в трубі більш ефективним є гідравлічне очищення з застосуванням гумових, дерев'яних, металевих куль, циліндрів, рис. 4.9.

Плаваюче знаряддя (кулі, циліндри) перекривають верхню частину перетину труби і цим створюють підпор. Під дією натиску води куля просувається по трубі. Швидкість пересування кулі та величину підпору регулюють за допомогою утримуючого троса. Стічна вода, що протікає під кулею через звужений перетин зі швидкістю 5-7 м/с розмиває осад. Ефективність розмивання осаду залежить від витрати та швидкості води під

кулею. Якщо стічна вода не забезпечує перепад 0,6 - 0,7 м між рівнями рідини до і після кулі, її треба добавляти.



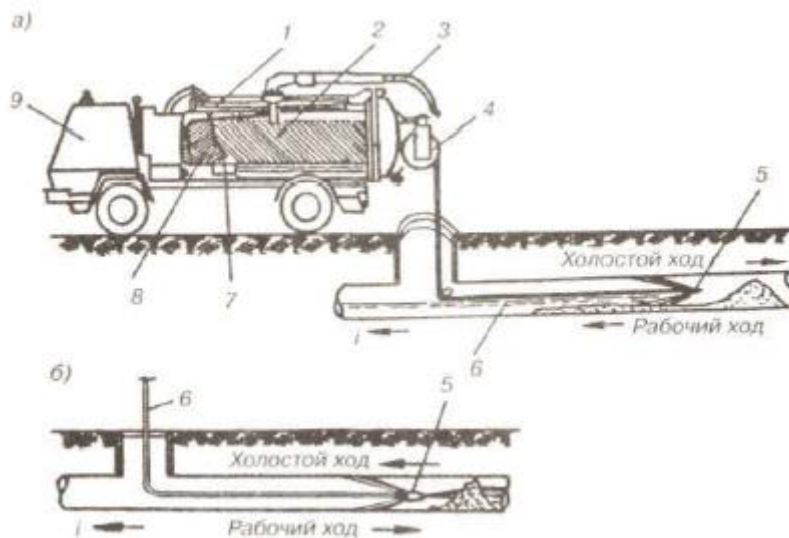
1- лебідка; 2 – направляюча з блоком; 3 – трос; 4 – куля; 5 – осад.

Рисунок 4.9 – Прочищення мережі за допомогою кулі

4.9.2 Прочищення мереж гідродинамічним методом

Більш прогресивним способом очищення мереж є гідродинамічний спосіб, що реалізується за допомогою каналопромивних машин. Машина, незалежно від типу, має в своєму складі цистерну для чистої води, поршневий насос високого тиску з приводом від двигуна автомобіля, барабан з високонапірним шлангом і комплект насадків.

Схема гідродинамічного очищення з використанням комбінованої каналопромивної машини наведена на рис. 4.10.



а – очищення; б – ліквідація засмічень

1- фільтр для видалення стічної води з осаду, що відкачано з колодязя; 2- осад, що відкачано з колодязя; 3-шланг для відкачування осаду; 4- барабан з приводом; 5- насадок; 6 – високонапірний шланг; 7 – розділюючий поршень цистерни; 8 – промивна вода; 9 – шасі автомашини.

Рисунок 4.10 – Гідродинамічне очищення мережі комбінованою каналопромивною машиною



Рисунок 4.11 – Насадки, що застосовуються для гідродинамічного
очищення мереж

Метод гідродинамічного очищення труб заснований на руйнуванні відкладень при одночасному їх видаленні струменями води високого тиску, що подається в робочу зону (на внутрішню поверхню трубопроводів) від насосу високого тиску через спеціальні насадки, рис. 4.11.

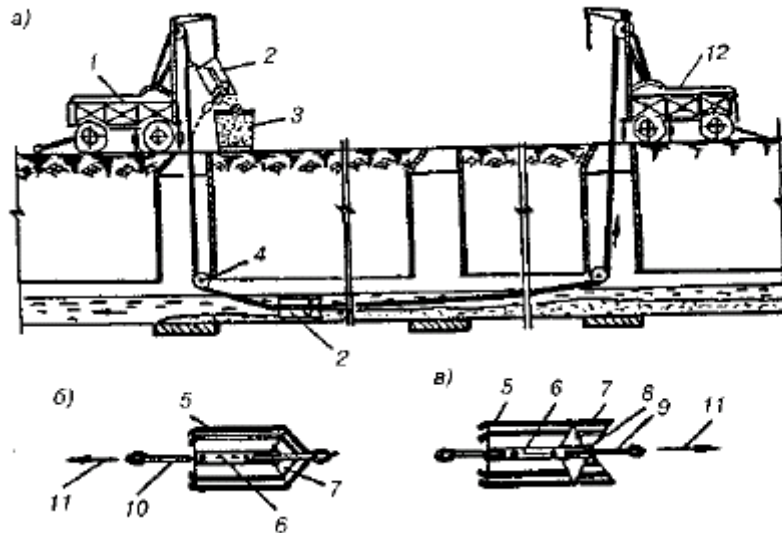
Просування насадку і шлангу вперед по трубопроводу, що очищується, забезпечується за рахунок реактивної тяги, яка створюється високонапірними струменевими потоками води, що виходять під тиском із обернутих назад отворів у насадку. Під час просування вперед відбувається змучування осаду, зрізання відкладень з внутрішніх поверхонь труб (холостий хід). При досягненні насадком суміжного колодязя (кінця засміченої ділянки) шланг починають намотувати на барабан, встановлений на автомашині, не виключаючи подачі води. Насадок починає рухатись назад (робочий хід), завершуючи очищення та видаляючи відкладення та засмічення з труб.

Переваги гідродинамічного очищення:

- високоефективне видалення із труб забруднень і відкладень будь-якого характеру, навіть при 100% зашламованості, включаючи відкладення щебню, коріння дерев, жирові відкладення, будівельний бруд до повного відновлення пропускної спроможності трубопроводів;
- найбільш небезпечний спосіб очищення поверхонь труб і стиків – в процесі очищення не виникає надлишкового тиску в трубах, що виключає пошкодження труб і стиків, завдяки особливій конструкції насадків, яка забезпечує напрям потоку води по дотичній до оброблюваної поверхні;
- найбільш економічний метод;
- ефективне застосування на трубопроводах великих діаметрів;
- можливе очищення важкодоступних ділянок;
- найвища, в порівнянні з іншими методами продуктивність;
- найкраща альтернатива капітального ремонту мережі – швидше і дешевше в 5-10 разів;
- можливе проведення робіт при температурі -20°C ;
- метод екологічно безпечний.

4.9.3 Механічне очищення мережі

Механічне очищення реалізується шляхом протягування спеціального розрихлюючого та згрібаючого знаряддя – циліндрів, йоршів, шкребків та ін. Очищення мережі механічними засобами проводиться по схемі, наведеній на рис. 4.12.



а – схема очищення; б – ківш із закритими стулками;

в – ківш із розкритими стулками.

1,12-моторні лебідки; 2-ківш; 3-контейнер для піднятих забруднень;

4-зйомний блок; 5-корпус ківша; 6-бокова планка; 7-стулки; 8-петлі;

9,10-передня, задня скоби; 11-напрямок руху тросів.

Рисунок 4.12 - Механічне очищення мережі за допомогою ковша із стулками, що розкриваються

В трубу в верхньому колодязі вводять робочий пристрій (йорш, ківш, диск) і протягують його за допомогою лебідки у нижній колодязь. Осад і бруд видаляють на поверхню. При необхідності операцію повторюють. В табл. 4.9 наведено нормативи на очищення мережі з використанням допоміжного знаряддя.

Одним з різновидів механічного очищення є електромеханічний метод. Принцип роботи по електромеханічному очищенню каналізаційних мереж полягає подачі в трубопровід спіралі, на кінці якої закріплено спеціальний насадок. Обертання спіралі здійснює електродвигун, що встановлюється на поверхні (в колодязі). За допомогою редуктора подають в трубопровід спіраль. Насадок, що закріплений на кінці спіралі проводить механічне очищення. За рахунок обертального руху спіралі та насадка відбувається дроблення та видалення засмічень. Насадки вибирають в залежності від виду забруднення та діаметру труб. На практиці застосовують насадки бурові, корнерізальні, шкребкові, ланцюгові та ін. Електромеханічне очищення застосовують для труб діаметром 20 – 600 мм та довжиною до 100 м.

Таблиця 4.9 – Нормативи на прочищення мережі з використанням допоміжного знаряддя

Д, мм	Категорія мережі	Норматив чол./год на проч. 100 м мережі	Норма часу на прочищ. 100м мережі, год	Д, мм	Категорія мережі	Норматив чол./год на проч. 100 м мережі	Норма часу на прочищ. 100м мережі, год
150	1	1,8	56	500	1	4,5	22
	2	2,8	36		2	7,7	13
	3	5,2	19		3	8,1	12
200	1	1,8	56	600	1	4,9	20
	2	3,3	30		2	7,9	13
	3	5,4	19		3	9,4	11
250	1	2,2	45	800	1	7,1	14
	2	4,2	24		2	10	10
	3	5,5	12		3	13,6	7
300	1	2,3	43	1000	1	8,1	12
	2	4,2	24		2	15,4	6
	3	5,7	18		3	16	6
350	1	2,9	34	1200	1	9,1	11
	2	5	20		2	15,4	6
	3	5,9	17		3	16	6

Переваги електромеханічного методу:

- швидкість та надійність виконання робіт;
- можливість виконання робіт на підтоплених ділянках;
- можливість прочищення важкодоступних ділянок, розгалужених труб, труб малого діаметру, завдяки компактності та мобільності обладнання
- можливість виконання робіт при температурах – 30⁰С.

4.10 Планово-попереджувальні ремонти каналізаційних мереж. Санація трубопроводів

Як зазначалось, однією з основних задач експлуатації каналізаційних мереж є своєчасне та якісне проведення планово-попереджувальних ремонтів (ППР). ППР трубопроводів, споруд та обладнання уявляє комплекс технічних заходів, що направлений на підтримку або відновлення експлуатаційних можливостей систем водовідведення в цілому або їх окремих конструктивних частин та елементів.

ППР передбачає проведення наступних практичних заходів:

- визначення переліку споруд та обладнання, що підлягає ремонту;
- визначення виду та характеру ремонтних робіт;
- визначення тривалості міжремонтних циклів;

- планування ремонтних робіт;
- організацію проведення ремонтних робіт;
- забезпечення технічною та кошторисною документацією;
- забезпечення необхідними матеріалами, запасними частинами;
- організацію виробничої бази для проведення ремонтних робіт;
- застосування нових технологій та методів відновлення зношених частин;
- організацію контролю якості ремонтів.

4.10.1 Поточний та капітальний ремонт

На основі даних зовнішнього та технічного оглядів складаються дефектні відомості, розробляється кошторисно-технічна документація, при необхідності проводяться проектні роботи.

Ремонти поділяються на два види: *поточний та капітальний*.

Поточний ремонт (ПР) передбачає проведення робіт по систематичному та своєчасному запобіганню передчасного зносу мереж, споруд та їх окремих елементів шляхом виконання профілактичних заходів по усуненню дрібних несправностей. До ПР відносять наступні види робіт:

- відновлення або заміну координатних табличок;
- ремонт засувок;
- ліквідацію дрібних пошкоджень в колодязях (заміна скоб, кришок люків, свищів в стінках, перекладання горловин, виправлення лотків, встановлення вентиляційних шахт;
- дрібні ремонти внутрішньої поверхні крупних колекторів (ліквідація тріщин, обробка швів та ін.)
- вирівнювання горловин колодязів до рівня проїжджої частини.

Під капітальним ремонтом (КР) слід розуміти відновлення роботоспроможності мережі при традиційному виконанні робіт з розриттям трубопроводів.

КР представляє собою комплекс технічних заходів, що направлені на відновлення або заміну зношених конструкцій обладнання та трубопроводів. КР проводять відповідно до річного графіку. До КР відносять розбирання та перекладання трубопроводів, встановлення нових оглядових колодязів, заміну засувок, вантузів, а також ліквідацію руйнування мереж. Необхідність таких робіт викликана виявленням просідання колодязів з руйнуванням труб, що до них приєднані, аварійних засмічень, що не піддаються ліквідації та вимагають перекладання трубопроводів, просідання та руйнування труб на великій протяжності між колодязями, руйнування лотків в колодязях крупних колекторів.

4.10.2 Санація трубопроводів

Під санацією трубопроводів слід розуміти заміну або підсилення стінок трубопроводів з відновленням їх робото спроможності, що здійснюється без розриву трубопроводів по всій їх довжині, або хоча б однієї ділянки.

Пошкоджені, дефектні та гідравлічно перевантажені трубопроводи та канали уявляють собою потенціальне джерело виливу на поверхню стічних вод, обрушень, а також забруднення ґрунтових вод, ґрунту та водойм. Ліквідація таких небезпечних джерел і є задачею санації.

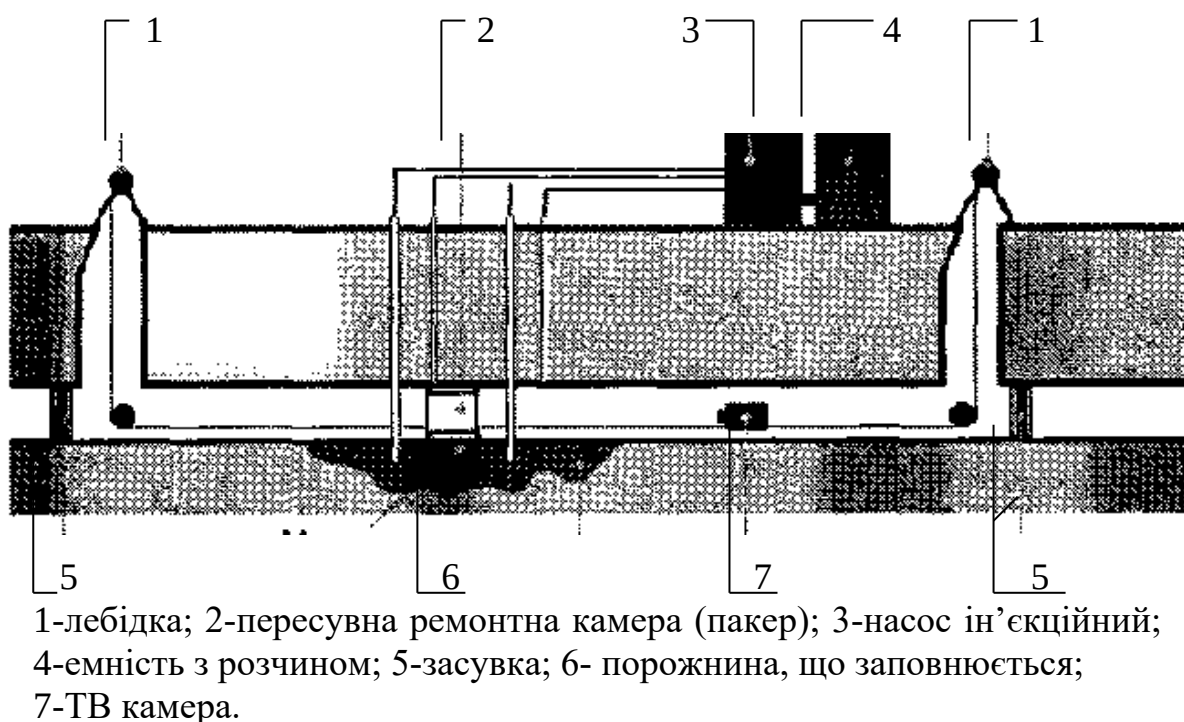
Заходи, що проводять при санації виконують з метою:

- відновлення герметичності трубопроводів;
- відновлення несучої спроможності трубопроводів;
- покращення гідравлічного режиму;
- захисту навколишнього середовища

Оскільки характер, масштаб та причини руйнувань в значній мірі відрізняються, то велике значення має правильний вибір способу санації [7].

Спосіб ін'єкції. Ін'єкція (нагнітання) – введення матеріалу, що закачується під тиском в порожнини в ґрунті, або спорудах з метою їх укріплення або герметизації. В залежності від вимог та технології в якості матеріалу для ін'єкції застосовують цементні розчини, розчини на основі рідкого скла, синтетичні смоли.

Метою зовнішньої ін'єкції є укріплення та герметизація ґрунтів, що оточують дефектну зону трубопроводу і в результаті-відновлення певної ділянки труби, рис. 4.13.



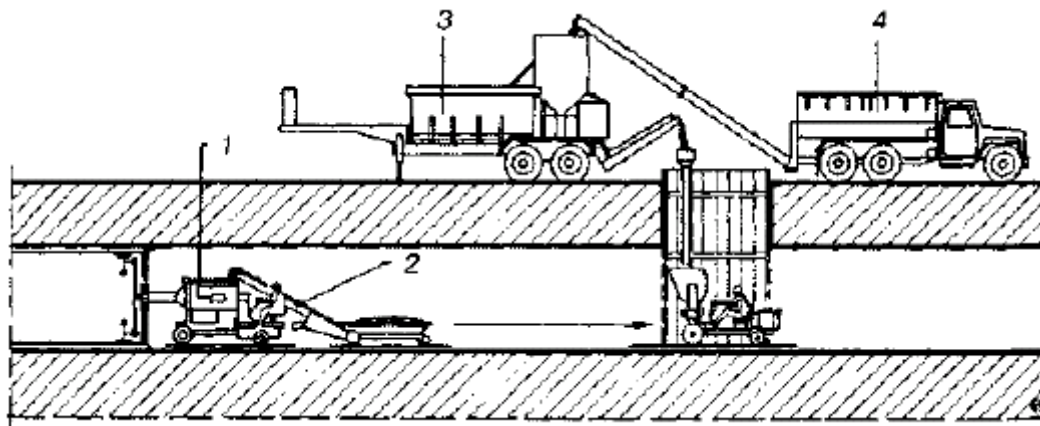
1-лебідка; 2-пересувна ремонтна камера (пакер); 3-насос ін'єкційний;
4-ємність з розчином; 5-засувка; 6- порожнина, що заповнюється;
7-ТВ камера.

Рисунок 4.13 – Схема способу герметизації зовнішньою ін'єкцією

Під час виконання робіт в каналі ведеться спостереження за допомогою ТВ-камери, а також проводиться захист від проникнення ін'єкційного розчину в трубопровід з використанням пересувних ремонтних камер – пакерів.

При внутрішній ін'єкції тріщини та негерметичні місця трубопроводу використовуються для проникнення ін'єкційних розчинів в порожнини ґрунту – *спосіб Sanipor*. При здійсненні цього способу використовують два розчини, що хімічно взаємодіють. На першому етапі в трубопровід вводять перший розчин та через 30 хвилин його відкачують. На другому етапі вводять другий розчин, який реагує із залишками першого розчину в порожнинах ґрунту та матеріалі трубопроводу. При цьому утворюється твердий гель. Такий спосіб застосовується на ділянках довжиною 60-80 м.

Санація нанесенням розчину. Одним з найбільш поширених способів нанесення покриттів є розприскування, при якому матеріал покриття рівномірно наноситься на внутрішню стінку трубопроводу завдяки насадку, що швидко обертається. Одночасно поверхня нанесеного шару розчину розгладжується гнучким пружним елементом, що обертається разом із розприскувачем. Мінімальна товщина шару розчину складає 5 мм; при використанні синтетичних модифікованих розчинів – 10 мм; при розчині до складу якого входить цемент – 20 мм. Схема способу нанесення покриття на внутрішню поверхню труб наведено на рис. 4.14.



1-пересувна напіскувача машина, 2-оператор, 3-мішувач та подаючий насос, 4-генератор.

Рисунок 4.14 – Схема способу нанесення цементно-піщаного покриття на внутрішню поверхню трубопроводу

Санація трубами. Впровадження будь-якої облицьовувальної технології призводить до зменшення перетину труби, що санується. Технологія санації трубами не може бути використана при наявності обрушень або поперечних деформацій із зсувами елементів трубопроводів.

Санація (облицьовування) з використанням заздалегідь виготовлених труб включає:

- облицьовування трубами (технологія протягування трубопроводів). Виконується, як правило, через котловани за допомогою труб, що мають довжину більше довжини котловану;
- облицьовування довгими трубами; проводиться через котловани;
- облицьовування короткими трубами; проводиться через колодязі

При протягуванні труби в канал, що санується, вводиться певної довжини гнучка та зварена в стиках нитка трубопроводу із твердого поліетилену або пропілену. Кінець нитки, що втягується має кріплення для тягового троса. Схема технологічного процесу наведена на рис. 4.15.

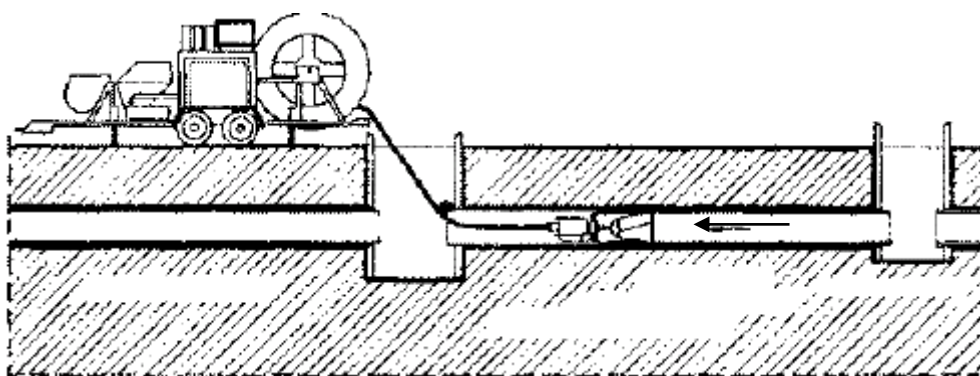


Рисунок 4.15 – Схема способу втягування трубопроводу

Для зменшення тертя при втягуванні в якості змащувального матеріалу використовують воду.

Протягування труб із колодязів без розриття котлованів може бути реалізоване за рахунок тимчасового зменшення діаметру труби, що втягується на 10%:

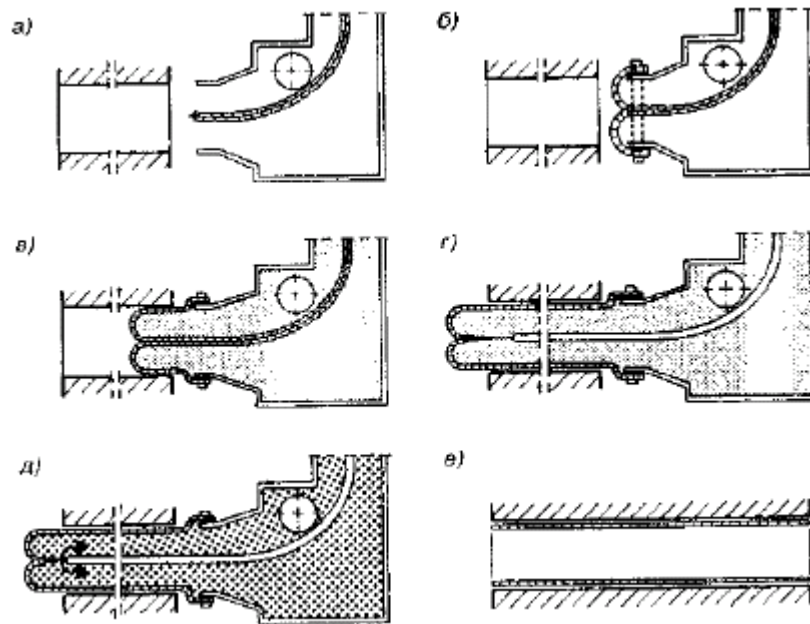
- механічним способом – технологія ROLLDOWN;
- термічним способом (нагріванням до 70°C) – технологія SWAGELINING. Після втягування діаметр труби збільшується.

Протягування труб може бути з руйнуванням або без руйнування трубопроводу, що санується.

При використанні технологій Nu – Pipe, U-Liner труби із синтетичних матеріалів при виготовленні формуються під дією тепла для отримання U-образного перетину, рис. 4.16.

В результаті термічної обробки та надання специфічної форми досягається зменшення перетину на 25-30%. Після протягування в трубі створюють підвищений тиск гарячого повітря та відбувається зворотня деформація введеного трубопроводу до повного прилягання до стінок відновлюваного трубопроводу.

При використанні технології облицьовування еластичними трубами, просичений полімерною смолою несучій матеріал у формі шлангу (наприклад тканинний рукав), що покритий шаром плівки вводиться в трубопровід, що санується та розпрямляється під тиском до моменту з'єднання з внутрішньою поверхнею трубопроводу. На наступному етапі в трубопровід подають гарячу воду (повітря) та відбувається полімеризація і затвердіння смол. При використанні такої технології утворюється лайнер без муфт, що герметично з'єднаний з трубопроводом. Послідовність виконання операцій за таким способом наведено на рис. 4.16.



а- просичений смолою шланг із поліефірного матеріалу; б-направляючий ролик; в-заповнення холодною водою; г-шланг для подачі гарячої води; д-заповнення гарячою водою; є-облицьована ділянка трубопроводу

Рисунок 4.16 - Послідовність санації по технології INSITUFORM (панчохи)

Контрольні запитання до розділу 4:

1. Які основні задачі покладено на службу експлуатації каналізаційної мережі?
2. З яких матеріалів виготовляють труби для каналізаційних мереж?
3. Які види споруд встановлюють на каналізаційній мережі?
4. З яких матеріалів виготовляють каналізаційні люки?
5. В чому полягають причини виникнення аварійних ситуацій на каналізаційній мережі?
6. Наведіть перелік операцій при зовнішньому/технічному огляді мережі
7. Наведіть перелік методів очищення труб
8. Які методи санації трубопроводів ви знаєте?

Розділ 5. Експлуатація очисних споруд каналізації

5.1 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.

5.2 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 5.1 – 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.

5.3 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.

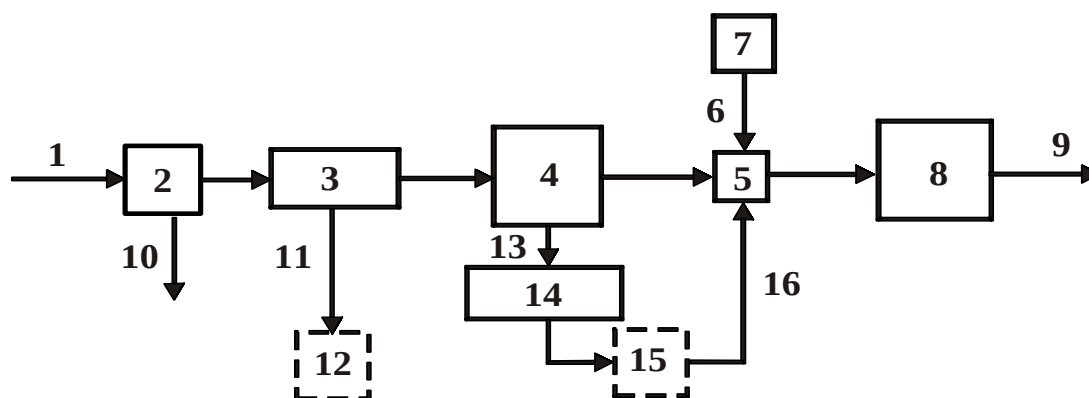
Звичайно *технологічна схема очищення міських стічних вод* включає в себе споруди для механічного та біологічного очищення, при необхідності – споруди для додаткового очищення (доочищення), знезаражування очищених стічних вод, обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних вод.

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.

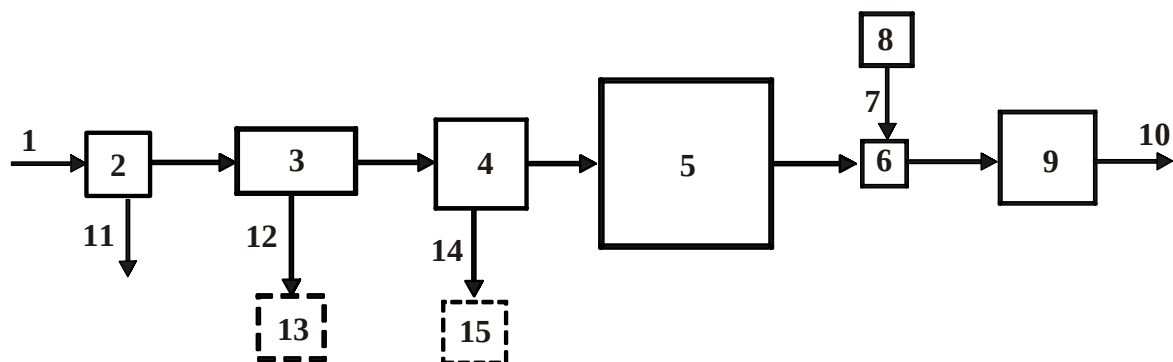


1 – подача стічної води на очищення; 2 – грати; 3 – піскоуловлювач; 4 – відстійник; 5 – змішувач; 6 – хлорна вода; 7 – хлораторна; 8 – контактний резервуар; 9 – спуск очищеної води у водоймище; 10 – крупні відходи; 11 – піщана пульпа; 12 – піскові майданчики; 13 – осад відстійника (сирий осад); 14 –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

Рисунок 5.2 – 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

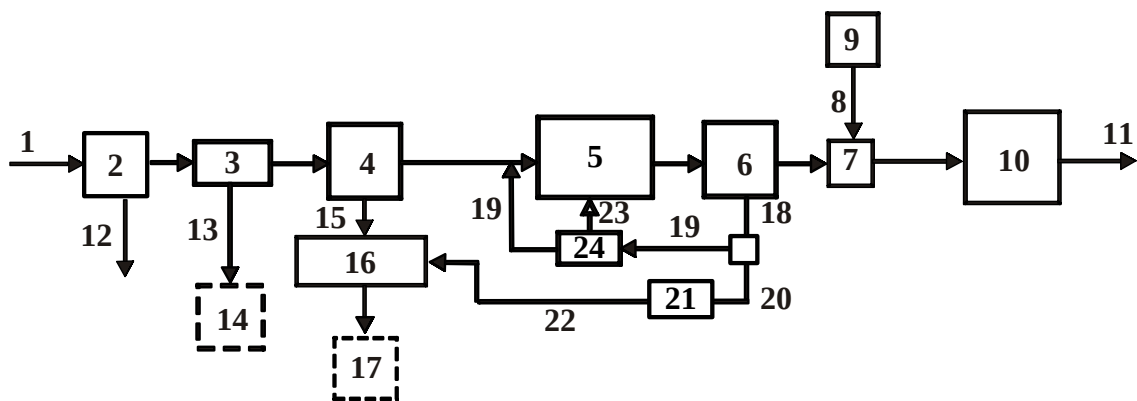
Рисунок 5.3 – Технологічна схема біологічного очищення стічних вод у природних умовах:

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 затримованого 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 – очищувані 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 5.4 – Технологічна схема біологічного очищення стічних вод із застосуванням аеротенків

5.4 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 осадів 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 зброженого 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.

5.5 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 послідуєчі 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 шкребковий 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.

5.6 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 сірчаноокислового натрію.
4. Кислотостійким, тобто витримувати кип'ятіння на протязі 1 год в 5% розчині соляної кислоти.

У процесі експлуатації постійно уточнюють: 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).

5.7 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 каналів;
- скошувати рослинність на валиках і відкосах каналів 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 слабкофільтруючих 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.

5.8 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 наморозування 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 шибері 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 осадкового 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 зброженому 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, сталевих 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 заливного 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 повіряти.

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);
- жиротримуючі, 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 мулу, або того і іншого.

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

Властивості, що характеризують природу осаdів:

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 осаdів), 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 осаdів 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 гази.

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 протитечі 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 інжектується 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 $100-200^{\circ}\text{C}$ 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 окисненні 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 $250-300^{\circ}\text{C}$. При окисненні 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 збройового 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 розділу 5:

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?

Розділ 6. Експлуатація внутрішньобудинкових систем каналізації

6.1 Організація експлуатації внутрішньобудинкових систем каналізації

Завданням технічного обслуговування систем внутрішньої каналізації є [7]:

- контроль за технічним станом і збереженням внутрішніх мереж каналізації, встановлених санітарно-технічних приладів, пристроїв та обладнання;
- проведення оглядів, профілактичного обслуговування, ремонтів, запобігання аваріям та їх ліквідація;
- утримання систем у належному технічному і санітарному стані, ліквідація витоків, засмічень, затоплень підвалів тощо;
- усунення несправностей, які вимагають негайного вжиття заходів, налагодження і регулювання технічного обладнання;
- підготовка систем внутрішнього каналізації до експлуатації в осінньо-зимовий та весняно-літній періоди;
- ведення технічної документації та звітності.

Експлуатаційний персонал зобов'язаний:

- зберігати технічну документацію на внутрішні системи каналізації усіх будівель, що ним обслуговуються, вносити до неї зміни, пов'язані з ремонтами, заміною обладнання тощо;
- вести поточну документацію про стан інженерного обладнання, облік витрат води, виконання оглядів, ремонтів, випробувань, повірок тощо;
- знати за кресленнями і в натурі системи каналізації, які ним обслуговуються, місця встановлення запірно-регулюючої арматури, правила безпечного технічного обслуговування і ремонту, запобігати витокам і аваріям, в найкоротші строки ліквідовувати аварійні ситуації;
- постійно проводити роз'яснювальну роботу серед населення та інших споживачів з питань економного використання води, збереження санітарно-технічних приладів і обладнання;
- вчасно виконувати роботи з технічного обслуговування і ремонту систем, підготовки їх до роботи в осінньо-зимових та весняно-літніх умовах;
- вчасно виконувати заявки мешканців будинків на усунення витоків, засмічень, несправностей санітарно-технічних приладів, засобів обліку та арматури.

Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція систем внутрішньої каналізації, як частини інженерного обладнання будинків, здійснюється згідно з Положенням про систему технічного обслуговування, ремонту і реконструкції жилих будівель в містах і селищах України, затвердженим наказом Держжитлокомунгоспу України від 31.12.91 N 135.

Роботи з технічного обслуговування, ремонту і реконструкції систем внутрішньої каналізації покладаються на спеціальні служби за договорами з власниками будівель.

Власники приватних будинків повинні виконувати ці роботи за власний рахунок.

Технічне обслуговування систем внутрішньої каналізації здійснюється згідно з річними і квартальними планами-графіками виконання робіт, які розробляються *житлово-експлуатаційною організацією*.

Періодичність і обсяги робіт з технічного обслуговування систем визначаються згідно з чинними нормативними документами з урахуванням місцевих умов (часу забудівлі, типу будинків, стану санітарно-технічного обладнання, забезпечення матеріалами та коштами тощо).

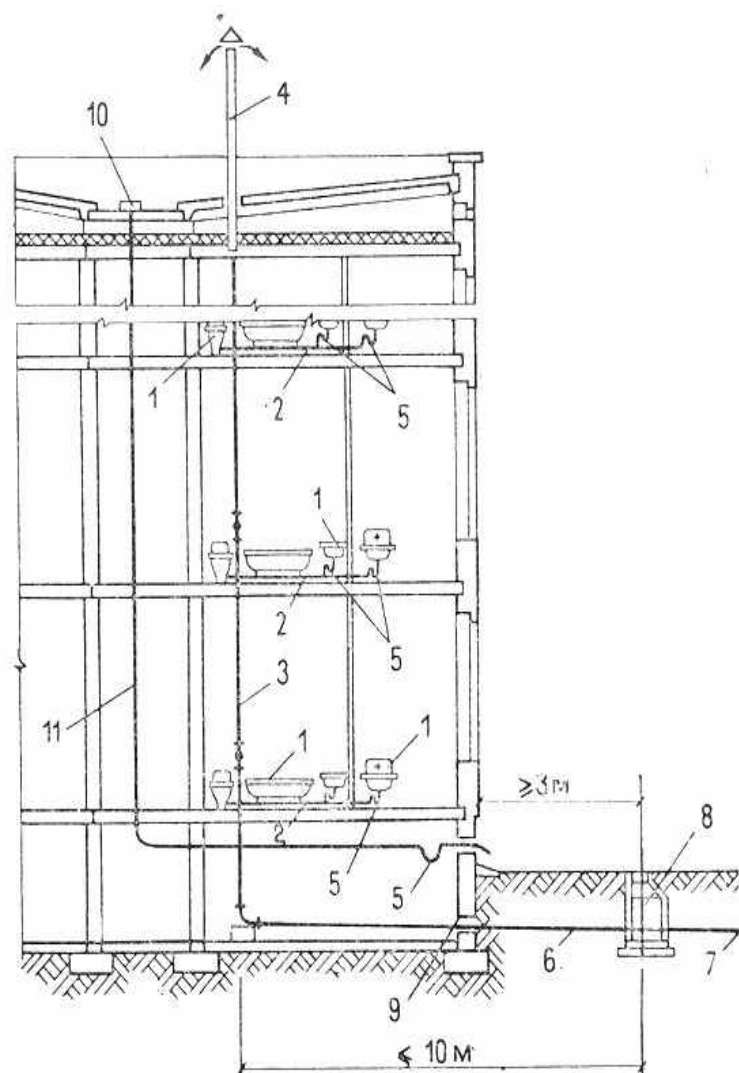
6.2 Склад та устрій внутрішньобудинкових систем каналізації

Систему внутрішньої каналізації будівлі призначено для безперебійного відведення стічних вод від санітарно-технічних приладів і пристроїв у зовнішню каналізаційну мережу. На рис.6.1 наведено схему внутрішньобудинкової каналізації.

Внутрішні каналізаційні устрої в житлових і громадських будівлях складаються з приймачів (санітарних приладів) — унітазів, пісуарів, раковин, умивальників, трапів, ванн і ін., і з мережі — відвідних труб, стояків, випусків і дворової мережі.

Приймачами стічних вод в будівлях служать санітарні вузли. Всі приймачі забезпечуються змиваючими пристроями від водопроводу. Стічні води йдуть в каналізаційну мережу через гідравлічний затвор — сифон, який є U-образною трубою, заповненою водою. Гідравлічний затвор перешкоджає проходженню газів з каналізаційної мережі в приміщення. Сифон звичайно об'єднаний з ревзією — отвором із знімною кришкою для прочищення труб при засміченнях. Всі приймачі під'єднують за допомогою різних фасонних частин (відведень, колін, трійників, хрестовин і т. д.) до стояків. Каналізаційні стояки монтуються з розтрубних труб, які виконують з чавуну, азбестоцементу або пластмас. При стикуванні прямий кінець труби вставляють в розтруб, а стик герметизують. Вище за горище перекриття каналізаційний стояк продовжується як витяжна труба, що виходить вище за покриття і що виключає попадання газів в приміщення. Діаметр витяжної труби призначають більше діаметру стояка. Відведення каналізаційних вод із стояка за межі будівлі (випуск) проектують з чавунних труб. Випуск приєднують до оглядового каналізаційного колодезя.

Санітарні прилади встановлюють в кухнях, туалетних і ванних кімнатах житлових, суспільних і виробничих будівель.



- 1 — приймачі стічних вод, 2 — відвідні труби; 3 — каналізаційний стояк;
 4 — втяжна вентиляційна труба; 5 — гідравлічний затвор;
 6 — випуск; 7 — дворова мережа; 8 — оглядовий каналізаційний колодезь;
 9 — зазор у кладці фундаменту на величину просідання будівлі;
 10 — водостічна воронка; 11 — стояк внутрішнього водостоку.

Рисунок 6.1 – Схема внутрішньобудинкової каналізації.

Мережа внутрішньої господарсько-фекальної каналізації складається з відвідних труб, стояків, випусків і втяжних труб. Крім того, в багатоповерхових будівлях (заввишки більше 14—16 поверхів) застосовують спеціальні вентиляційні трубопроводи для запобігання спорожненню гідравлічних затворів у приймачів. Відвідні каналізаційні трубопроводи усередині будівель прокладаються по стінах, іноді під стелею розташованих нижче приміщень у вигляді підвісних ліній або в міжповерхових перекриттях. Пристрій підвісних ліній не допускається в житлових приміщеннях, в кухнях над плитами і в ін. приміщеннях, де пошкодження трубопроводів може викликати псування продукції і технологічного устаткування. Підвісні лінії в будівлях іноді маскують пристроєм стель, підшивань. При будівництві будівель

з готових будівельних деталей прокладка горизонтальних каналізаційних трубопроводів в міжповерхових перекриттях скрутна і трубопроводи розміщують в борознах або відкрито біля стін.

Стояки каналізації прокладають відкрито біля стін і перегородок або приховано в блоках і монтажних шахтах. Випускні трубопроводи розміщують в землі, під підлогою або під стелею підвальних приміщень. Для контролю за каналізаційною мережею і видалення засорів на трубопроводах облаштовують ревізії і прочищення.

Стічні води з приймачів поступають у відвідні труби, а потім в стояки внутрішньої каналізаційної мережі. Стояки прокладають по стінах усередині опалювальних приміщень або в монтажних шахтах, блоках і санітарно-технічних кабінах. Їх виводять через горищне приміщення вище за дах. Унаслідок обігріву стояків в опалювальних приміщеннях в них створюється тяга повітря, що забезпечує вентиляцію внутрішньої і зовнішньої каналізаційної мережі. Верхню частину стояка називають витяжною трубою, на кінці її встановлюють дефлектор (флюгарку).

Стічні води поступають по стояку через випуск в дворову або внутрішньоквартальну каналізаційну мережу. В місці приєднання кожного випуску до дворової або внутрішньоквартальної каналізаційної мережі влаштовують оглядовий колодязь, який призначається для спостереження за роботою внутрішньої мережі і для її прочищення при засміченні.

У виробничих приміщеннях приймачами стічних вод служать воронки, трапи, відкриті і закриті лотки, що розташовуються біля виробничих апаратів і машин. Внутрішньоцехову каналізаційну мережу у виробничих приміщеннях влаштовують аналогічно внутрішній будинковій мережі з чавунних або пластмасових труб у вигляді стояків, відвідних труб і випусків.

Межею внутрішньої системи каналізації є обріз труби випуску в першому від будівлі каналізаційному колодязі.

6.3 Експлуатація внутрішньобудинкових систем каналізації

Основні причини порушень в роботі внутрішньобудинкової каналізації:

- засмічення труб;
- порушення роботи гідравлічних затворів (сифонів) — при великих швидкостях стічної води в стояку відбувається “зривання” водяного затвору;
- порушення стикових з’єднань;
- пошкодження труб та ухилів;
- пошкодження роботи вентиляції

Строки усунення несправностей у системах внутрішньої каналізації встановлені такі:

- аварійні витoki на підлогу з причини засмічення стояків або випусків - негайно;
- засмічення каналізації, несправності фекальних і дренажних насосів - одна доба;
- розгерметизація стиків, що призводить до витоків і появи неприємних запахів, - до 3 діб;
- засмічення вентиляційних стояків - до 3 діб після повідомлення або виявлення під час огляду.

У процесі технічного обслуговування систем внутрішньої каналізації необхідно виконувати огляд і профілактичне обслуговування *один раз на квартал*. При цьому виконують такі роботи:

- прочищення сифонів та внутрішньої каналізаційної мережі з перевіркою їх дії;
- укріплення санітарно-технічних приладів;
- усунення витоків стічних вод через нещільності з'єднань;
- усунення витоків із змивного бачка та його регулювання.

У разі необхідності проводять також заміну пошкоджених фасонних частин, ділянок трубопроводів, сифонів, огляд, ремонт і герметизацію випусків, укріплення і прочищення вентиляційної частини стояків та каналізаційних випусків.

Ознакою, що вказує на засмічення труб, є збільшення часу спорожнення ванни, мийки, умивальника, унітазу. Нормальний час спорожнення ванни ємністю 15-170 л складає 150-170 с; мийки, умивальника – 10-12 с. Збільшення часу спорожнення вказує на необхідність прочищення та промивання.

Прочищення труб каналізаційних систем проводять із застосуванням гнучких металевих тросів з спеціальними оголовками. Прочищення труб, що виконані із пластмаси проводять склопластиковими прутками діаметром 15-20 мм а також жорсткими гумовими жгутами або шлангами. Застосування металевих тросів та дротів не рекомендується для запобігання пошкодження тонкостінних труб та фасонних частин.

При “зриванні” гідравлічного затвору санітарного приладу, що встановлений на одному з проміжних поверхів в будівлі, необхідно прочистити ділянку труби над точкою під'єднання до стояка горизонтального відвідної лінії від цього приладу.

При кімнатній температурі (18-20°C) і відносній вологості повітря 60 % вода, що заповнює гідравлічний затвор, випаровується із швидкістю 1 мм в добу. Оскільки в процесі експлуатації системи каналізації гідравлічні затвори заповнені лише на 25-30 мм, місячна перерва у використанні санітарно-технічного приладу приводить до повного висихання води в його гідрозасуві. Це особливо актуально для таких будівель, як учбові заклади, спортивні

споруди, театри і т.п., де велика кількість санітарно-технічних приладів не експлуатується протягом двох-трьох місяців (канікули, закриття сезону і т.д.). У разі перерви в експлуатації санітарних приладів, що перевищує 25 діб, щоб уникнути випаровування води, що заповнює гідравлічні затвори, і проникнення в приміщення квартир каналізаційних запахів, слідє один раз за цей період часу наповнювати сифони водою.

6.4 Особливості експлуатації пластмасових труб внутрішньобудинкової каналізації

До специфіки пластмасових трубопроводів слід віднести значний коефіцієнт їх лінійного подовження, наслідком чого є необхідність компенсації цих подовжень і правильне розташування рухомих і нерухомих кріплень, опор, підвісок. Це особливо важливо на горизонтальних ділянках каналізаційної мережі, де не допускаються прогини трубопроводу.

На відміну від труб з інших матеріалів пластмасові труби забороняється гріти відкритим вогнем, наприклад, для прискорення танення крижаної пробки допускається відігрівати трубу гарячим повітрям або пропускати по ній гарячу воду з температурою не більше 60°C для поліетилену і полівінілхлориду і не більше 80°C - для поліпропілену.

Трубопроводи з ПВТ, ПНТ і ПВХ призначені для транспортування постійних стоків з максимальною температурою 60°C і короточасних стоків (тривалістю не більше 1 хв) з температурою до 95°C; трубопроводи з ПП можуть використовуватися для відведення постійних стоків з температурою не вище за 80°C. Температура короточасних стоків, що регламентується для поліпропиленових трубопроводів, так само, як для труб з ПВТ, ПНТ і ПВХ, не повинна перевищувати 95°C.

Поліетилен і поліпропілен є горючими матеріалами, здатними горіти як в зоні полум'я, так і поза нею. Полівінілхлорид відноситься до групи важкогорючих матеріалів, поза полум'ям він гасне.

У зв'язку із здібністю пластмасових труб і фасонних частин до спалаху не допускається зберігання в безпосередній близькості від них тари з легкозаймистими речовинами (бензином, ацетоном і т.п.). У монтажній шахті санітарно-технічних кабін і усередині огорожі шахт-пакетів не можна встановлювати господарські полиці, зберігати речовини, що згорають, і побутові прилади.

Забороняється виконувати ремонтні роботи каналізаційних трубопроводів з полімерних матеріалів з використанням зварки і нагріву відкритим полум'ям.

Пластмасові труби і фасонні частини слід оберігати від сколів, надрізів, подряпин, проколів і зминання. Не дозволяється стукати по ним, а також

додатково навантажувати трубопроводи, розташовуючи на них сторонні предмети, приставляючи драбини.

В процесі експлуатації не допускається ослаблювати металеві кріплення, що фіксують положення трубопроводів.

Очищення поверхні пластмасових труб, фасонних частин, сифонів, випусків і переливів слід проводити, використовуючи миючі засоби, не маючих в своєму складі крупних абразивних складових, і м'які ганчірки. Не дозволяється застосування для цієї мети металевих щіток.

При ремонті каналізаційних трубопроводів з ПВТ, ПНТ, ПВХ і ПП із заміною окремих труб, патрубків або фасонних частин повинна бути забезпечена установка нових елементів необхідного типорозміру, виготовлених з відповідного полімерного матеріалу. Не допускається застосування чавунних труб і фасонних частин замість демонтованих виробів з пластмас.

Монтаж нових деталей трубопроводів проводиться за допомогою розтрубних з'єднань з гумовими ущільнювачами. При цьому для трубних виробів з ПП застосовуються кільця типа манжета, з пластмасовим вкладишем розпору, а для виробів з ПВТ, ПНТ і ПВХ - кільця круглого поперечного перетину.

В окремих випадках при збірці розтрубних з'єднань труб і фасонних частин діаметром 110 мм може відбутися часткове виштовхування кілець круглого поперечного перетину в розтрубну щілину між двома деталями, що сполучаються, що приведе до порушення герметичності при експлуатації трубопроводу. Перевірка шляхом проворота однієї трубної деталі щодо іншої, що виконується відразу ж після монтажу з'єднання, дозволяє своєчасно контролювати якість зборки стику. У разі виштовхування ущільнювача з жолобка розтруба, проворот деталей практично неможливий. Таке з'єднання слід розібрати і змонтувати знов.

Контрольні запитання до розділу 6:

1. Який нормативний документ регламентує експлуатацію внутрішньої каналізації?
2. З яких елементів складається мережа внутрішньої каналізації?
3. Наведіть перелік основних порушень в роботі внутрішньої каналізації
4. Які терміни усунення несправностей в системах внутрішньої каналізації?
5. В чому полягає специфіка монтажу та експлуатації пластмасових трубопроводів внутрішньої каналізації?

Практичні заняття і самостійна робота студентів

Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи студентів направлені на поглиблення теоретичних знань, одержаних на лекціях та придбання практичних навичок вирішення питань при організації експлуатації та виконанні конкретних експлуатаційних робіт на спорудах і мережах систем водовідведення.

Завдання та задачі охоплюють 2 частину курсу “Експлуатація водопровідно-каналізаційного господарства” – “Експлуатація систем водовідведення”. Окремі завдання направлені на те, щоб студент навчився розв’язувати певні проблеми, що виникають в реальній практиці.

Практичні завдання представлено у вигляді комплексу теоретичних питань та практичних задач з експлуатації мереж і споруд каналізації, що базуються на матеріалах курсового проекту з дисципліни “Технологія очищення стічних вод”.

Учбовим планом передбачено 16 академічних годин практичних занять на весь курс “Експлуатація водопровідно–каналізаційного господарства”. В посібник включено завдання і задачі стосовно експлуатації систем водовідведення, розраховані на 8 академічних годин.

При рейтинго-модульному контролі по завершенні кожного модуля студент представляє викладачеві оформлені результати його роботи.

1 Загальні вимоги до виконання практичних завдань

1.1. Відповідь на теоретичне питання повинна бути представлена у письмовому вигляді з наданням схем, описів, режимів та ін.

1.2. При вирішенні завдання з експлуатації мереж каналізації і споруд на них повинно бути надане:

- обґрунтування необхідних (обраних) експлуатаційних заходів;
- креслення ділянки мережі та споруди;
- схема та порядок проведення експлуатаційних робіт.

1.3. При вирішенні завдання з експлуатації очисних споруд та споруд обробки осаду:

- надати креслення (ескіз, схему) споруди;
- принцип дії та основні технологічні параметри роботи споруди;
- перелік експлуатаційних робіт відповідно до завдання.

2 Завдання

Варіант 1.

1. Газова корозія у водовідвідній мережі. Засоби боротьби з газовою корозією.
2. Технічна експлуатація повітродувних машин. Зменшився об'єм повітря що подається в аеротенк. Встановити причини. Наведіть порядок дій для відновлення продуктивності.
3. Відбувається спухання активного мулу в аеротенку. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання спухання активного мулу.

Варіант 2.

1. Організація експлуатації каналізаційної мережі. Технічна документація. Правила користування мережами водовідведення.
2. Провести технічний огляд ділянки каналізаційної мережі. $L=200\text{м}$; $D=600\text{мм}$; 1 колодязь, матеріал - залізобетон
3. Відбувається винос піску з пісковловлювача. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання виносу піску.

Варіант 3.

1. Особливості експлуатації тунельних колекторів і дюкерів.
2. Провести технічний огляд ділянки каналізаційної мережі. $L=100\text{м}$; $D=600\text{мм}$; 1 колодязь, матеріал – залізобетон.
3. Відбувається відмирання активного мулу в аеротенках. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання відмирання активного мулу.

Варіант 4.

1. Спостереження за каналізаційною мережею. Зовнішній огляд каналізаційної мережі.
2. Провести профілактичне прочищення ділянки каналізаційної мережі гідравлічним методом. $L=100\text{м}$; $D=600\text{мм}$; 3 колодязі.
3. При випуску осаду із первинного відстійника над його випускним пристроєм утворилась воронка. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання утворення воронки.

Варіант 5.

1. Експлуатація насосних станцій. Обов'язки персоналу. Технічна документація.
2. При технічному огляді мережі виявлено накопичення щільного осаду. Провести очищення ділянки мережі гідродинамічним методом. $L=100\text{м}$; $D=300\text{мм}$; 3 колодязі
3. Спостерігається замулювання поверхні високо навантаженого біофільтру. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання замулювання.

Варіант 6.

1. Експлуатація аеротенків та аераційного обладнання.
2. Наведіть перелік заходів та порядок проведення робіт санації трубопроводу нанесенням цементно-піщаного розчину.
3. Спостерігається інтенсивне спливання пухирців газу на поверхні води первинного відстійника. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання газоутворення.

Варіант 7.

1. Технічна експлуатація вторинних відстійників після аеротенків та біофільтрів.
2. Наведіть перелік заходів та порядок дій при санації трубопроводу методом “панчохи”. L=100м; D=300мм; 3 відгалуження.
3. Спостерігається осідання активного мулу в аеротенку та його загнивання. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання вказаного явища.

Варіант 8.

1. Технічна експлуатація ґрат і дробарок.
2. Наведіть перелік заходів та порядок дій при санації трубопроводу методом U – образної труби. L=200м; D=500мм; 4 відгалуження.
3. Зменшується подача циркуляційного активного мулу в аеротенк. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання вказаного явища.

Варіант 9.

1. Технічна експлуатація полів фільтрації.
2. Провести технічний огляд колектору. L=200м; D=2000мм.
3. Відбувається винос піску з пісковловлювача. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання вказаного явища.

Варіант 10.

1. Чинники, що впливають на надійність каналізаційних мереж.
2. Провести санацію трубопроводу методом комбінованого рукава з руйнуванням трубопроводу. L=200м; D=300мм; 4 відгалуження.
3. Спостерігається інтенсивне спливання пухирців газу на поверхні води первинного відстійника. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання газоутворення.

Варіант 11.

1. Дефекти каналізаційних трубопроводів. Причини виникнення.
2. Провести технічний огляд ділянки напірного трубопроводу з перепадним колодязем. L=200м; D=300мм; матеріал – сталь.
3. Зменшується подача стічної води насосом. Встановити причини. Наведіть порядок дій по відновленню продуктивності.

Варіант 12.

1. Організація служби експлуатації каналізаційної мережі на підприємствах ВКГ.
2. Провести зовнішній огляд ділянки каналізаційної мережі. L=500м; D=300мм; поворотний колодязь – 1, оглядових колодязів – 3.
3. Спостерігається осідання активного мулу в аеротенку та його загнивання. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання вказаного явища.

Варіант 13.

1. Чинники, що впливають на експлуатаційну надійність каналізаційної мережі.
2. Наведіть перелік заходів та порядок проведення робіт санації трубопроводу нанесенням цементно-піщаного розчину.
3. Спостерігається зменшення подачі повітря в аеротенк. Встановити причини. Навести порядок дій для припинення та запобігання.

Варіант 14.

1. Організація експлуатації на очисних спорудах стічних вод та обробки осаду.
2. Провести технічний огляд ділянки каналізаційного колектору. L=200м; D=1400мм;
3. Спостерігається зменшення виходу осаду з вакуум-фільтру. Встановити причини. Навести порядок дій для припинення та запобігання

Варіант 15.

1. Організація служби експлуатації каналізаційної мережі на підприємствах ВКГ.
2. Провести ремонт внутрішньої каналізації із заміною чавунних труб на пластикові.
3. Спостерігається замулювання поверхні високо навантаженого біофільтру. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання замулювання.

Варіант 16.

1. Газова корозія у водовідвідній мережі. Засоби боротьби з газовою корозією.
2. Провести зовнішній огляд каналізаційної мережі. L=500м; D=300мм; поворотний колодязь – 2, оглядових колодязів – 4.
3. Відбувся залповий скид токсичних стічних вод. Спостерігається загибель активного мулу. Навести порядок дій по відновленню роботи споруд біологічного очищення води з аеротенками.

Варіант 17.

1. Чинники, що впливають на експлуатаційну надійність каналізаційної мережі.
2. Наведіть перелік заходів та порядок проведення робіт санації трубопроводу нанесенням цементно-піщаного розчину.
3. Відбувається винос піску з пісковловлювача. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання вказаного явища.

Варіант 18.

1. Дефекти каналізаційних трубопроводів. Причини виникнення.
2. Провести санацію трубопроводу методом комбінованого рукава з руйнуванням трубопроводу. $L=100\text{м}$; $D=300\text{мм}$; 3 відгалуження.
3. Спостерігається зменшення виходу осаду з вакуум-фільтру. Встановити причини. Навести порядок дій для припинення та запобігання.

Варіант 19.

1. Експлуатація споруд біологічного очищення стічної води в природних умовах.
2. Провести зовнішній огляд каналізаційної мережі. $L=500\text{м}$; $D=300\text{мм}$; поворотний колодязь – 2, оглядових колодязів – 4.
3. Спостерігається осідання активного мулу в аеротенку та його загнивання. Встановити причини. Наведіть порядок дій для припинення та запобігання вказаного явища.

Варіант 20.

1. Чинники, що впливають на експлуатаційну надійність каналізаційної мережі.
2. Провести технічний огляд колектору. $L=300\text{м}$; $D=2500\text{мм}$.
3. Спостерігається зменшення подачі повітря в аеротенк. Встановити причини. Навести порядок дій для припинення та запобігання.

Питання до поточного контролю знань студентів

Поточний контроль знань студентів проводиться у формі тестування, яке здійснюється по закінченню вивчення навчального матеріалу кожного з передбачених програмою змістовних модулів.

Модуль 1

1. Правильно побудована водопровідна система повинна забезпечувати:
 - Безперебійне постачання водою споживачів в необхідній кількості
 - Своєчасне надання обліку про господарську діяльність підприємства ВКГ
 - Гідравлічний напір у встановлених межах
 - Фізико-хімічний та бактеріологічний склад води в межах встановлених норм
 - 100% сплату за споживану воду
2. Правильно побудована система водовідведення повинна забезпечувати:
 - Безперебійне водовідведення споживачів в необхідній кількості
 - Очищення стічної води до встановленого рівня
 - Постійний податковий звіт за надані послуги каналізації
 - Вилучення із стічних вод осаду та його утилізацію
 - 100% сплату за надані послуги каналізації
3. Основними задачами служби експлуатації є:
 - Забезпечення надійної роботи споруд та мереж
 - Усунення аварій та ушкоджень
 - Своєчасне та якісне проведення поточних та капітальних ремонтів
 - Пошук нових, перспективних джерел водопостачання
 - Боротьба з витоками та нераціональним використанням води
4. Основними завданнями служби експлуатації системи каналізації є:
 - Забезпечення надійної роботи споруд та мереж
 - Усунення в найкоротший термін аварій та ушкоджень
 - Розробка нормативних документів щодо зниження вимог до ступеню очистки стічної води
 - Своєчасне та якісне проведення поточних та капітальних ремонтів
 - Пошук нових місць накопичення осаду
5. Нормативно-технічна документація з питань експлуатації це:
 - Правила технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення
 - Правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України
 - Положення про проведення планово-попереджувального ремонту на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства

- Інструкція по проведенню перевірок на підприємствах ВКГ
 - Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України
6. Організаційна структура підприємства ВКГ визначається:
- Продуктивністю підприємства
 - Підпорядкованістю
 - Кількістю штатних робітників
 - Технологічною схемою водопроводу та каналізації
 - Кількістю акціонерів
7. Для вирішення технічних та організаційних задач експлуатації на підприємствах ВКГ створюють:
- Технічну службу
 - Аудиторську службу
 - Підрозділи основного та допоміжного виробництва
 - Відділ по роботі із споживачами
 - Відділ моніторингу довкілля
8. Поточна експлуатація це:
- Підготовка та виконання планово-запобіжних ремонтів
 - Підтримання в працездатному стані споруд і мереж шляхом технічного огляду та обслуговування
 - Реконструкція споруд
 - Нагляд за роботою мережі
 - Поточний та аварійний ремонт
9. Система планово-попереджувальних ремонтів (ППР) передбачає:
- Проведення ремонтних робіт по заздалегідь розробленому плану
 - Визначення виду, характеру та складу ремонтних робіт
 - Організацію профілактичного медико-санітарного обслуговування ремонтного персоналу
 - Забезпечення ремонтних робіт матеріалами та запасними частинами
 - Розробку проектної та кошторисної документації
- 10.Періодичні огляди споруд , мереж, обладнання поділяють на:
- Загальні
 - Часткові
 - Генеральні
 - Позачергові
 - Тимчасові
- 11.До переліку поточного ремонту включають:
- Профілактичні роботи, що заплановані раніше
 - Непередбачені роботи
 - Аварійний ремонт

- Розробку проектної та кошторисної документації на проведення ремонтних робіт
- Реконструкцію споруд

12. Капітальний ремонт споруд та мереж передбачає:

- Заміну та відновлення зношених конструкцій
- Розробку річних планів та графіків
- Проведення спеціальних оглядів споруд
- Виділення спеціальних коштів
- Повідомлення засобів масової інформації

13. Для оперативного управління системами водопостачання та водовідведення на підприємствах ВКГ організують:

- Підрозділи зі збуту води
- Диспетчерську службу
- Службу оперативного реагування та порятунку
- Службу охорони праці
- Службу головного механіка

14. Об'єктами оперативного диспетчерського управління є:

- Очисні споруди питної води
- Очисні споруди стічної води
- Ремонтні цехи механічного та енергетичного обладнання
- Мережі водопроводу та каналізації
- Бригади аварійно-відновлювальних робіт

15. Структура диспетчерської служби визначається:

- Продуктивністю систем водопостачання та каналізації
- Технологічними схемами очисних споруд
- Кількістю оперативно-диспетчерського персоналу
- Протяжністю мереж водопроводу та каналізації
- Пропускною здатністю мереж водопроводу

16. Схема диспетчерського управління:

- Одноступенева з одним диспетчерським пунктом (ДП)
- Двохступенева з ЦДП, МДП, РДП
- З безпосереднім управлінням директором
- З безпосереднім управлінням головним інженером
- Комбінована з ЦДП, МДПМ, НС

17. Телеуправління це:

- Управління об'єктами за допомогою телефонного зв'язку
- Управління об'єктами диспетчером на відстані

- Управління об'єктами за допомогою телевізійної техніки та відео спостереження
- Управління об'єктами в автоматичному режимі без участі диспетчера

18. Основні обов'язки диспетчера:

- Адміністративне керівництво роботою служб технічної експлуатації
- Оперативне управління технологічними режимами споруд і мереж
- Аналіз дій керівництва по організації роботи служб ВКГ
- Управління роботою по локалізації та ліквідації аварій
- Аналіз причин аварій та розробка рекомендацій по режимам роботи споруд і мереж

19. Автоматизовані системи диспетчерського управління передбачають:

- Повну автоматизацію управлінських функцій
- Участь людини-диспетчера в процесах управління
- Використання ЕОМ для виконання інформаційних та допоміжних функцій
- Телевимірювання на об'єктах управління та передачу даних в диспетчерський пункт
- Автоматичне планування режимів

20. Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) передбачають:

- Управління технологічними процесами без участі людини – диспетчера
- Оперативний контроль об'єкту управління
- Облік та реєстрацію параметрів технологічних процесів
- Виконання функцій “радника” диспетчера
- Розрахунок оптимальних режимів

21. Місцеві диспетчерські пункти мережі (МДПМ) організовують при протяжності мереж:

- 150 – 200 км
- 50 – 100 км
- 350 – 400 км
- 500 – 600 км
- 800 – 1000 км

22. Посадові особи на очисних спорудах стічних вод:

- Головний інженер
- Технолог
- Оператор очисних споруд

- Завідувач лабораторії
- Машиніст насосних та повітродувних машин

Модуль 2

1. Зона санітарної охорони джерела водопостачання складається:
 - З двох поясів
 - З трьох поясів
 - З чотирьох поясів
 - З одного поясу обмеження господарської діяльності
 - З одного поясу суворого режиму
2. По відношенню до берега водозабірні споруди можуть бути:
 - Берегового типу
 - Руслового типу
 - Затопленого типу
 - Комбіновані
 - Напівзатопленого типу
3. Промивку самопливних ліній руслового водозабору проводять:
 - Зворотним током води
 - Прямим током води
 - Під тиском води з НС2 підйому
 - Гідроімпульсним методом
 - Відкачуванням води з наступною механічною промивкою
4. Боротьбу з біообростаннями ВЗС проводять:
 - Хлоруванням води перед водоприймальними отворами
 - Обробкою теплою водою
 - Купоросуванням
 - Пропусканням електричного струму
 - Покриттям поверхонь спеціальними фарбами
5. Дебіт свердловин і колодязів може зменшуватися за наступних причин:
 - При замулюванні дна колодязя дрібним піском
 - При кольматації свердловини
 - При забрудненні фільтру
 - При пониженні температури в павільйоні
 - При опливанні порід
6. Для відновлення роботи свердловини застосовують:
 - Обробку металевими щітками
 - Піротехнічні методи
 - Обробку соляною кислотою
 - Обробку висококонцентрованими розчинами луги
 - Електрогідроудари

7. При зовнішньому огляді водопровідної мережі перевіряють:
- Стан координатних табличок
 - Зовнішній стан колодязів, наявність та щільність прилягання кришок, цілісність люків, кришок
 - Робото спроможність пожежних гідрантів
 - Наявність просідання ґрунту по трасі або поблизу колодязя
 - Робото спроможність вуличних водорозбірних колонок
8. Очищення водопровідних труб проводять:
- Механічним методом
 - Хімічним методом
 - Піротехнічним методом
 - Гідропневматичним методом
 - Електроімпульсним методом
9. Технічний огляд мережі проводять з періодичністю:
- Один раз на місяць
 - Один раз на квартал
 - Два рази на рік
 - Два рази на квартал
 - Три рази на рік
10. Задачі персоналу при експлуатації насосних станцій:
- Облік роботи насосних агрегатів
 - Реконструкція насосних станцій
 - Керування режимами роботи
 - Проведення оглядів
 - Планування добових завдань
11. Документація, що знаходиться на водопровідній насосній станції:
- Генеральний план майданчика
 - Журнал обліку роботи обладнання
 - Журнал обліку роботи аварійних бригад
 - Паспорти насосного, електротехнічного та допоміжного обладнання
 - Технічна інструкція по обслуговуванню і ремонту устаткування
12. Можливі варіанти запуску насосного агрегату:
- При закритій засувці на напірному патрубку
 - При відкритій засувці на напірному патрубку
 - При закритій засувці на всмоктуючому патрубку
 - При відкритій засувці на всмоктуючому патрубку
 - Без вакуум-насоса
13. Експлуатація насосного агрегату забороняється при:
- Ненормованій вібрації валу

- Появі чутного металевого звуку, що відрізняється від кавітаційного шуму
- Температурі повітря в приміщенні насосної станції більше 35°C
- Температурі підшипників більшу за допустиму
- Вмісті піску у воді більше 0,01%

14. Основні методи регулювання насосних агрегатів:

- Дроселювання засувки
- Рециркуляцією рідини
- Реконструкція насосної станції
- Зміна числа обертів робочого колеса
- Підбір насосних агрегатів

15. Способи скорочення втрат електроенергії на насосних станціях:

- Використання різнотипних насосів
- Дроселювання засувки
- Обточування робочих коліс
- Зміна частоти обертання насосів
- Рециркуляція рідини

16. На станції очищення води повинна вестися наступна звітна документація:

- Загальний журнал роботи очисної станції із щодобовим обліком кількості обробленої води
- Журнал обліку води, витраченої на власні потреби
- Журнал обліку роботи аварійних бригад
- Журнал витрати реагентів та їх доз
- Журнал обліку аналізів та їх результатів

17. Лабораторно-виробничий контроль включає:

- Контроль фізичних показників якості води
- Контроль бактеріологічних показників якості води
- Контроль рівня зваженого осаду
- Контроль швидкості фільтрування
- Характер відкладення осаду

18. Технологічний контроль включає:

- Контроль органолептичних показників якості води
- Контроль концентрації розчинів у реагентних баках
- Контроль залишкового хлору в профільтованій воді
- Контроль точності дозування розчинів
- Контроль витрат води на промивку

19. При обробці води реагентами передбачають:

- Сухе дозування
- Вологе дозування
- Мокре дозування

- Контактне дозування
- Комбіноване дозування

20. Типи змішувачів:

- Коридорного типу
- Дірчасті
- Бар'єрного типу
- Перегородчасті
- Вихрового типу

21. Швидкість руху води в камерах пластівцеутворення підтримують:

- На початку камер 0,2 – 0,3 м/с
- На початку камер 1 – 2 м/с
- В кінці камер 0,05 – 0,1 м/с
- В кінці камер 0,6 – 0,8 м/с
- В середині камер 0,5 – 1 м/с

22. У водопідготовці використовують відстійники:

- Горизонтальні
- Вертикальні
- Тонкошарові
- Тонколистові
- Радіальні

23. За швидкістю фільтрування фільтри із зернистим завантаженням поділяють на:

- Повільні (0,1 – 0,3 м/год)
- Середньої швидкості (5 – 8 м/год)
- Швидкі (6 – 12 м/год)
- Над швидкі (36 – 100 м/год)
- Супершвидкі (150 – 200 м/год)

24. Режим роботи швидких фільтрів:

- Нормальне фільтрування
- Промивання
- Форсоване фільтрування
- Реагентний
- Регенерація

25. Знезараження води проводять:

- Хлоруванням
- Озонуванням
- Повторною фільтрацією
- Бактерицидним опромінюванням
- Хлоруванням з амонізацією

Модуль 3

1. Параметри, які враховуються при роботі каналізаційних насосних агрегатів:
 - Навантаження на фундамент
 - Сила струму
 - Витрати води у вихідному колекторі
 - Витрати повітря
 - Рівень води в приймальному резервуарі
2. Можливі варіанти запуску насосного агрегату:
 - При закритій засувці на напірному патрубку
 - При відкритій засувці на напірному патрубку
 - При закритій засувці на всмоктуючому патрубку
 - При відкритій засувці на всмоктуючому патрубку
 - Без вакуум-насоса
3. На експлуатаційну надійність каналізаційної мережі впливають чинники:
 - Проектні
 - Технологічні
 - Організаційні
 - Будівельно-монтажні
 - Експлуатаційні
4. Із збільшенням діаметрів труб кількість засмічень:
 - Збільшується
 - Збільшується по сезонам року
 - Зменшується по сезонам року
 - Зменшується
 - Не залежить
5. Причини виникнення аварій на каналізаційній мережі:
 - Корозія склепіння трубопроводів
 - Витирання лотка
 - Руйнування труб і колодязів
 - Неконтрольована присутність талих та дощових вод
 - Руйнування стикових з'єднань
6. Корозія бетонних трубопроводів обумовлена присутністю у стічній воді:
 - Метану
 - Оксидів вуглецю
 - Сірководню
 - Аміаку
 - Азоту
7. Види обслуговування каналізаційної мережі:
 - Зовнішній огляд

- Внутрішній (технічний) огляд
 - Дезінфекція
 - Профілактичне обслуговування
 - Гідравлічні випробування
8. При зовнішньому огляді мережі виконують наступні операції:
- Очищають люк від землі, снігу, криги
 - Визначають пошкодження горловин, стінок і лотка, які видно з поверхні
 - Заміряють глибину підпору (при наявності)
 - При наявності інфільтрації ремонтують стінки колодязя
 - Перевіряють стан ходових скоб, драбин
9. При технічному огляді мережі виконують наступні операції:
- Виявляють дефекти фізичного стану
 - Встановлюють гідравлічний режим роботи
 - Проводять заміну засувки
 - Обстежують з середини всі колодязі і прохідні канали
 - Перевіряють дію обладнання
10. Причини утворення відкладень в каналізаційних трубах:
- Попадання талих та дощових вод
 - Життєдіяльність бактерій
 - Підвищена жорсткість води
 - Утримання грубодисперсних домішок у стічній воді
 - Корозія бетону
11. Способи очистки каналізаційних мереж від відкладень:
- Промивка стічними водами
 - Механічний
 - Гідродинамічний
 - Гідропневматичний
 - Циліндрами або кулями
12. Санацію трубопроводів проводять з метою:
- Відновлення герметичності
 - Відновлення несучої спроможності
 - Відновлення зовнішнього вигляду колодязів і труб
 - Захисту навколишнього середовища від виливання стічних вод
13. Технології санації каналізаційних трубопроводів:
- З руйнуванням старого трубопроводу
 - Метод “панчохи”
 - Нанесення цементно-піщаного покриття на внутрішню поверхню труби
 - Метод “парасольки”

- Промивання гарячою водою і дезінфекція
14. В процесі лабораторно-виробничого контролю вимірюють:
- Фізико-хімічні показники стічних вод
 - Бактеріологічні показники стічних вод
 - Склад осадів
 - Наявність запасу та якості реагентів
 - Перевіряють справність контрольно-вимірювальних приладів
15. Можливі схеми лабораторно-виробничого контролю:
- Спрощений
 - Повний санітарний аналіз стічних вод
 - Скорочений аналіз стічних вод
 - Повний технологічний контроль
 - Водогосподарський баланс
16. Параметри нормальної роботи пісковловлювачів:
- Вловлюються мінеральні домішки з фракціями розміром понад 0,25мм на 85-90%
 - Вловлюються мінеральні домішки з фракціями розміром понад 0,25мм на 50 - 60%
 - Швидкість руху води в горизонтальних 0,15 – 0,3м/с
 - Швидкість руху води в керованих 0,08 – 0,12м/с
 - Нормативне навантаження на вертикальних $200=220\text{м}^3/\text{м}^2$
17. Можливі причини порушення роботи біофільтрів:
- Заболочування поверхні завантаження
 - Винос біоплівки
 - Набухання активного мулу
 - Обледеніння входних вікон
 - Підвищення температури стічних вод
18. Причини спухання активного мулу в аеротенках:
- Перевантаження аеротенку за кількістю забруднень
 - Велика кількість вуглеводів у стічних водах
 - Заболочування поверхні завантаження
 - Недостатня кількість повітря
 - Незначна величина рН
19. Спухання активного мулу припиняють:
- Підвищенням рН стічної рідини
 - Збільшенням подачі повітря
 - Пониженням температури стічної рідини
 - Введенням добавок біогенних елементів
 - Збільшенням відкачування зворотного мулу і скидання його надлишків

20.Способи доочищення стічних вод:

- В біологічних ставках
- Ґрунтовою фільтрацією
- У фільтрах із зернистим завантаженням
- Окислення озоном
- Мікрофільтрація

21.Завданнями експлуатації внутрішньо будинкової каналізації є:

- контроль за технічним станом і збереженням внутрішніх мереж каналізації, встановлених санітарно-технічних приладів, пристроїв та обладнання
- проведення оглядів, профілактичного обслуговування, ремонтів, запобігання аваріям та їх ліквідація
- проведення очищення внутрішньо квартальної каналізації
- утримання систем у належному технічному і санітарному стані, ліквідація витоків, засмічень, затоплень підвалів тощо

22.Основні причини порушень в роботі внутрішньобудинкової каналізації

- засмічення труб
- порушення водопровідної арматури
- порушення стикових з'єднань
- пошкодження труб та ухилів
- пошкодження роботи вентиляції

23. Прочищення труб внутрішньої каналізації проводять:

- промиванням стічною рідиною
- металевими гнучкими тросами
- гідродинамічним методом
- із застосуванням куль і циліндрів
- гідропневматичним методом

24. Ремонт каналізаційних труб з полімерних матеріалів виконують з використанням:

- нагріву відкритим полум'ям
- зварювання відкритим полум'ям
- спеціального зварювального обладнання з електронагріванням
- цементно-піщаної суміші
- сталевих муфт і хомутів

Перелік використаної літератури

1. Яковлев С.В., Карелин Я.А и др. Канализация, М. Стройиздат, 1975, 632с.
2. Дмитриев В.Д. и др. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации газоснабжения. Справочник. Л., Стройиздат, 1988. 383 с.
3. Орлов В.А., Харькин В.А. Стратегия и методы восстановления подземных трубопроводов. М. Стройиздат, 2001, 95 с.
4. Душкин С.С., Ярошенко Ю.В. и др. Эксплуатация канализационных сетей. Учебное пособие. Харьков, ХНАГХ, 2004, 190 с.
5. Абрамович И.А. Новая стратегия проектирования и реконструкции систем транспортирования сточных вод. Харьков, Основа, 1996., 316 с.
6. Рекомендации по гидродинамической прочистке и телевизионной диагностике сетей водоотведения СПб.; НИИ АКХ им. К.Д. Памфилова, 2001.
7. Жмаков Г.Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения. М., «Инфра-М», 2004, 236 с.
8. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. М. Стройиздат, 1986, 320 с.
9. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения М 1986.
10. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудных установках. М. Энергоатомиздат, 2006, 360 с.
11. Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. Держ. ком. України з питань ЖКГ, Київ, 2002., 80 с.
12. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України. Київ., 2005., 155 с.
13. Правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України. МЖКГ Київ., 2008., 44 с.

**Технічний паспорт каналізаційної
мережі**

Найменування експлуатуючої організації _____

Адреса, місце розташування споруд _____

Побутова, дощова, загальносплавна (підкреслити)

1. Загальні відомості

Протяжність мережі _____

Максимальні витрати стічних вод, м³/с:

на початку мережі _____

в середині мережі _____

в кінці мережі _____

Рік будівництва _____

Найменування будівельної організації _____

Номер і шифр проекту, дата випуску _____

Дата складання паспорту _____

Продовження додатку 1

2. Трубопроводи

Дільниця	Відстань між колодязями, м	Форма труб	Діаметр труб, мм	Середня глибина залягання труб, м	Стан труб
1	2	3	4	5	6

3. Колодязі

Рік будування	Номер колодязя	Відстань між колодязями	Характеристики колодязів і камер				
			Форма	Матеріал	Перетин, м ²	Стан колодязя	Стан обладнання
1	2	3	4	5	6	7	8

4. Технічна характеристика

Дата спостереження	Об'єкт	Швидкість течії, м/с	Наявність постійної витрати, м ³ /с	Максимальна пропускна спроможність, м ³ /с	Період і площа затоплення	Розташування аварійних і затоплюваних ділянок	Снігозплавні пристрої
1	2	3	4	5	6	7	8

5. Відомості про дефекти

Дата огляду	Місцезнаходження	Характер дефекту	Довжина пошкодженої ділянки., м	Причина виникнення
1	2	3	4	5

6.Поточний ремонт

Рік проведення	Трубопровід		Колодязь		Люк	
	Довжина, м	Вартість ремонту	Об'єм, м ³	Вартість ремонту	Кількість, шт	Вартість ремонту

7.Капітальний ремонт

Рік проведення	Вид робіт	Ділянка ремонту	Об'єм робіт	Вартість ремонту

Матеріали, що використовуються при монтажі і ремонті систем водопостачання і водовідведення

1. МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

При зварюванні сталевих труб використовують різні матеріали, зокрема сталевий зварювальний, металеві електроди, плавлені зварювальні й неплавлені керамічні флюси, магнітні флюси, ацетилен розчинений, технічний, кисень, карбід кальцію, порошковий електродний дріт та ін.

Дріт сталевий зварювальний за ДСТ 2246-70* застосовують безпосередньо для зварювання і виготовлення електродів. ДСТ встановлює 77 марок зварювального дроту діаметром від 0,3 до 12 мм; дріт діаметром від 2 до 6 мм використовують для автоматичного і напівавтоматичного зварювання під флюсом, а діаметром від 1,6 до 12 мм — для виготовлення стрижнів електродів.

Дріт маркують літерами Св (зварювальна) у поєднанні з літерами і цифрами. Літера А характеризує підвищену чистоту металу за вмістом сірки і фосфору, Г — марганцю, С — кремнію, Х — хрому і т. д. Перші дві цифри позначають вміст у сталі вуглецю (у сотих частках процента), а цифри після букви — кількість даного елемента у складі дроту (у процентах). Відсутність цифр після буквеного позначення легуючого елемента означає, що в матеріалі дроту вміст цього елемента менше 1%. Дріт поставляють в мотках, а для механізованого зварювання — в котушках.

При зварюванні трубопроводів використовують зварювальний дріт марок: Св08, Св08А, Св08ГА, Св10ГА, Св10Г2 — вуглецевий; Св08ГС, Св08Г2С, Св08Г2СА, Св12ГС—легований.

Металеві електроди для ручної дугової зварки сталі і наплавлення згідно ДСТ 9466-75 випускають наступних розмірів, мм:

Діаметр 1,6 2 2,5 3 4 5;6;8;10;12 мм. Довжина 200;250 250 250;300 300;350 250;450 450 мм

Тип і марка електродів, виражені буквеними й цифровими позначеннями, вказують тимчасовий опір розриву (Па-105), діаметр електроду і склад його покриття (Р — руднокисле; Т — рутилове; Ф — фтористо-кальцієве; О — органічне). Так, позначення електроду, наприклад ЦМ-7-Э42-5-Р, розшифровується: ЦМ-7 — заводська марка електроду; Е42 — тип електроду по ДСТ з мінімальним часом опору розриву $42 \text{ Па-105} = 4,2 \text{ МПа}$ (42 кгс/мм^2); 5 — діаметр електроду, мм; Р — руднокисле покриття.

Для зварювання відповідальних конструкцій з низковуглецевої сталі застосовують електроди ОММ-5, а при зварюванні таких конструкцій у всіх просторових положеннях — електроди ЦМ-7. Електроди УОНІ-13

забезпечують високу якість металу шва, тому їх застосовують при зварюванні відповідальних конструкцій. Вони випускаються декількох марок: УОНІ-13/45, УОНІ-13/55, УОНІ-13/65 і УОНІ-13/85. Цифри після поділу позначають межу міцності металу шва в МПа. При зварюванні відповідальних конструкцій з низьковуглецевих сталей на змінному або постійному струмі у всіх просторових положеннях застосовують електроди Е-42 марок АНО-5 і АНО-6, які відрізняються низькою токсичністю.

Зварювальні флюси — при автоматичній зварці металів в основному застосовують плавлені флюси (ГОСТ 9087-81). Флюси АН-348А, АН-348-АМ, ОСВ-45, ОСЦ-45М, АН-60 і ФЦ-9 призначені для механічної зварки вуглецевих і низьколегованих сталей зварювальним дротом і наплавлення їх. Флюс АН-8 застосовують при електрошлаковій зварці таких сталей.

При газовій зварці й різанні використовують ацетилен і кисень.

Ацетилен розчинений технічний (ДСТ 5457-75*) поступає під тиском в сталевому балоні, заповненому пористим активованим вугіллям. У балоні місткістю 40 л при тиску 1,9 МПа (19 кгс/см²) міститься близько 5 м³ ацетилену. Замість ацетилену можна застосовувати пропан або бутан, які поступають в зрідженому стані в балонах при тиску 1,6 МПа і температурі навколишнього повітря. Нагрів балонів з пропаном і бутаном більше ніж 45°C не допускається.

Кисень газоподібний технічний (ГОСТ 5583-78) поступає у сталевих балонах під тиском 15 або 20 МПа.

Карбід кальцію (ДСТ 1460-81) застосовують для отримання ацетилену шляхом зачинення його водою у спеціальних газогенераторах. Карбід поступає в шматках розміром від 2 до 80 мм. Вихід ацетилену залежить від сорту й розміру шматків карбіду і може досягати 285 л з 1 кг карбіду (при витрачанні від 7 до 20 л води).

Порошковий електродний дріт застосовують при зварці замість дорогої легованої сталі. Виготовляють його із сталевій стрічки, згорнутої в трубочку діаметром 2,5 — 5 мм, усередині якої вміщена шихта (порошкоподібна суміш феросплавів, заліза і графіту). При будівництві трубопроводів застосовують дріт мазкий ПП-АН1, ПП-АН2, ПП-АН3, ПП-ДСК, що забезпечує високу міцність зварного шва.

2. НАБИВНІ, УЩІЛЬНЮЮЧІ Й ПРОКЛАДОЧНІ МАТЕРІАЛИ

Набивку сальникову (ГОСТ 5152-77*) застосовують для ущільнення сальників арматури, насосів та ін. В санітарно-технічних системах застосовують плетену набивку з різних матеріалів, зокрема азбестову, бавовняну, з вуглецевих ниток, прогумовану та ін. Для набивання сальників арматури і компенсаторів застосовують також *шнури азбестові* (ДСТ 1779-83)

діаметром від 3 до 32 мм з просоченням їх антифрикційним складом або графітом, змішаним на натуральній оліфі.

Матеріал для прокладок вибирають залежно від середовища, що транспортується, робочого тиску і температури з урахуванням конструкції фланців труб. Як правило, матеріал прокладок має бути м'якше за матеріал фланців. Залежно від форми поверхонь ущільнювачів застосовують прокладки лінзові, овальні, зубчасті, гофровані й гладкі. Лінзові й овальні прокладки, що виготовляються з вуглецевих і легованих сталей, використовують у трубопроводах при тиску 6,4 МПа і вище а також при температурі середовища до 530°C; зубчасті прокладки з таких же сталей — у трубопроводах діаметром до 1800 мм при тиску 4—20 МПа і температурі середовища до 530°C; гофровані прокладки— в таких же умовах. *Гофрованими прокладками* є оболонки з м'якою набивкою. Оболонки роблять з м'якого алюмінієвого листа завтовшки 0,3 мм або з листа такої ж товщини з м'якої низьколегованої сталі, а набивку — з цілісного листового азбесту.

Гладкі прокладки, що виготовляються з м'яких матеріалів (азбестового і прокладочного картону, пароніту, листової технічної гуми), застосовують при фланцевих з'єднаннях і при тиску в трубопроводах не більше 6,4 МПа.

Картон азбестовий (ДСТ 2850-95) залежно від призначення випускають трьох марок: КАЗП-1 і КАЗП-2 (картон азбестовий загального призначення) і КАП (картон азбестова прокладка). Азбестовий картон виготовляють у вигляді листів розміром до 1000х1000 мм при товщині 2 — 10 мм. Його застосовують при температурі середовища, що транспортується, до 500°C.

Картон прокладочний (ДСТ 9347-74*) завтовшки 0,3 — 2,5 мм, просичений (марки А) і непросичений (марки Б), виготовляють в рулонах, застосовують у фланцевих з'єднаннях трубопроводів при температурі середовищ, що транспортуються, до 100°C.

Гуму листову технічну (ДСТ 7338-90), використовують для виготовлення прокладок, ущільнювачів клапанів, амортизаторів та інших деталей, випускається кислотолугостійкою, теплостійкою, морозостійкою і маслобензиностійкою. Довжина листів або стрічок складає не більше 10м, ширина — 200 — 1750 мм, товщина — 0,5 — 50 мм. Гуму застосовують для виготовлення фланцевих прокладок трубопроводів холодної води, а гумові листи, які виготовляють за цим ж ДСТ, можуть служити як прокладки при температурі води до 100°C.

Пароніт (ДСТ 481-80) виготовляють з суміші азбестових волокон, розчинника, каучуку і наповнювачів. Випускають у вигляді листів завтовшки 0,4—6 мм, розмірами 300х400 — 1500х3000 мм. Пароніт загального призначення (ПЗП) використовують для прокладок фланцевих з'єднань трубопроводів гарячої води і пари з температурою до 2500С і тиску до 6,4 МПа.

Прядивне смоляне пасмо (каболка), що застосовується для ущільнення розтрубів чавунних і керамічних труб, являє собою лубові волокна оброблені деревною смолою, отримані як відходи при виготовленні волокон прядива і льону. Прядивне пасмо може бути також битумінізоване, тобто отримуване шляхом просичення його в нафтовому бітумі М-4, розведеному в бензині ІІ сорту (склад за вагою: бітуму — 5%, бензину — 95%). Після просичення пасма і віджимання надлишків розчину бітуму пасмо перед закладенням розтрубів слід добре просушити.

Прядивний канат, просичений смолою, щоб уникнути гниття або без просичення, також застосовують для ущільнення розтрубів чавунних і керамічних труб.

Для виготовлення *сурикової мастики, розведення ґрунтовки*, просичення картонних прокладок ущільнювачів застосовують оліфу натуральну льняну і конопляну (ДСТ 7931-76*), оліфу оксоль (ДСТ 190-78). Для просичення льняного пасма при ущільненні різьбових з'єднань трубопроводів використовують *сурик свинцевий* (ДСТ 19151-73*), *білила свинцеві* густотерті і цинкові (ДСТ 482-77) густотерті.

Шнури азбестові (ДСТ 1779-83) з просоченням антифрикційним складом або графітом, замішаним на натуральній оліфі, застосовують для набивання сальників арматури, компенсаторів, ущільнення різьбових і розтрубних з'єднань трубопроводів. Шнури випускають трьох типів: азбестові (діаметром 3; 4; 5; 6; 8; 10; 13; 16; 19; 22; 25 мм); азбомагнієві (діаметром 13; 16; 19; 22; 25; 28; 32 мм) і азбопухшнури (діаметром 20; 25; 30 мм).

Гумові ущільнювачі у вигляді гумових манжет типу Б використовують у стикових з'єднаннях чавунних труб. Випускають їх (ТУ 38-105.895-75) двох типорозмірів Б-1 і Б-2. Ущільнюючі манжети мають відповідну маркіровку. Наприклад, для труб з діаметром умовного проходу P_u — 100 мм манжети маркують Б-1-100 або Б-2-100 і т.д. Манжети для з'єднання труб рекомендується використовувати при температурі від —20 до +50°C.

Для ущільнення стиків залізобетонних і азбестоцементних труб і чавунних муфт застосовують *гумові кільця круглого перерізу* (ТУ 38-105.1092-77), а для з'єднання азбестоцементних труб за допомогою чавунних муфт — гумові кільця ущільнювачів круглого перерізу типу КЧМ і трапецієвидного перерізу типу ТЧМ (ДСТ 5228-76*). Для з'єднання азбестоцементних напірних труб, що виготовляються за ДСТ 539-80 і ТУ 21-24-77-76, застосовуються гумові кільця ущільнювачів фігурного перерізу типу САМ за ДСТ 5228-76*.

Мастики-герметики (полісульфідні) застосовують для закладання стикових з'єднань чавунних труб при прокладці напірних каналізаційних трубопроводів, причому для трубопроводів з максимальним робочим тиском 0,5 МПа (5 кгс/см²) використовують герметики марки 51-УТ-37А (склад:

герметизуюча паста У-37А— 100 ваг. ч., вулканізуюча паста №17—17 ваг. ч., дифенілгуанідин ДФГ — 0,5 —1 ваг. ч.), а для трубопроводів з тиском 0,1 МПа (1 кгс/см²) — герметики марки КБ-1 (ГС-1) (склад: герметизуюча паста К-1 — 100 ваг. ч., вулканізуюча паста Б-1 — 9 — 14 ваг. ч.). Як армуюча добавка до герметиків використовують азбестову крихту №6 величиною до 2 мм і гумову крихту величиною до 1 мм. Готують герметики безпосередньо на місці їх вживання шляхом змішання всіх вхідних до їх складу компонентів і в співвідношенні, що рекомендується, з подальшим додаванням армуючих добавок. При ущільненні стикових з'єднань слід пам'ятати, що приготовлений герметик певний час зберігає пластичний стан і його легко можна вводити в зазор стику. Залежно від температури, при якій проводиться герметизація стикових з'єднань, життєздатність герметика коливається від 1—2 до 12—14 год. Повний процес вулканізації герметика визначається часом, після закінчення якого герметик набуває необхідної твердості й міцності. При цьому головним чинником є температура навколишнього середовища: чим вище температура, тим швидше протікає процес вулканізації.

Періодичність оглядів і проведення робіт з поточного ремонту споруд і устаткування каналізаційного господарства [2]

№ п/п	Споруди і обладнання	Тривалість періоду в місяцях між	
		оглядами	поточними ремонтами
1	Пісковловлювачі	6	12
2	Грати з ручним очищенням	3	12
3	Механічні граблі	1	3
4	Дробарки молоткові	1	6
5	Відстійники	6	12
6	Двохярусні відстійники	6	12
7	Метантенки і аеротенки	6	12
8	Біофільтри та аерофільтри	2	6
9	Мулові та піскові майданчики	6	12
10	Поля зрошення та поля фільтрації	6	12
11	Мулососи	1	3

Періодичність робіт з капітального ремонту каналізаційних споруд і устаткування [2]

№ п/п	Об'єкти	Характер ремонту	Періодич- ність, років
1	2	3	4
1	Зовнішня каналізаційна мережа (трубопроводи з фасонними частинами та арматурою)	Заміна пошкодженої ділянки трубопроводу	у міру необхідності
2	Оглядові колодязі	Капітальний ремонт	5
3	Дюкери	Капітальний ремонт	3
4	Приймальні резервуари насосних станцій	Ремонт стін, днища, перекриття та ін. Очистка від замулення	5 1,5
5	Грати з механічними граблями	Ремонт із заміною зношених частин	В міру необхідності
6	Грати з ручним очищенням	Ремонт	5
7	Дробарки	Ремонт із заміною зношених частин	1,5
8	Засувки на насосних станціях	Ревізія із заміною зношених деталей	1,5
9	Пісковловлювачі	Ремонт стін: а)цегельних б)залізобетонних Розкриття і ремонт дренажу Заміна дерев'яних шиберів та настилу	3 5 3 5
10	Відстійники первинні й вторинні залізобетонні цегельні	Ремонт Очищення від осаду Ремонт Очищення від осаду	2 2 3 2
11	Двохярусні відстійники залізобетонні	Ремонт Очищення від осаду	5 3
12	Метантенки залізобетонні	Ремонт і очищення від осаду	5

Продовження додатку 4

1	2	3	4
13	Мулові й піскові майданчики, поля фільтрації і поля зрошення	Ремонт підвідної і дренажної мережі, планування ухилів	3
14	Біофільтри і аерофільтри залізобетонні й цегляні	Зміна або пересипання завантаження з ремонтом дренажу Промивання верхнього шару завантаження Ремонт кладки стін, трубопроводів і розподільних обладнань	5 1,5 1,5
15	Аеротенки залізобетонні	Ремонт зовнішніх стін і днища, ремонт трубопроводів, зміна засувки і розподільних обладнань Часткова зміна фільтросних пластин	10 1,5
16	Випускні пристрої	Ремонт	5
17	Розподільча мережа на очисних спорудах	Ремонт	1,5
18	Мулопроводи	Зміна окремих пошкоджених участків	В міру необхідності
19	Насоси каналізаційні	Повна ревізія з розборкою, регулювання та зміною частин	1,5
20	Затвори різні	Ремонт оковки, підйомні пристрої	2
21	Мулоскряби, мулососи	Ремонт зі зміною деталей що зносилися	1,5
22	Хлоратори	Ревізія із заміною непридатних мембран, запірної і регулювальної апаратури	1,5

**Перелік основних видів робіт з поточного
і капітального ремонтів водопровідно-каналізаційних
споруд і устаткування [2]**

№ п/ п	Об'єкти, устаткування, споруди	Поточний ремонт	Капітальний ремонт
1	2	3	4
1	Механічні граблі	Очищення, змазування вузлів, заміна прокладок, болтів, регулювання. Розбирання, чистка, змазування і регулювання роботи редукторів. Ремонт стержнів решітки зі зварюванням. Фарбування	Повна ревізія з розбиранням, чисткою, регулюванням і заміною зношених частин /робочого ланцюга, лігнофолевих втулок, граблів, зірочок та ін./. Розкриття підшипників з промиванням, змазуванням, регулюванням. Зміна підшипників, налагодження після капітального ремонту. Заміна зношених граблів новими, більш досконалими
2	Дробарки молоткові	Чистка, змазування вузлів, заміна прокладок, болтів, регулювання роботи	Повна ревізія з розбиранням, чисткою, регулюванням і заміною зношених частин (стержнів, осей, молотків, гребінок, решітки). Налагодження роботи після капітального ремонту. Заміна зношених дробарок новими, більш досконалими
3	Хлоратори (амонізатори) системи "ЛОНИИ-100" та інші системи, вакуумні й напірні	Розбирання, чищення і збирання хлоропроводу з заміною трубок, що вийшли з ладу, і прокладок. Огляд, промивання і просушування проміжного балона. Чистка, ремонт і опресування хлорних вентилів і запірних клапанів. Прочищення, промивання і регулюванням редукторів, клапанів, ротаметра, ежектора. Фарбування металевих поверхонь. Перевірка на герметичність з усуненням течі та регулювання	Заміна холодних вентилів, фільтра, мембран в камері манометрів і редукційному клапані, зіпсованого скла змішувача і ротаметра. Розбирання, чистка і регулювання вузлів при заміні в них вказаних частин. Перевірка на герметичність всіх з'єднань хлораторного устаткування з усуненням витоків, налагодження хлоратора. Ремонт або заміна зношених посудин-випарника хлору і аміаку та їх газопроводів
4	Грати з ручним очищенням	Ремонт ґрат (заміна окремих стержнів, болтів). Ремонт ящиків (контейнерів) для відходів	Зміна ґрат

Продовження додатку 5

1	2	3	4
5	Первинні й вторинні відстійники, контактні резервуари, двох'ярусні відстійники, замірні камери	Промивання відстійників (резервуарів) і жолобів від бруду. Ремонт засувок, шиберів із заміною прокладок, болтів. Фарбування металевих поверхонь. Випробування на витік	Чистка від осаду Ремонт лотків і пристроїв для згону кірки. Ремонт мулопроводів. Зміна засувок, шиберів. Налагодження роботи за заданим режимом. Переобладнання первинних відстійників у біокоагулятори та інші роботи по інтенсифікації споруд
6	Метантенки	Промивання метантенків. Ремонт місцями штукатурки з затиранням і залізненням. Ремонт засувок, затворів із зміною прокладок, болтів. Ремонт ізоляції окремих місць трубопроводів. Фарбування металевих поверхонь. Випробування на витікання і газопроникливість	Чистка від осаду при роботі всередині метантенка. Ремонт пошкоджених місць стін, днища і покриття. Ремонт і заміна не придатної ізоляції купольного покриття і трубопроводів. Ремонт із заміною ділянок трубопроводів /опалювальних, газових, мулових, циркуляційних/. Зміна непридатних засувок і шиберів. Ремонт із заміною зношених частин гідроелеватора або мішалки. Налагодження роботи метантенків
7	Аеротенки	Промивання аеротенків. Чистка фільтросних плит. Ремонт місцями штукатурки з затиранням і залізненням. Ремонт засувок із заміною прокладок, болтів. Фарбування металевих поверхонь. Випробування аеротенків на водопроникність	Чистка від мулу. Ремонт пошкоджених місць стін і днища. Ремонт повітропроводів з заміною непридатних ділянок. Зміна фільтросних плит. Зміна засувок і розподільних обладнань. Налагодження роботи аеротенків
8	Біофільтри звичайні з крапельними зрошувачами і аерофільтри	Очищення і промивання піддонних каналів. Ремонт окремих місць кладки. Ремонт і чистка спринклерних головок або інших розподільних обладнань. Заміна підшипників, часткова заміна коритців, хомутів, прокладок і ущільнень, заміна болтів і шпильок. Спускування і розрівнювання завантаження	Перекладання непридатної цегельної кладки і ремонт залізобетонних стін. Ремонт бетонних поверхонь піддона з залізненням. Заміна осей підшипників направляючих роликів, коритців, хомутів, засувки на сифоні, регулювання їх. Пересипання завантаження з промиванням або зміною його. Зміна спринклерних головок або інших розподільних обладнань новими. Ремонт трубопроводів з заміною зношених ділянок

Продовження додатку 5

1	2	3	4
9	Піскові майданчики	Огляд, закладання окремих промоїн у валках. Скошення травм і прибирання території. Ремонт (місцями) штукатурки і перепусків. Розрівнювання шару піску	Зміна піску на піскових площадках. Ремонт і відсипання огорожуючих валиків з ущільненням ґрунту до природної густини. Ремонт мережі, арматури і колодязів. Заміна дренажних систем і ремонт осушувальних каналів. Ремонт цегляних випусків і перепусків із заміною їх на збірні залізобетонні. Заміна дренажного шару і дренажних труб. Заміна кріплення ухилів і осушувальних каналів. Ремонт доріг і переїздів. Нарощування валиків і перепусків з метою збільшення робочого обсягу площадок. Планування ухилів і днищ площадок
10	Поля фільтрації	Переорювання карт розливу. Виколення трави, рубка чагарнику. Засипання окремих пробоїн. Дрібний ремонт перепусків і випусків. Ремонт /місцями/ штукатурки розвідних каналів і каналів	Ремонт і відсипання огорожуючих валиків з ущільненням ґрунту до природної густини. Ремонт розвідної мережі і розвідних каналів із заміною матеріалу труб та діаметрів і зміною розрізу розвідних каналів. Заміні самопливної мережі напірною. Пересипання випусків і перепусків із заміною цегельних залізобетонними монолітними і збірними. Відновлення і обладнання гідроізоляції перепусків, заміна гідроізоляційних обладнань. Заміна шибєрів і затворів на випусках і перепусках. Заміна дренажу і дренажного шару. Переорювання карт з переміщенням валиків, нарощування валиків і перепусків з метою збільшення робочого обсягу карти. Розширення валиків для забезпечення проїзду автомашин. Планування карт з підвезенням ґрунту і засипання резервів ґрунту, як, розмивів, виїмок. Відновлення всіх водовідвідних обладнань, осушувальних каналів. Пристосування полів фільтрації під розлив рідини з підвищеною концентрацією завислих речовин. Заміна кріплення ухилів більш довговічними

Продовження додатку 5

1	2	3	4
11	Мулові майданчики	Очищення самопливної розвідної мережі від бруду. Спуск газу на муловій мережі, чистка вантузного обладнання Зміна сальників і прокладок на арматурі мулової мережі, підтяжка болтів. Скошування травм і зрубування чагарнику. Засипання окремих вимоїн у валиках з підвезенням землі. Ремонт окремих місць штукатурки колодязів, камер і самопливної мережі. Перевірка на витік окремих ділянок напірної мулової мережі. Вивезення осаду при вологості не менше 85%. Переорювання карт розливу	Ремонт і відсипання валиків, що огорожують з підвезенням ґрунту, розширення їх для забезпечення проїзду автомашин, нарощування валиків для збільшення робочого обсягу карт, ущільнення ґрунту до природної вологості, обладнання протифільтраційних шпонок і екранів. Ремонт розвідної мережі. Прокладання випусків і перепусків з нарощуванням їх, ремонтом штукатурки і гідроізоляції шпонок. Заміна дерев'яних випусків цегельними залізобетонними і бетонними. Заміна затворів, Шандорі і шиберів на випусках і перепусках. Заміна дренажної мережі та дренажного шару, відновлення всіх водовідвідних устаткувань, осушувальних каналів. Перепланування карт з переміщенням валиків для раціонального використання площі та укрупнення карт. Планування валиків, схилів і карт із засипкою резервів ґрунту заглиблень, розмивів і виїмок. Заміна кріплення ухилів більш довговічними

**Можливі неполадки в очисних спорудах і
способи їх усунення [7]**

Ознаки неполадок, несправність	Причини	Способи усунення
1	2	3
<i>Пісковловлювачі</i>		
Винесення великої кількості піску в послідувачі споруди	1) внаслідок більшої у порівнянні з розрахунковою втраченою рідини через піскоуловлювачі 2) недовліки у розподільчих пристроях 3) в результаті попадання більш дрібного піску ніж розрахунковий	Зменшити приток на піскоуловлювачі. Відрегулювати надходження стічної рідини у кожен секцію
Затримка великої кількості органічного осаду	Внаслідок недостатньої швидкості потоку рідини у пісколовці	Те ж. Систематично перевіряти надходження стоків і рівень піску на дні або бункері пісколовки
Гідроелеватор видаляє робочу рідину без піску Манометр перед гідроелеватором показує величину вище за проектну	Насос подає робочу рідину з недостатнім напором Засмічення гідроелеватору, велике наповнення і ущільнення піску в бункері Засмічено сопло гідроелеватору	Перевірити справність насоса або стан напірного водоводу. Видалити з перетину піскоуловлювача рідину, очистити бункер і гідроелеватор від піску і сторонніх предметів. Вигвинтити пробкуна гідроелеваторі і проволокою прочистити сопло
На піскові майданчики не потрапляє пульпа	Засмічення пульпопроводу	Промити пульпопровід, розігріти його (у зимовий час) і усунути закупорку.
<i>Первинні й двох'ярусні відстійники</i>		
Підвищене винесення осаду	Перезавантаження відстійнику; руйнування водозливів; засмічення гребенів, руйнування центральної труби і щиту, який відображає	Зменшити подачу стічної рідини у відстійник; очистити і виправити гребені водозливів; відремонтувати центральну трубу
Нерівномірний перелив освітленої рідини	Відхилення рівня переливних гребенів від горизонтальної площини	Виправити гребені
Засмічення мулопроводу, неможливість вивантаження осаду	Накопичення піску у приямку та у мулопроводі. Попадіння випадкових предметів у приямок (каміння, проволока тощо), кальматкування труби засохшим осадом	Зробити зворотну промивку в горизонтальних, вертикальних і радіальних відстійниках підключенням напірного шлангу від насоса до фланця мулової труби. Підкачати муловим насосом чисту воду в мулопровід.

Продовження додатку 6

1	2	3
Велика швидкість виходу рідини з центральної труби	Недостатнє заглиблення центральної труби, неправильно встановлен дифузор і щит, що відображує	Встановити трубу на рівні переходу від вертикальної на конічну частину відстійника, закріпити правильно щит, що відображує
Винесення плаваючих речовин з освітленими водами	Несправність плаваючої дошки, великі щілини у дошці, несправність плаваючого бункеру	Виправити дефекти
Винесення жирових і плаваючих часток з відстійника	Гребні жирового лотку встановлені не за проектом. Зруйновані плаваючі жирові дошки у горизонтальних і вертикальних відстійниках, зруйновані дошки огороження у радіальних відстійниках	Виправити гребні і дошки
Механізм для видалення плаваючих речовин захоплює надлишкову воду разом з плаваючими речовинами	Неправильно встановлено обмежувач, не відрегульовано глибину занурення бункеру	Відрегулювати обмежувач і глибину занурення бункеру
Біофільтри		
Дозуючий бачок не працює, а вода надходить на біофільтри без перерви Дозуючий бачок дуже швидко заповнюється Поверхня біофільтра заболочена і вода повністю не фільтрується	Не відрегульовано бачок Завищена продуктивність біофільтру Біофільтр перевантажено або забруднено завантажуючий матеріал	Відрегулювати бачок Знизити навантаження Необхідно розрихлити верхній шар граблинами, знизити навантаження на секцію, змінити верхній шар завантажуючого матеріалу, промити завантажуючий шар водою
Знижується ефект очищення (у зимовий період) Очищення не відбувається (у зимовий час)	Пониження температури повітря і стічної рідини Дія вітру	Знизити навантаження; додати до стічних вод теплі неагресивні промислові стоки Зачинити вентиляційні вікна щитами
Аеротенки і вторинні відстійники		
Спухання активного мулу	1) перевантаження аеротенків за кількістю забруднень 2) велика кількість вуглеводів у стічних водах 3) недостатнє постачання повітря 4) невелика величина рН	1) Відрегулювати співвідношення між концентрацією активного мулу і кількістю повітря, що подається. 2) Провести штучне підвищення на деякий час рН стічної рідини до 8,5-9,5 й збільшити тривалість

Продовження додатку 6

1	2	3
Порушення окислювального процесу, весь мул випадає на дно аеротенку; загибель біоценозу аеротенка. Повітря в аеротенк надходить у недостатній кількості. Зниження мулового індексу, омертвіння організмів в активному мулі. На поверхні рідини виступають крупні бульбашки повітря. Навколо повітряного стояка виступають крупні бульбашки. Нерівномірно надходить активний мул через вікна в аеротенк-змішувач. Велика концентрація активного мулу. Утворення покладів мулу. Велике навантаження. Недостатній випуск ущільненого активного мулу. Різде збільшення винесення мулу.	Засмічення фільтросних пластин внаслідок припинення подачі повітря. Засмічений повітропровід; забруднений фільтросний канал; засмічені фільтросні пластини. Попадання в аеротенк токсично забруднених стічних вод. Прориви у фільтросному каналі пластини; нещільність в з'єднаннях фільтросних каналів, пластин. Нещільне закладення у фільтросному каналі. Руйнування або засмічення вікон в гребенях. Контрольні ерліфти качають рідину без мулу у відстійники, з яких мул не виноситься. В усіх відстійниках контрольні ерліфти качають каламутну рідину. Зменшення навантаження в одних відстійників збільшує винесення мулу з інших. Контрольний ерліфт подає темну рідину. Мул, що повертається з дна не віддаляється. Контрольний ерліфт подає негустий мул; випуск мулу з відстійників лише на короткий час припиняє винесення мулу через борти. Контрольний ерліфт подає густий мул; припиняється винесення мулу через борти внаслідок випуску або звідстійника в об'ємі частини мулу. Нерівномірне навантаження на відстійники: збільшення концентрації активного мулу, несвоєчасне видалення осаду з відстійника.	перебування активного мулу у регенераторі. Засмічення фільтросних пластин ліквідують очищенням їх металевими щітками з одночасним промиванням 30%-ним HCl. Усунути порушення. Видалити частину суміші, додати свіжий активний мул; повністю змінити середовище в аеротенку. Випорожнити аеротенк і усунути порушення. Закласти з'єднання. Виправити гребені. Збільшити об'єм надлишкового мулу, що видаляється. Видалити мул на мулові майданчики або в метантенк. Зменшити навантаження на відстійник. Збільшити об'єм випускного мулу. Відрегулювати роботу відстійника.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основна:

1. Душкін С.С. Коваленко . О.М., Благодарна Г.І. Експлуатація і ремонт водопровідноканалізаційних систем : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 165 с URL: <https://core.ac.uk/reader/132273091>.
2. Душкін С.С. Ресурсозберігаючі технології водопровідно-каналізаційного господарства : конспект лекцій по дисципліне. Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016. 92 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/44460/1/2014%2038%D0%9B%20%D0%A0%D0%B5%D1%81%D0%A1%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%92%D0%9A%2038%D0%9B_2014_%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B А.pdf.
3. Мешкова-Клименко Н.А., Косогіна І., В Толстопалова Н.М. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води : конспект лекцій: навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 141 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26329/1/T_ta_OOP_ta_TV.pdf.
4. Федулова С.О. Економіка підприємств водопостачання та водовідведення : навч. посіб. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2017. 300 с. URL: https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/03/Ekonomika-pidpr.-vodopid.-tavodovid_Pivovarov_Fedulova.pdf.
5. Прутцьков Д. В. Водопостачання та водовідведення промислових підприємств : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 200 с.

Додаткова:

1. Беляєва В.М., Яковенко М.М. Труби та арматура : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2009. – 89 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/10941/1/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%A2%D1%80%D1%83%D0%B1%D1%8B1.pdf.
2. Cheryl Jakab. Water Supply. Mankato, Minn. : Smart Apple Media. 2010. 32 р. URL: <https://archive.org/details/watersupply0000jaka/page/n1/mode/2up>
3. Деркач І.Л. Експлуатація інженерних мереж : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2013. 180 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/28904/1/2011%207%D0%9B%20%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B2%20%D0%A1%D0%91%D0%9E%D0%A0%D0%9A%D0%90_%D0%A4%D0%98%D0%9D%D0%90%D0%9B%D0%AC%D0%9D%D0%90%D0%AF_%D0%BD%D1%83%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F.pdf
4. Душкін С.С. Надійність водопровідноканалізаційних систем : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 115 с. URL: <https://core.ac.uk/download/33757983.pdf>.

5. Душкін С. С. Експлуатація ВК систем : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2012. 116 с. URL:
https://eprints.kname.edu.ua/24992/1/%D0%94%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B8%D0%BD_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82_3%20%D0%BF%D0%B5%D1%87%202010.pdf.
7. Garr M. Jones, Robert L. Sanks. Pumping Station Design, 3rd Edition. ButterworthHeinemann; 2011. 1104 p. URL:
<https://www.elsevier.com/books/pumping-station-design/jones-pe-dee/978-1-85617-513-5>
9. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація : підручник. Київ : Кондор, 2009. 288 с. URL : http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Kravch_2009_288.pdf.
10. Линник І.Е., Завальний О.В. Проектування міських територій : підручник : [у 2 ч.]. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. Ч. 2. 544 с. URL :
<https://eprints.kname.edu.ua/55301/1/2018%201%D0%9F%20%D1%872.pdf>.
11. Лушкін В.А., Абраменко І.Г., Барбашов І.В. Загальна характеристика та розрахунок режимів розподільних мереж : навчальний посібник. Харків : ХНАМГ, 2013. 193 с URL:
<https://eprints.kname.edu.ua/28603/1/2011%20%D0%BF%D0%B5%D1%87%207%D0%9D.pdf>.
12. Malcom J Brandt. Tworts water supply. Cambridge, MA : Elsevier. 2017. 968 p. URL: https://www.worldcat.org/title/tworts-water-supply/oclc/1136476878&referer=brief_results

14. Сіденко.Т.А. Водопостачання та водовідведення : анотований бібліографічний покажчик. Чернігів : Наукова бібліотека ЧНТУ, 2017. 24 с. URL
[http://library2.stu.cn.ua/Files/downloadcenter/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20\(2\).pdf](http://library2.stu.cn.ua/Files/downloadcenter/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20(2).pdf)
15. Ткачук О.А. Шадура В.О. Водопровідні мережі : навчальний посібник. Рівне : НУБПГ, 2010. 148 с. URL : <http://ep3.nuwm.edu.ua/5163/1/V83.pdf>.
16. Ткачук О.А. Міські інженерні мережі : навчальний посібник. Рівне : НУБГП, 2015. 412 с. URL:http://ep3.nuwm.edu.ua/3674/1/%D0%9C%D0%86%D0%9C_%D0%A2%D0%BA%D0%B0%D1%87%D1%83%D0%BA_%D0%92%20%D0%B7%D0%B0%D1%85.pdf.
17. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання : підручник. Київ : Знання, 2008. 735 с. URL : http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Tugaj_2009_735.pdf.

Інформаційні джерела

1. Водний кодекс України. URL :<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>.
2. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 172 с. URL: www.minregion.gov.ua/.../DBN_V.2.5-74_2013 (дата звернення: 15.01. 2021).
3. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство економічного розвитку України, 2014. 26 с. URL: http://icccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf (дата звернення: 21.01. 2021).
4. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди: Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 219 с. <https://armis.com.ua/docs/dbn/102.1.-DBN-V.2.5-75-2013-Kanalizatsiya-Zovnishni-merezhi.pdf>. (дата звернення: 15.01. 2021).
5. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01- 01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житловокомунального господарства України, 2013. 172 с.

- (Інформація та документація). URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>.
6. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житловокомунального господарства України, 2013. 128 с. (Інформація та документація). URL: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/04/DBN-V2520-18_Gas.pdf.
7. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 2010-05-12]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 35 с. (Інформація та документація). URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180
8. Кабінет Міністрів України. URL : <https://www.kmu.gov.ua/>.
9. Законодавство України.. URL : <http://www.rada.kiev/ua>.
10. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
11. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
12. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/> ел.: 2238-240