

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

О.Г. Добровольська

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНОГО
ГОСПОДАРСТВА
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 : 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. Загальні положення з питань експлуатація систем водопостачання ...	5
Розділ 2. Диспетчерське управління в системах водопостачання.....	15
Розділ 3. Експлуатація джерел водопостачання і водозабірних споруд.....	25
Розділ 4. Експлуатація зовнішніх систем подачі і розподілу води	43
Розділ 5. Експлуатація насосних станцій.....	59
Розділ 6. Експлуатація станцій очищення води	72
Розділ 7. Експлуатація споруд для знезараження води	96
Розділ 8. Експлуатація регулюючих і запасних ємностей	108
Практичні заняття і самостійна роботи студентів	111
Вступ.....	111
Практичне заняття №1	111
Практичне заняття №2	113
Практичне заняття №3	114
Практичне заняття №4	117
Питання до модульного контролю	122
Додатки	126
Перелік використаної літератури	133

ВСТУП

Загальна дисципліна “Експлуатація систем водопостачання та водовідведення” викладається для студентів спеціальності “Водопостачання та водовідведення”.

Метою курсу “Експлуатація систем водопостачання” як першої частини загальної дисципліни “Експлуатація систем водопостачання та водовідведення” є підготовка фахівців з питань експлуатації систем водопостачання (СВП). Задачами курсу є вивчення та засвоєння нормативно-технічних матеріалів з експлуатації СВП, отримання знань та навичок з організації та контролю роботи СВП, 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 дає майбутнім спеціалістам – випускникам спеціальності “Водопостачання та водовідведення” знання для розв’язування практичних задач на початку їх професійної діяльності в галузі експлуатації СВП.

Розділ 1. Загальні положення з питань експлуатації систем водопостачання

1.1 Сучасний стан систем водопостачання

Однією з головних умов сталого розвитку держави, поліпшення добробуту та здоров'я її громадян є забезпечення населення та інших споживачів питною водою належної якості та в достатній кількості.

Сьогодні системи водопостачання – це складні інженерні системи і водогосподарські комплекси. В Україні системами централізованого водопостачання охоплено 100% міст та майже 25% сільських населених пунктів. Близько 300 підприємств експлуатують системи водопостачання. Середня норма водоспоживання в містах складає 320 л/добу на одну людину (у Києві, Харкові, Запоріжжі, Севастополі, Чернігові – понад 400 л/добу), в сільській місцевості 25 - 30 л/добу. Для порівняння: середня норма водоспоживання в розвинутих країнах Європи складає 100-200 л/добу.

На цей час в системах водопостачання (СВП) сформувалися значні проблеми на всіх ділянках їх функціонування, починаючи із забруднення джерел і закінчуючи використанням недосконалої водорозбірної арматури.

Значення фізико-хімічних параметрів поверхневих вод України за останні роки набули суттєвого відхилення від фонових показників. Основна кількість поверхневих вод характеризується як помірно забруднена.

Установлена виробнича потужність очисних споруд дозволяє надавати споживачам понад 16 млн. м³ питної води на добу. Технології очистки води, які набули сьогодні широкого застосування, були розроблені у 30-40 роки ХХ сторіччя і не розраховані на очищення води, забрудненої продуктами антропогенного та техногенного походження. В зв'язку з цим очисні споруди перестають виконувати бар'єрну роль, технологічні процеси стають більш матеріало- та енергоємними, збільшуються витрати очищеної води на власні потреби.

Обсяг підземних вод України сягає 13 км³ (по прогнозним розрахункам близько 23 км³). Проте, навіть така її кількість вкрай нерівномірно розташована на території держави. За останній період в якості підземних вод відбуваються суттєві зміни: у верхніх водоносних горизонтах спостерігається погіршення якості води по сполуках азоту, фенолу, стронцію, кадмію, нафтопродуктів, а в артезіанських водах, поряд з розповсюдженими домішками заліза та марганцю з'являються алюміній, стронцій, сполуки азоту тощо. Понад 50% води з підземних джерел не відповідає вимогам ГОСТу 2874 – 82 «Вода питьевая» за органоліптичними показниками.

Трубопровідні системи є невід'ємною частиною систем водопостачання. Протяжність водопровідних мереж комунальної власності України сягає 100 тис. км. Переважна кількість з них (більше 60%) фізично зношені, майже

40% відпрацювали встановлений термін експлуатації (побудовані та введені в експлуатацію в 50-60 роках XX сторіччя). Прогнозні розрахунки показують, що до 2020 року протяжність повністю амортизованих трубопроводів сягне 75%. Аналіз технічного стану мереж показує, що зростання кількості аварійних ділянок складає 0,9 тис. км на рік. Втрати води в системах водопостачання за різними даними коливаються в межах 25-50% (в Європейських країнах 15-16%), що вкрай негативно позначається на ефективності їх роботи, призводить до невиправданого перевантаження споруд, формує проблеми екологічного плану. Основними причинами втрати води є витoki при аваріях мереж та використання недосконалої водорозбірної арматури.

Невід'ємною частиною систем водопостачання є насосне обладнання. Основна чисельність насосного обладнання введена в експлуатацію 40-50 років тому. Діюче насосне обладнання має підвищену споживану потужність, а в умовах зниження водоспоживання це призводить до зайвих витрат електроенергії. Станом на 2000 рік кількість насосних агрегатів водопроводу, що потребують заміни, складала 3500 одиниць, на 2010 рік ця кількість склала 5250 одиниць.

Існують проблеми і в питаннях організації експлуатації. Так, середня чисельність персоналу підприємств ВКГ в розрахунку на 1000 споживачів в Україні складає 5,65 чол., у Молдові – 4,48 чол., в Росії – 4,61 чол., в США – 0,6 чол.

На основі вищезазначеного можна дійти висновку, що в СВП склалася доволі складна ситуація. Однак, незважаючи на ряд проблем, існуючих в питаннях розвитку та експлуатації СВП, в тому числі й фінансово-економічних, за останні роки досягнуто певних успіхів: розроблено нові, та вдосконалено існуючі технологічні процеси очищення і знезараження води; розроблено наукові основи раціонального управління систем подачі та розподілу води, на ряді великих підприємств ВКГ упроваджені: автоматизовані системи моніторингу, контролю та управління технологічними процесам підготовки і транспортування води; нові технології ремонту та реконструкції водопровідних мереж; ефективні методи управління насосним обладнанням з використанням регульованого електроприводу; нові технології підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) насосів тощо.

1.2 Задачі експлуатації систем водопостачання

Водопровідна вода, як і продукція будь якого виробництва, оцінюється за двома основним показниками: якістю та вартістю. Правильно побудована водопровідна система повинна забезпечувати:

- безперебійне постачання водою користувача в необхідній кількості;
- гідравлічний напір у встановлених межах;

- фізико-хімічний та бактеріологічний склад води в межах норм та вимог діючих нормативних документів.

Для вирішення вказаних задач на підприємствах ВКГ організовують експлуатацію систем водопостачання.

Експлуатація – це система науково-технічних, організаційних, фінансово-економічних заходів, направлених на підтримання споруд, мереж і обладнання водопроводу в працездатному стані на всіх етапах їх використання.

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.

Вирішення основних задач експлуатації досягається упровадженням наступних заходів:

- зберігання в повній справності споруд, мереж, обладнання і устаткування водопроводу, що забезпечує підтримання їх проектної потужності та найбільший термін використання;
- організація технічно правильного й економічно доцільного режиму роботи споруд і обладнання;
- своєчасне проведення ремонту, зберігання в справному стані споруд і обладнання та з метою запобігання аварій;
- виконання аварійних ремонтів.

1.3 Організація експлуатації систем водопостачання

Форма організації підприємств ВКГ залежить від масштабу їх діяльності, виробничих потужностей та підпорядкованості. У великих містах це, як правило, підприємства (Водоканали), підпорядковані місцевим органам самоврядування, оскільки вирішують питання забезпечення комфортної і

безпечної життєдіяльності місцевих громад. В останні роки упроваджуються різноманітні форми організації та управління такими підприємствами, наприклад, орендні (Одеса, Луганськ). На промислових підприємствах, що потребують значних обсягів води, організують спеціалізовані служби з експлуатації систем водопостачання цих підприємств.

На рис.1.1 наведено типову структуру організації технічних та виробничо-експлуатаційних служб підприємства ВКГ.

В структурі підприємства виділено дві основні служби: технічна, яка призначена для вирішення науково-технічних та організаційних задач експлуатації, та підрозділи основного та допоміжного виробництва, які вирішують задачі поточної експлуатації споруд, мереж, обладнання і устаткування, спеціальної техніки.

Технічна служба підпорядкована технічному директору (головному інженеру) і включає в себе основні підрозділи, які забезпечують інженерно-технічну підтримку виробництва питної води та її транспортування до споживача. Інженерна служба вирішує широке коло питань:

- забезпечення підприємства всіма видами енергоресурсів;
- розробка планів організаційно-технічних заходів по підвищенню надійності, економічності, якості водопостачання;
- організація ремонтів основного енергетичного та допоміжного обладнання, в тому числі на спеціалізованих підприємствах;
- впровадження засобів механізації і автоматизації;
- розробка, впровадження та удосконалення технологічних процесів, матеріалів, реактивів;
- удосконалення методів лабораторного та технологічного контролю виробничих процесів;
- атестація та ремонт контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматики;
- розробка проектно-кошторисної документації для проведення капітальних ремонтів, нагляд за станом будівель і споруд;
- упровадження сучасних інформаційних технологій, методів автоматизації;
- виконання ремонтів обладнання;
- забезпечення експлуатаційних підрозділів технічною та робочою документацією;
- забезпечення експлуатаційних підрозділів матеріалами, запчастинами, інструментом, спецодягом та ін.;

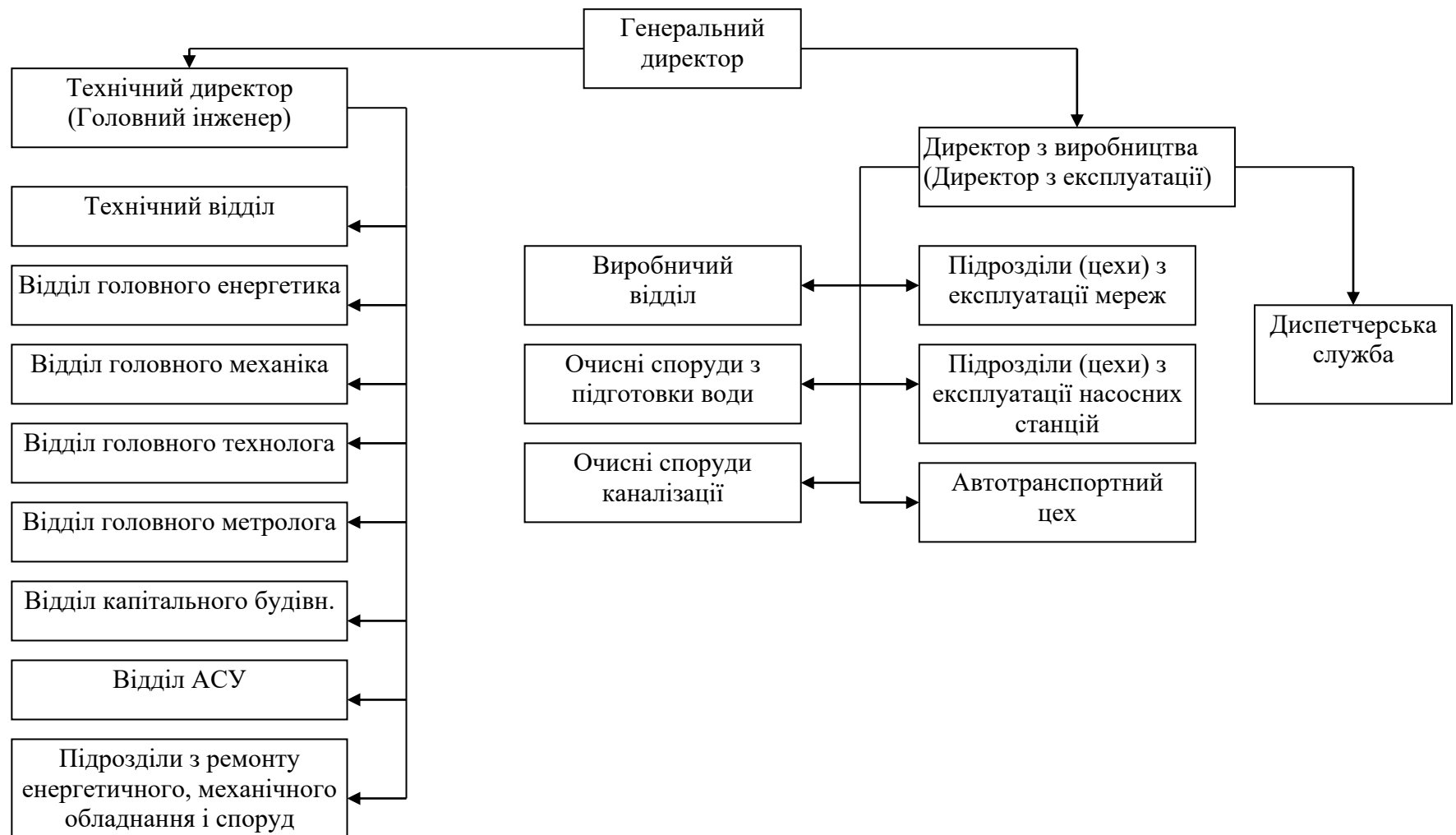


Рисунок 1.1 – Типова схема організації технічних та виробничо – експлуатаційних служб підприємства ВКГ

- технічний нагляд за будівельно-монтажними роботами і технічне приймання в експлуатацію нових і реконструйованих споруд, комунікацій і обладнання;
- зберігання технічної документації;
- проведення інвентаризації та паспортизації споруд, мереж, комунікацій та обладнання;
- розробка посадових та експлуатаційних інструкцій, оперативних схем управління;
- підготовка персоналу.

Окрім вказаних задач, технічна служба виконує постійний нагляд за якістю питної води відповідно до ГОСТу 2874-82 “Вода питьевая”, санітарно-технічним станом водопровідних споруд і мереж, а також за розподілом води між споживачами. З огляду на те, що до комунальної мережі постійно підключаються нові споживачі, технічна служба надає дозволи та технічні умови на під’єднання до систем водопостачання житлових та суспільних будинків, промислових та комунальних підприємств, погоджує проекти водопостачання окремих об’єктів.

На підрозділі основного виробництва покладена задача організації та виконання поточної експлуатації споруд, мереж, обладнання та спеціальної техніки. До поняття “поточна експлуатація” включають:

- підготовку та виконання планово-запобіжних ремонтів;
- підтримання в працездатному стані споруд, мереж, обладнання шляхом технічного огляду, технічного обслуговування;
- виконання поточного ремонту;
- дотримання технологічних регламентів та інструкцій з експлуатації обладнання;
- нагляд за роботою мереж;
- поточний та аварійний ремонт мереж;
- цілодобове безперервне забезпечення автотранспортом та спеціальною технікою та ін.

1.4 Нормативна, технічна, експлуатаційна та звітна документація

Експлуатація та оперативне технічне управління роботою систем водопостачання здійснюється на основі вимог нормативної, технічної та організаційно-розпорядницької документації. До категорії **нормативної документації** відносять:

- закон України “Про питну воду та питне водопостачання”;
- державні стандарти України;
- державні будівельні правила і норми ;
- державні санітарні правила і норми;
- правила технічної експлуатації систем водопостачання і каналізації населених пунктів України;
- правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України;
- правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України;
- правила охорони поверхневих вод;
- положення про проведення планово-запобіжного ремонту на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства;
- нормативні документи з охорони праці (Правила безпечної експлуатації);
- технічні умови та інші документи, що регламентують правила проектування, будівництва, експлуатації та використання систем водопостачання.

Експлуатація систем водопостачання забезпечується **технічною документацією**. До складу технічної документації входять:

- повний комплект затверджених проектів на будівництво (реконструкцію) систем водопостачання, в т.ч. проекти зон санітарної охорони;
- робочі креслення та виконавча документація на будівництво (реконструкцію) будівель, споруд, обладнання, комунікацій та ін.;
- оперативні схеми системи водопостачання міста та його районів з розташуванням всіх споруд, основних комунікацій, засобів регулювання, автоматизації і диспетчеризації. На комунікаціях систем водопостачання повинно бути вказано: діаметр, довжину, матеріал та рік укладання труб; повне обладнання і номери колодязів (камер) з геодезичними позначками землі; пожежні гідранти; аварійні випуски та їх реєстраційні номери;
- акти приймання в експлуатацію споруд, комунікацій та обладнання;
- комплект паспортів і інструкцій заводів – виробників на обладнання, агрегати, механізми, контрольно-вимірювальні прилади, що знаходяться в експлуатації.

Експлуатація всіх споруд та устаткування впроваджується відповідно до **посадових, робочих та експлуатаційних інструкцій**.

Посадові та робочі інструкції розробляють для кожної посади і професії. В них зазначаються вимоги, права і обов'язки **експлуатаційного персоналу**, необхідні та достатні для забезпечення роботи споруд (обладнання) відповідно до експлуатаційних інструкцій заводів – виробників і інструкцій з охорони праці. В посадових та робочих інструкціях вказують виробничі обов'язки, чітко визначення взаємовідносин із суміжними службами, підпорядкованість, вимоги виробничої дисципліни; перелік необхідної інформативно-технічної документації, обсяг професійних знань з експлуатації та особистої безпеки; визначення прав посадової особи та ін. Зміни в технологічних регламентах, експлуатаційних інструкціях та інших документах, доповнення до них вносяться до посадових та робочих інструкцій.

Підрозділи технічної та експлуатаційної служб складають **технічні звіти** відповідно до встановлених форм. Технічні звіти включають основні показники роботи споруд, обладнання, мереж із аналізом їх роботи. Складовою частиною звіту є інформація про досягнення і недоліки в експлуатації, результати роботи по вдосконаленню споруд, технологій та ін.

1.5 Організація ремонтних робіт

Для виконання ремонтних робіт на підприємствах ВКГ впроваджено систему **планово-попереджувальних ремонтів (ППР)**.

Система ППР – це сукупність організаційних і технічних засобів по нагляду та всім видам ремонтів трубопроводів, споруд і обладнання, що проводяться *періодично по заздалегідь розробленому плану*.

Основними задачами системи ППР є попередження завчасного зносу трубопроводів, споруд і обладнання та підтримка надійності їх роботи. Система ППР передбачає проведення наступних практичних заходів:

- визначення переліку споруд і обладнання, що підлягають ремонтам;
- визначення характеру і виду ремонтних робіт;
- визначення складу ремонтних робіт;
- визначення тривалості міжремонтних періодів, структури ремонтних циклів для різних видів споруд і обладнання;
- планування ремонтних робіт;
- організацію проведення ремонтних робіт;
- забезпечення технічною та кошторисною документацією;
- забезпечення ремонтних робіт необхідними матеріалами, запасними частинами;
- організацію виробничої бази для виконання ремонтних робіт;
- організацію контролю за виконанням ремонтних робіт та ін.

За правильне обслуговування і безперебійну роботу споруд і обладнання відповідає черговий персонал (машиністи, оператори, чергові слюсарі, електромонтери). Технічне обслуговування проводиться відповідно до вимог “Правил технічної експлуатації систем водопостачання і каналізації населених пунктів України”, інструкцій заводів - виробників обладнання, санітарних правил, інструкцій з охорони праці. З метою своєчасного виявлення несправностей, зносу та інших недоліків у спорудах і обладнанні виконують **періодичні огляди**: загальні, часткові, позачергові. Періодичні огляди уявляють собою комплекс профілактичних заходів, направлених на створення сприятливих умов роботи споруд і обладнання, своєчасне запобігання несправностей. Періодичні огляди проводяться за графіком, що затверджується головним інженером підприємства ВКГ. Періодичні огляди проводяться технічним керівником цеху (ділянки) разом з черговим, обслуговуючим та ремонтним персоналом. В процесі огляду проводиться запис всіх помічених дефектів у “Журнал оглядів і ремонтів обладнання і споруд”. Під час оглядів перевіряють стан обладнання і споруд, проводять чистку, промивання, продування та інші профілактичні роботи. На основі записів, зроблених у “Журналі оглядів і ремонтів обладнання і споруд” складають *дефектну відомість*, в якій вказують несправності та заходи, необхідні для їх усунення.

ППР трубопроводів, споруд і обладнання – це комплекс технічних заходів, направлених на підтримання або відновлення експлуатаційних властивостей споруд і обладнання в цілому, або окремих їх частин. Ремонти споруд і обладнання розділяють на два види: **поточний і капітальний**.

Поточний ремонт (ПР) є основою нормальної експлуатації споруд і обладнання. Своєчасне та якісне проведення ПР захищає споруди і обладнання від передчасного зносу та значно скорочує витрати на капітальні ремонти.

ПР проводиться регулярно протягом року за графіками, складеними службами експлуатації на основі оглядів споруд і обладнання. В перелік ПР включають:

- профілактичні роботи, що заплановані раніше;
- непередбачені роботи;
- аварійний ремонт.

Періодичність і перелік робіт ПР наведено в Додатку 1.

Капітальний ремонт (КР) споруд і обладнання представляє комплекс технічних заходів, направлених на відновлення або заміну зношених конструкцій, обладнання, споруд трубопроводів. КР проводиться за річними графіками, складеними на основі даних технічних оглядів. КР може бути

комплексним або вибіркоvim. До робіт, що виконуються за рахунок КР, можуть бути віднесені:

- налагоджувальні роботи по встановленню приладів обліку і вимірювання параметрів води, газів, осаду;
- роботи по автоматизації та переходу на дистанційне управління виробничими процесами;
- налагоджувальні роботи, що проводять з метою інтенсифікації та оптимізації технологічних режимів;
- роботи з реконструкції, розширення, благоустрою та технічного переобладнання, відновлення обладнання, які замінюють КР та підвищують експлуатаційну ефективність;
- роботи по перекладанню ділянок зношених труб;
- роботи по очищенню внутрішньої поверхні труб та захисту їх від корозії.

Контрольні запитання до розділу 1

1. Надайте визначення терміну “Експлуатація”.
2. Визначте основні задачі підприємств ВКГ.
3. Визначте основні задачі служб експлуатації підприємств ВКГ.
4. Які заходи реалізуються для виконання основних задач експлуатації?
5. Вирішення яких задач покладено на технічну службу?
6. Вирішення яких задач покладено на підрозділи основного виробництва?
7. Яка документація необхідна для експлуатації систем водопостачання на підприємствах ВКГ?
8. Надайте визначення терміну “поточний ремонт” та перелік робіт поточного ремонту.
9. Надайте визначення терміну “капітальний ремонт” та перелік робіт капітального ремонту.

Розділ 2. Диспетчерське управління в системах водопостачання

2.1 Основні поняття і завдання диспетчерського управління

Відповідно до вимог діючої нормативно-технічної документації [1, 4], з метою забезпечення подачі води в необхідній кількості та якості на підприємствах ВКГ передбачають централізовану систему управління роботою водопровідних споруд і мереж. В залежності від масштабів підприємства і рівня їх технічного оснащення можуть бути застосовані два види систем централізованого управління:

- **Диспетчерський**, який призначений для забезпечення контролю і підтримання заданих режимів роботи водопровідних споруд і мереж на основі використання засобів контролю, передачі, перетворення та відображення інформації;
- **Автоматизований**, що включає диспетчерську систему управління з застосуванням засобів обчислювальної техніки для оцінки економічності і якості роботи та розрахунку оптимальних режимів експлуатації споруд і мереж.

Для забезпечення безперебійної та надійної роботи систем водопостачання з оптимальними санітарними та техніко-економічними показниками необхідна чітка координація роботи окремих складових системи. Для цього використовують єдину централізовану систему управління, що забезпечується **диспетчерською службою**. Об'єктами оперативного диспетчерського управління в системах водопостачання є:

- очисні споруди та їх окремі дільниці – реагентне господарство, споруди відстоювання та фільтрації води, споруди знезараження води;
- насосні станції та окремі насосні агрегати;
- свердловини;
- обладнання, що встановлене на водогонах та водопровідних мережах – регулятори тиску, засувки і затвори з дистанційним управлінням та ін.;
- персонал аварійно – відновлюваних бригад, що працює на мережах.

Диспетчер – особа, що виконує оперативне керування виробничими процесами підготовки та транспортування води.

Диспетчеризація – це централізація оперативного управління і контролю в руках однієї особи – диспетчера для координування виробничих процесів і погодження роботи окремих ланок, які є складовими загального виробничого комплексу споруд і мереж.

До **основних завдань** диспетчерської служби відносять:

- оперативне управління і контроль технологічних процесів і роботи обладнання;

- підтримання необхідних режимів роботи системи водопостачання та окремих її споруд;
- своєчасне виявлення, локалізацію і усунення аварій;
- повне або часткове скорочення чергового персоналу на окремих спорудах;
- економію енергоресурсів, води і реагентів.

До компетенції диспетчерської служби відносять вирішення таких задач:

- організація виконання робіт і керівництво персоналом по локалізації і ліквідації аварій;
- участь в розробці оперативних планів організаційно – технічних заходів по виконанню встановлених завдань і графіків робіт;
- ведення обліку параметрів роботи споруд і мереж та звітної документації по виконанню аварійно – ремонтних робіт на спорудах і мережах;
- організація забезпечення споживачів питною водою (автоцистернами) при аварійних або планових відключеннях;
- контроль і управління рухом аварійного запасу матеріалів та запчастин для своєчасного виконання аварійних робіт;
- підтримання постійного зв'язку з керівництвом підприємства;
- підтримання постійного зв'язку з диспетчером енергосистеми, від якої отримують енергоживлення споруди водопостачання.

В обов'язки диспетчера входять:

- забезпечення узгодженої та безперебійної роботи всіх споруд, вузлів, обладнання та мереж;
- розробка графіків роботи окремих агрегатів і споруд;
- аналіз аварій, участь в розробці режимів і заходів по підвищенню надійності як всієї системи, так і окремих її вузлів;
- складання технічних звітів по роботі споруд, обладнання і устаткування.

2.2 Організація диспетчерського управління

Відповідно до вимог [1] структуру диспетчерського управління (ДУ) слід передбачати одноступеневою з одним пунктом управління (ПУ). Одноступеневу схему диспетчеризації застосовують у містах з невеликою кількістю очисних споруд і малою протяжністю мереж водопостачання (до 50 км). Одноступенева структура ДУ представлена на рис. 2.1.

Для великих систем водопостачання із значною кількістю споруд, що розташовані на різних майданчиках, та значною протяжністю мереж допускається двох – або багаступенева структура ДУ з центральним диспетчерським пунктом (ЦДП) і місцевими диспетчерськими пунктами (МДП). МДП управляють роботою окремих споруд, а ЦДП координує роботу

МДП. При довжині мереж більш ніж 400 км організують місцеві диспетчерські пункти мережі (МДПМ).

На спорудах, не обладнаних засобами телемеханізації і телеуправління, і які потребують постійної присутності чергового персоналу для оперативного контролю і управління, організовують операторські пункти (ОП) з підпорядкуванням їх пункту управління вищого рівня. Багатоступенева структура ДУ представлена на рис. 2.2.

Вибір схеми диспетчеризації залежить від місцевих умов та визначається схемою і масштабами системи водопостачання.

Багатоступенева схема ДУ застосовується в особливих випадках для найбільш великих міст (систем водопостачання), наприклад у м. Київ.

Адміністративно диспетчер ОП, МДП, МДПМ є підпорядкованим начальнику об'єкта, а в оперативному відношенні - диспетчеру вищестоящої диспетчерської служби.

В системах ДУ і контролю для передачі й отримання інформації використовують телемеханічні і дистанційні технічні засоби.

Телеуправління – це керування об'єктами (насосними станціями, засувками, затворами та іншим обладнанням) на відстані. Телеуправління здійснюється шляхом перетворення командних або інформаційних імпульсів у зручний для передачі вид енергії (постійний струм різної полярності, змінний струм різної частоти).

Телевимірювання – це вимірювання різних фізичних величин (напруги, струму, потужності, температури, рівня та витрати рідини, тиску) на відстані шляхом перетворення їх в інші, зручні для передачі величини. Передача отриманих даних від об'єкту вимірювання в диспетчерський пункт здійснюється електричними системами по спеціальним дротовим лініям зв'язку або по радіоканалам.

Мнемонічна схема – відображення об'єкту управління в загальних, основних рисах за допомогою спеціальних умовних знаків.

Диспетчерські пункти всіх рівнів облаштовуються технічними засобами ДУ, а саме:

- телефонним зв'язком із підпорядкованими спорудами, службами управління експлуатацією (аварійно–ремонтній, електротехнічній, автоматики та контрольно–вимірювальних приладів); директором, головним інженером, головним енергетиком підприємства (Водоканалу); вищестоящим диспетчером енергетичного господарства міста; черговим персоналом органів місцевого самоврядування;
- радіозв'язком з віддаленими об'єктами і аварійними автомашинами;
- засобами, які дають можливість безпосередньо керувати технологічним процесом і обладнанням та контролювати їх роботу.

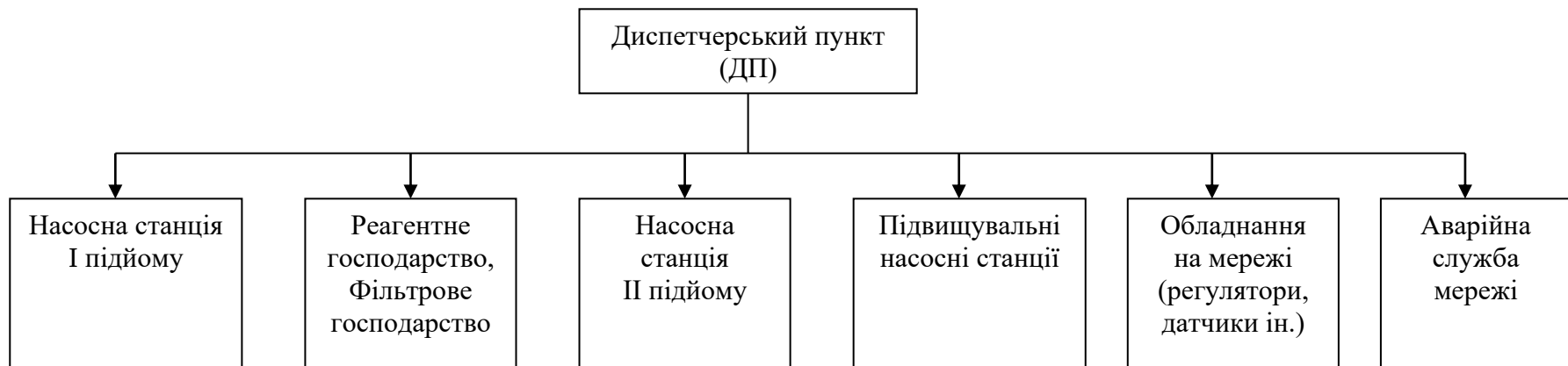


Рисунок 2.1 – Одноступенева структура диспетчерського управління

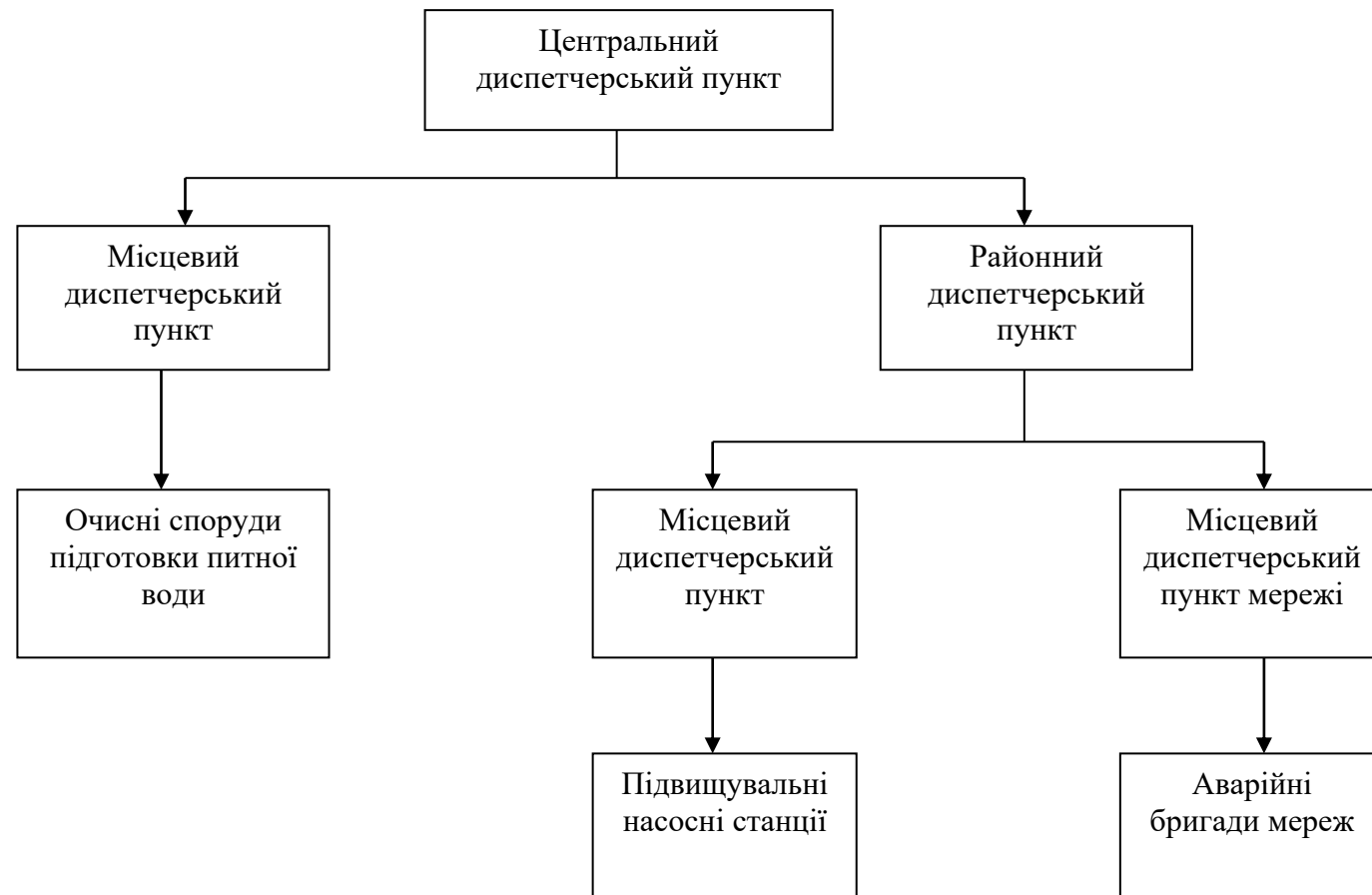


Рисунок 2.2 – Типова структурна схема організації багатоступеневого диспетчерського управління

Технічні засоби диспетчерського управління і контролю дозволяють диспетчеру:

- безпосередньо керувати технологічним процесом шляхом надсилення команд, що змінюють стан технологічних агрегатів (ввімкнуть – вимкнуть, відкрити – закрити, більше – менше) та таких, що встановлюють або змінюють режим роботи споруд і програми автоматичних пристроїв;
- отримувати на ПУ відображення стану технологічної схеми і роботи агрегатів у вигляді сигналізації на щиті управління або мнемонічній схемі;
- мати можливість візуального і документального контролю технологічних параметрів в системі водопостачання.

Взаємозв'язок задач функціонування диспетчера наведено на рис.2.3.

2.3 Автоматизовані системи диспетчерського управління

Автоматизовані системи управління в диспетчеризації є вищим етапом розвитку систем диспетчерського управління і призначені забезпечити оптимізацію технологічних процесів водопостачання. Основною метою управління при функціонуванні автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП) є забезпечення надійного водопостачання з мінімальними експлуатаційними витратами.

Частина експлуатаційних витрат залежить від режиму роботи споруд і включає в себе витрати електроенергії на насосних станціях, витрати і нераціональні витрати води, витрати хімічних реагентів. Відомо, що в міських водопроводах існують значні перевитрати електроенергії (до 10 – 15%), обумовлені надмірними тисками води, нераціональним розподілом навантаження між насосними станціями, роботою насосних агрегатів з низькими значеннями ККД. На очисних станціях нераціональні витрати хімічних реагентів складають 20 – 30%.

При упровадженні АСУ ТП за допомогою ЕОМ, телемеханічної та іншої апаратури здійснюється збирання інформації про тиски в диктуючих точках водопровідної мережі та параметри роботи насосних станцій (подача, тиск, витрати електроенергії, значення рівнів води в резервуарах), контроль витрат реагентів і роботи фільтрів, проводиться аналіз цієї інформації та виконуються розрахунки по визначенню оптимальних умов експлуатації.

АСУ ТП уявляють собою систему, в якій людина – диспетчер за допомогою різноманітних технічних засобів здійснює управління, використовуючи рекомендації по оптимальному проведенню технологічного процесу водопостачання, а ЕОМ виконує первинну обробку інформації, необхідні розрахунки і виконує функції “порадника”.

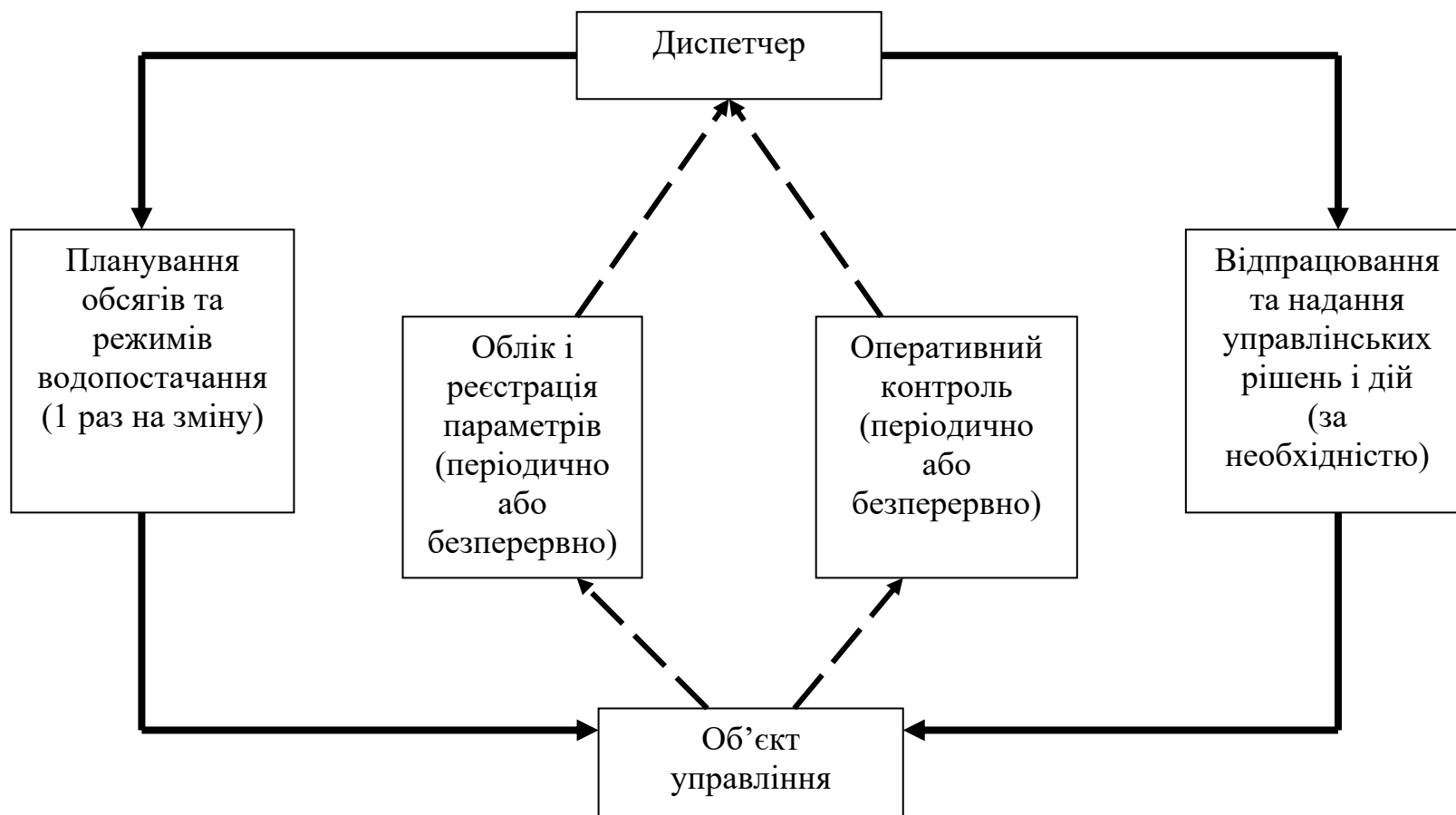


Рисунок 2.3 - Взаємозв'язок задач функціонування диспетчера

Участь людини (диспетчера) в управлінні викликана складністю систем водопостачання, наявністю ряду неформалізованих чинників, що впливають на прийняття управлінських рішень, відсутністю пристроїв і приладів, необхідних для комплексної автоматизації споруд. Включення людини в контур управління потребує використання спеціальних технічних засобів відображення інформації та введення команд управління – *автоматизованих робочих місць диспетчера*.

АСУ ТП систем водопостачання є *системою інформаційно–радницького типу*. Основною характерною рисою АСУ ТП водопостачання, відрізняючої її від системи диспетчерського управління, є використання ЕОМ для розрахунків оптимальних режимів роботи водопровідних споруд.

На рис. 2.4 наведено схему алгоритму функціонування АСУ ТП водопостачання та взаємозв'язок задач.

Функції АСУ ТП:

1. Оперативний контроль об'єкту управління:

а) періодичний контроль технологічних параметрів:

- якості вихідної води;
- якості води на очисних спорудах;
- витрат води на очисних спорудах;
- витрат води на власні потреби;
- витрат електроенергії НС I підйому;
- стану насосних агрегатів НС I підйому;
- робота фільтрів;
- подача води по водогонам;
- подача води по станціям;
- тиск на виході станції;
- рівень води в резервуарах;
- витрати електроенергії станції;
- стан насосних агрегатів станції;
- тиск у контрольних точках мережі.

б) періодичне вимірювання технологічних параметрів і показників стану обладнання;

в) оперативне відображення показників технологічних параметрів;

г) виявлення, оперативне відображення і сигналізація відхилень технологічних параметрів від встановлених;

д) виявлення, оперативне відображення і сигналізація змін показників стану обладнання.

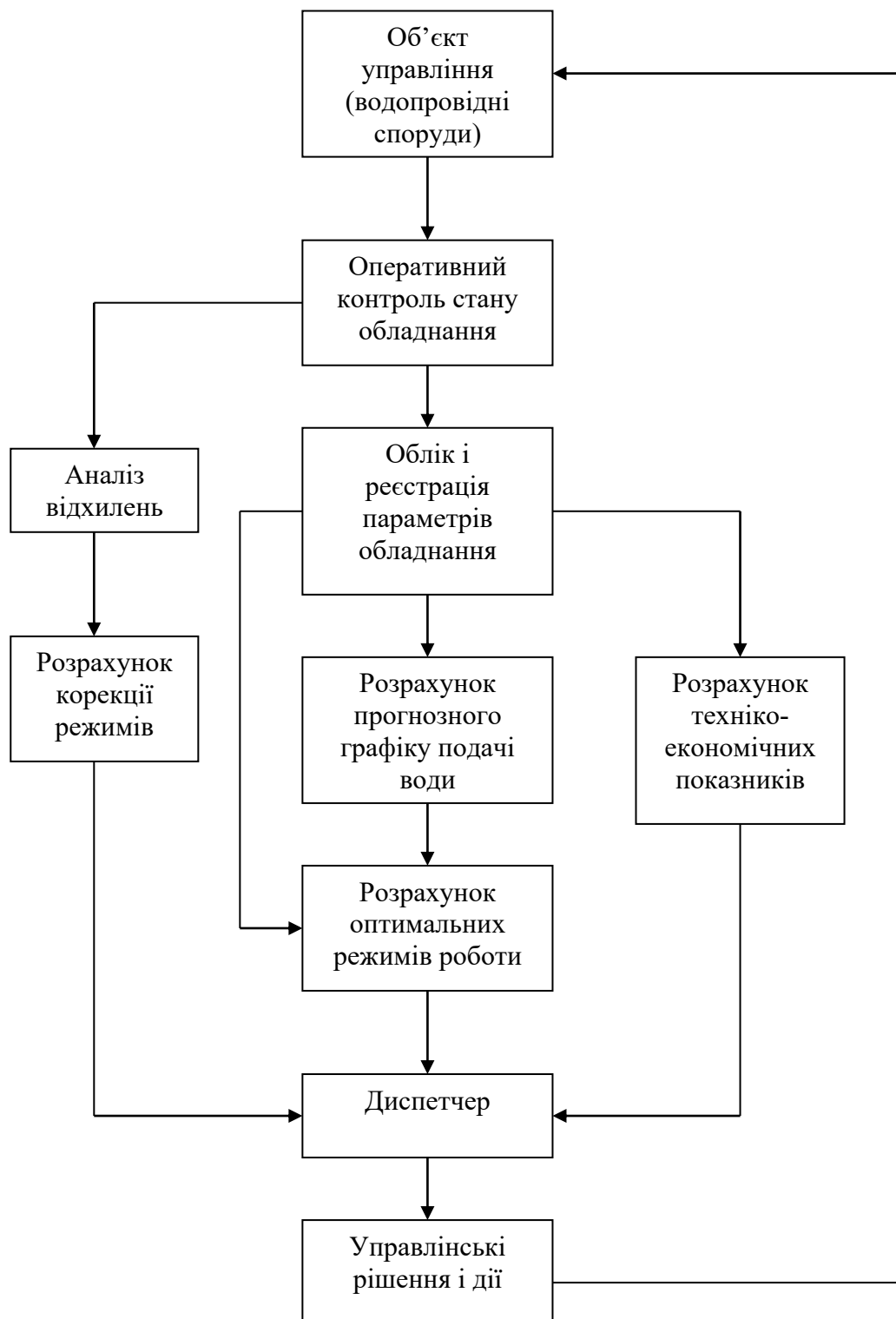


Рисунок 2.4 – Схема алгоритму функціонування АСУ ТП

2. Облік і реєстрація параметрів:

- періодична реєстрація значень технологічних параметрів і стану обладнання;
- періодична реєстрація відхилень значень технологічних параметрів;
- реєстрація результатів математичних розрахунків і логічних операцій;
- облік витрат реагентів;
- подача води очисними спорудами;
- витрати води на власні потреби;
- витрати електроенергії насосними станціями і спорудами;
- час роботи обладнання;
- подача води по водогонам і по мережі в цілому;
- запас води в резервуарах.

3. Розрахунок техніко – економічних показників:

- технологічна собівартість води по очисним спорудам;
- питомі витрати реагентів;
- питомі витрати електроенергії.

В умовах функціонування АСУ ТП управління процесами підйому, очищення, подачі і розподілу води проводиться за принципом “оптимізації прогнозу”. Це означає, що ЕОМ проводить розрахунок прогнозного оптимального режиму роботи споруд на майбутній період (як правило, на 24 год), а потім оперативно контролює тиск в мережі, корегуючи при необхідності розрахунковий режим.

В аварійних ситуаціях, при виході із ладу насосних станцій або розриву труб диспетчер за допомогою ЕОМ вибирає найбільш ефективний варіант дії по локалізації аварії.

Контрольні запитання до розділу 2

1. Які види централізованого управління водопостачанням ви знаєте?
2. Що є об'єктами оперативного ДУ в системах водопостачання?
3. Надайте визначення термінам “диспетчер”, “диспетчеризація”.
4. Які основні завдання виконують диспетчерські служби?
5. В чому полягають обов'язки диспетчера?
6. В яких випадках організують одноступеневе ДУ?
7. В яких випадках організують двох – і багатоступеневе ДУ?
8. Наведіть перелік і підпорядкованість основних ланок ДУ.
9. Якими технічними засобами обладнають диспетчерські пункти?
10. В чому полягає основна мета упровадження АСУ ТП?
11. Наведіть перелік параметрів, що контролюються АСУ ТП на очисних спорудах.
12. Наведіть перелік параметрів, що контролюються АСУ ТП на насосних станціях

Розділ 3. Експлуатація джерел водопостачання і водозабірних споруд

3.1 Організація й утримання зон санітарної охорони

Зони санітарної охорони (ЗСО) організуються і облаштовуються на всіх водопроводах господарсько-питного призначення. Основною метою організації ЗСО є охорона від забруднень джерел водопостачання, водопровідних споруд і навколишньої території та забезпечення їх санітарно - епідеміологічної надійності.

Проект ЗСО розробляється відповідно до діючих будівельних норм і правил та “Положення про порядок проектування і експлуатації ЗСО джерел водопостачання і водопроводів господарсько-питного призначення”, затвердженого МОЗ СРСР 18.12.1982 р.

ЗСО джерела водопостачання в місці розташування водозабірних споруд має складатися з трьох поясів: *першого – зони суворого режиму, другого і третього – режимів обмеження господарської діяльності.*

ЗСО включає водозабірні споруди, водосховища, водопідвідні канали, а також смугу прокладання водоводів.

Експлуатацію і охорону ЗСО здійснюють Водоканали, а нагляд за утриманням ЗСО – органи Державного санітарного нагляду.

Для *поверхневих джерел* водопостачання встановлюються такі кордони **першого поясу** (відстані від водозабору):

- Для річок і каналів:
 - вверх за течією – не менш ніж 200 м;
 - вниз за течією – не менш ніж 100 м;
 - по прилягаючому до водозабору берегу – не менш ніж 100 м від урізу води (в літньо-осінній період);
 - в напрямку до протилежного берегу: при ширині водотоку менш ніж; 100 м – вся акваторія і протилежний берег завширшки 50 м від урізу води; при ширині водотоку більш ніж 100 м - смуга акваторії завширшки не менш ніж 100 м;
- На водозаборах ковшового типу – вся акваторія ковша і територія навкруг нього – не менш ніж 100 м;
- Для водосховищ і озер:
 - по акваторії в усіх напрямках – не менш ніж 100 м;
 - по прилягаючому до водозабору берегу – не менш ніж 100м від урізу води.

Акваторію першого поясу ЗСО поверхневого джерела позначають вказівними стовпами і бакенами.

На території першого поясу ЗСО:

- а) Забороняються всі види будівництва, окрім основних водопровідних споруд; розміщення житлових і суспільних будинків будь-якого призначення; прокладання трубопроводів, окрім призначених для обслуговування водопровідних споруд; випуск стічних вод; купання, напування та випас худоби; прання білизни; рибальство; застосування отрутохімікатів для рослин;
- б) Всі будинки повинні бути каналізовані в найближчу систему водовідведення з розташуванням очисних споруд стічних вод за межами першого поясу;
- в) Повинно бути забезпечено відведення поверхневого стоку за межі першого поясу;
- г) Допускається санітарне вирубування лісу.

Кордони **другого поясу** ЗСО встановлюються:

- вверх за течією (включаючи притоки) – виходячи з середньої швидкості протікання води від кордону поясу до водозабору не менш ніж 5 діб;
- вниз за течією – не менш ніж 250 м;
- бокові кордони: на рівнинній місцевості – 500 м; при гористому рельєфі – до вершини першого схилу, зверненого в бік водостоку, але не більш ніж 750 м при пологому схилі і 1000 м при крутому схилі.
- Для водосховищ і озер – по акваторії в усіх напрямках 3 – 5 км; бокові кордони – як для річок.

На території другого поясу ЗСО забороняється:

- а) забруднення території сміттям, промисловими відходами, гноєм, нечистотами та ін;
- б) розташування складів отрутохімікатів та мінеральних добрив, горючих та змащувальних матеріалів, накопичувачів, шламосховищ та інших об'єктів, що можуть забруднити водойму;
- в) розташування скотомогильників, кладовищ, полів фільтрації, гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких ферм та інших об'єктів, що можуть привести до мікробного зараження водойми;
- г) застосування добрив та отрутохімікатів;
- д) здобич піску і гравію, днопоглиблювальні роботи;
- є) розташування пасовиськ у прибережній смузі завширшки 300 м.

На території другого поясу ЗСО виконують наступні заходи:

- а) здійснюють регулювання відведення територій для населених пунктів та інших господарсько-побутових, оздоровчих та сільськогосподарських об'єктів; модернізують технології промислових підприємств які можуть привести до забруднення водойм.

б) проводять благоустрій населених пунктів, промислових та сільськогосподарських об'єктів, організують водопостачання і каналізацію, відведення забруднених поверхневих стічних вод та ін.;

в) проводять санітарне вирубування лісу;

г) встановлюють місця переправ, мостів і пристаней.

Допускається розведення птиці, прання білизни, водний спорт, риболовля в спеціально виділених місцях.

На території третього поясу ЗСО виконують заходи п. "а", "б" другого поясу.

Для *підземних джерел* кордони першого поясу ЗСО встановлюють від одиночного водозабору або від крайніх водозабірних споруд групового водозабору на відстанях:

- при використанні захищених* підземних вод – 30 м;
- при використанні недостатньо захищених* підземних вод – 50 м;
- при інфільтраційних водозаборах від поверхневого джерела – не менш ніж 150 м.

Кордони другого поясу ЗСО встановлюються в залежності від кліматичних районів та захищеності підземних вод з урахуванням пересушення мікробного забруднення води до водозабору від 100 до 400 діб.

Кордони третього поясу ЗСО визначаються розрахунком часу пересування хімічного забруднення води до водозабору, який повинний бути більше ніж прийнятий термін експлуатації водозабору, але не менш ніж 25 років.

На території першого поясу ЗСО підземних джерел застосовуються санітарні заходи, що вказані для території першого поясу ЗСО поверхневих джерел.

На території другого поясу ЗСО підземних джерел застосовуються санітарні заходи для першого поясу, а також передбачаються: виявлення, тампонаж або відновлення старих, недіючих, дефектних свердловин та шахтних колодязів, які можуть створити загрозу забруднення водоносного горизонту; регулювання буріння нових свердловин; заборону забруднення підземних вод закачуванням відпрацьованих вод, підземного складування різноманітних відходів, розробку надр та ін.

На території третього поясу ЗСО підземного джерела застосовуються заходи та умови, передбачені для території другого поясу ЗСО поверхневого джерела.

3.2 Експлуатація поверхневих джерел водопостачання

Для забезпечення надійної роботи системи водопостачання необхідним є постійне спостереження і контроль стану джерела. Спостереженню і контролю підлягають:

- рівень води в водоймі, характер руху води в руслі річки, наявність поперечної циркуляції, пересування наносів, розмивання берегів, зміна русла, процес утворення і стан криги та її дія на водозабірні споруди. Метеорологічні дані (температура повітря, напрям вітру, атмосферні осадки) отримують в Управліннях гідрометеорологічної служби;
- якість води (контролюють лабораторними аналізами щодобово). Вимоги до складу і якості води наведено в табл. 3.1. Рекомендовано визначати за допомогою лабораторних аналізів: каламутність, кольоровість, лужність, окисненість, вміст іонів заліза, кальцію, магнію, хлору та ін.
- криговий режим;
- цвітіння води в водосховищах;
- процес замулювання та заростання водосховищ.

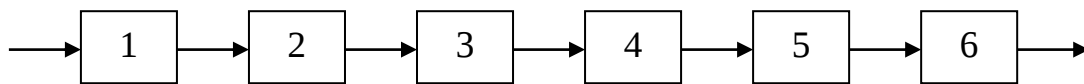
За результатами спостережень та вимірювань складають виконавчі баланси, прогнози і плани експлуатації водосховищ. Експлуатаційні роботи виконують спеціалізовані організації.

Таблиця 3.1 – Вимоги до якості і складу води поверхневих джерел

Показники якості води	Вимоги та нормативні показники
Плаваючі домішки	На поверхні водоймищ не повинно бути плаваючих плівок, плям мінеральних олій та скупчень інших домішок.
Запахи і присмаки	Вода не повинна придбавати запахи і присмаки інтенсивністю більше ніж два бали після хлорування
Забарвлення	Не повинне виявлятися в стовпчику висотою 20см
Реакція	В межах 6,5 – 8,5 РН
Мінеральний склад	По сухому залишку не повинен перевищувати 1000мг/дм ³ , в тому числі хлоридів не більше 350 мг/дм ³ , сульфатів не більше 500мг/дм ³
БПК	Не повинна перевищувати 3мг/дм ³ при 20 ⁰ С
Бактеріальний склад	Не повинен утримувати збудників кишкових захворювань; кількість бактерій кишкових паличок (колі-індекс) повинно бути не більше 10000 у 1000 мл води
Токсичні хімічні забруднення	Відповідно до нормативів встановлених МОЗ

3.3 Експлуатація водозабірних споруд поверхневих джерел

Забір води з любого поверхневого джерела здійснюється за технологічною схемою, яка приведена на рис. 3.1.



1 – водоприймальні отвори; 2 – первинна груба очистка (грати);
3 – водоприймальна камера; 4 – вторинна очистка (сітки);
5 – відділ всмоктувальних труб; 6 – насосна станція I підйому.

Рисунок 3.1 – Технологічна схема забору води

Водозабірні споруди (ВЗС) класифікуються за кількома ознаками.

По відношенню до берега водозабірні споруди можуть бути:

- берегового типу;
- руслового типу;
- комбіновані;

За способом одержання води з джерела розрізняють водозабори:

- з безпосереднім забором;
- з ковшами;
- інфільтраційного типу.

По відношенню до місця забору води водозабори бувають:

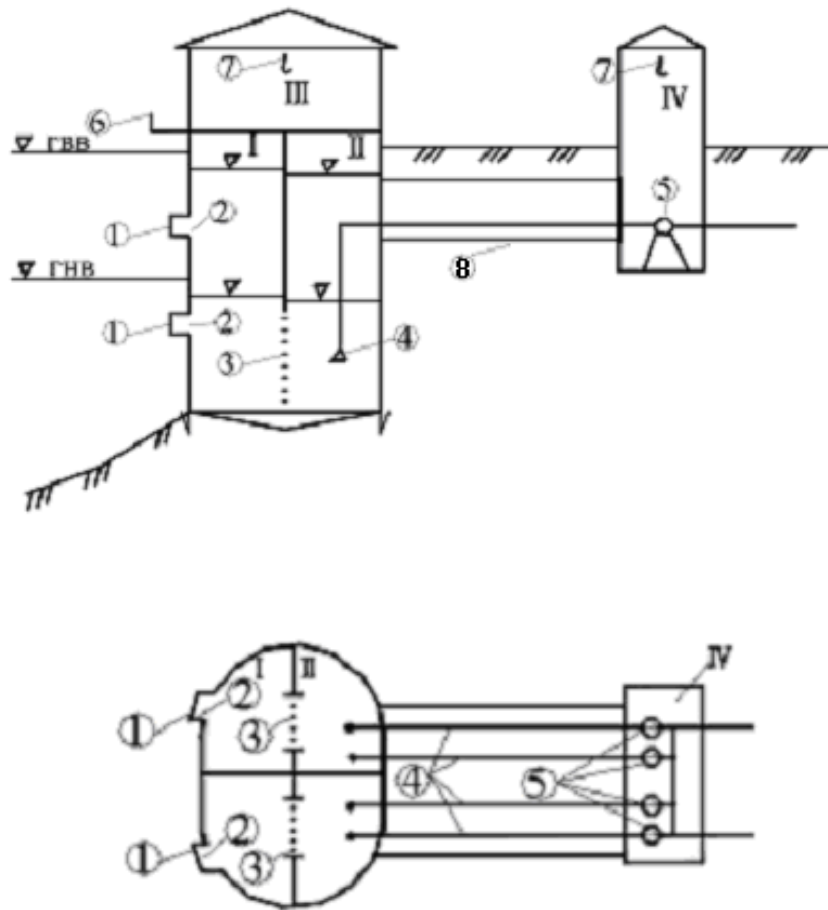
- стаціонарні;
- переміщуванні.

Переміщуванні водозабори можуть бути двох типів:

- плавучі;
- фунікулерного типу.

На рис. 3.2. наведено схему берегового водозабору роздільного типу.

Одним з елементів ВЗС берегового типу є грати, які виготовляють з металевих стрижнів прямокутного або круглого профілю. З метою надати можливість очищення ґрат в процесі експлуатації їх роблять зйомними. Вони встановлюються в направляючих швелерах, перекриваючи отвори вхідних вікон. Очищення ґрат проводять в ході виконання поточного ремонту 1 раз на 6 місяців. Для цього грати піднімають на балкон надземного павільйону за допомогою вантажопідйомних пристроїв. Очищення проводять механічними засобами (шкребки, металеві щітки) з подальшим промиванням струменем води. Для запобігання біологічного обростання ґрат їх фарбують спеціальними фарбами. При великих глибинах очищення ґрат проводять водолази.



I – водоприймальна частина камери; II – відділ всмоктувальних труб;
 III – наземний павільйон; IV – насосна станція.
 1 – ґрати; 2 – входні вікна; 3 – сітки; 4 – всмоктувальні лінії насосів;
 5 – насоси; 6 – місток для обслуговування ґрат;
 7 – вантажопідйомні пристрої; 8 – галерея для всмоктувальних ліній.

Рисунок 3.2 – Береговий водозабір роздільного типу

В джерелах, де має місце утворення глибинного льоду або шуги, для боротьби з обмерзанням і заростанням ґрат використовують обігрів їх електричним струмом низької напруги (50 – 120 В). Пропускаючи електричний струм, ґрати нагрівають до температури 0,01...0,002 °С вище нуля. Це забезпечує неприлипання шуги і льоду до стрижнів ґрат.

Для більш тонкої очистки використовують плоскі сітки або сітки, які обертаються. Такі сітки встановлюються між водоприймальною частиною камери і відділом всмоктувальних труб.

Плоска сітка конструктивно складається з двох полотен, які накладені одне на друге, рисунок 3.3. Одне полотно виконується з дроту $d=1\ldots1,5$ мм і має чарунки від 2×2 до 5×5 мм, друге – з більш товстого дроту $d=2\ldots3$ мм з чарунками 20×20 чи 25×25 мм.

Друге полотно захищає перше полотно від прориву тиском води при забрудненні сітки.

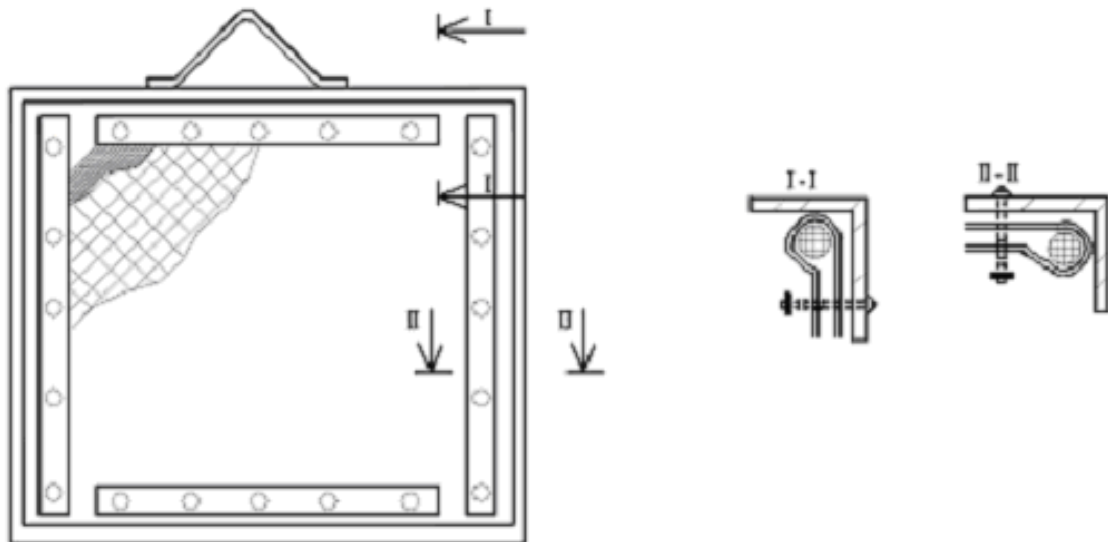


Рисунок 3.3 – Плоска сітка

Ці полотна закріплюються на рамі з вуголка або двотавра і встановлюються в направляючі швелери. Для забезпечення безперервного проціджування води передбачають конструкції, що дозволяють встановлення двох сіток – одної робочої і одної резервної, рис. 3.4.

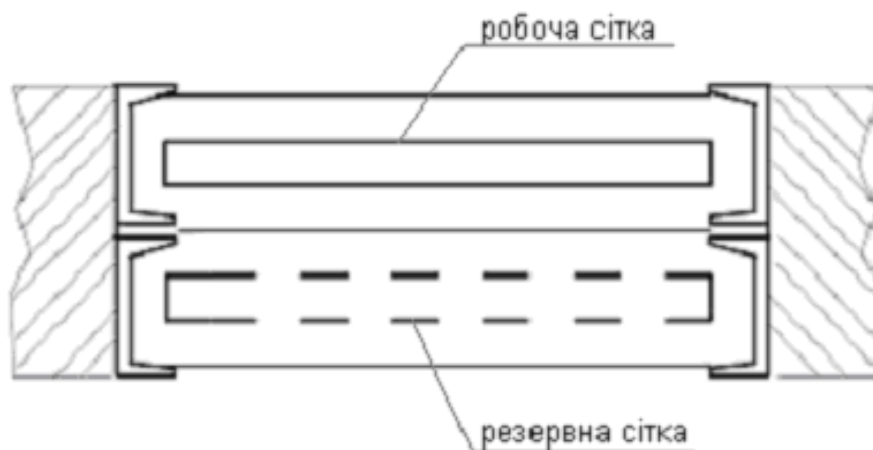


Рисунок 3.4 – Установка сіток в направляючі

Під час роботи ВЗС використовується одна сітка, а резервна знаходиться в надземному павільйоні. При забрудненні робочої сітки її очищають. Для цього в водоприймальну камеру опускають резервну сітку, для запобігання попадання плаваючих забруднень в насоси, а робочу сітку підіймають в надземний павільйон і промивають її струменем води з брандспойту. Воду від промивання сіток відводять нижче водозабору з метою запобігання повторного забруднення.

Сітки, які обертаються, виконуються у вигляді безперервного полотна з дроту, що перекинуте через два розміщених один над другим горизонтальними барабанами, рис. 3.5.

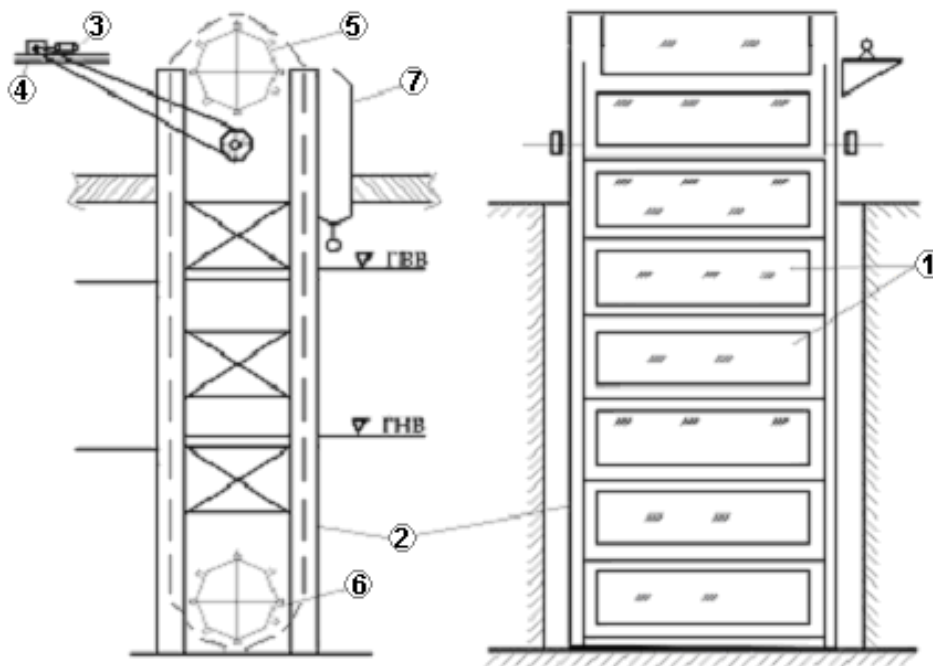
Полотно сітки складається з окремих секцій, які шарнірно з'єднані між собою. Кожна рамка затягнута сіткою з дроту (мідного, латунного або з неіржавіючої сталі) товщиною 0,2...0,4 мм з чарунками від 0,3х0,3 мм до 2х2мм. Розміри чарунок визначаються вимогами, які пред'являються до якості води.

Широта полотна сітки 2...2,5 м. Полотно сітки обертається електродвигуном. Для очистки сітки від забруднення використовуються промивні пристрої, рис. 3.6.

Очистка сітки проводиться при її безперервному русі зі швидкістю 3,5...10 см/с.

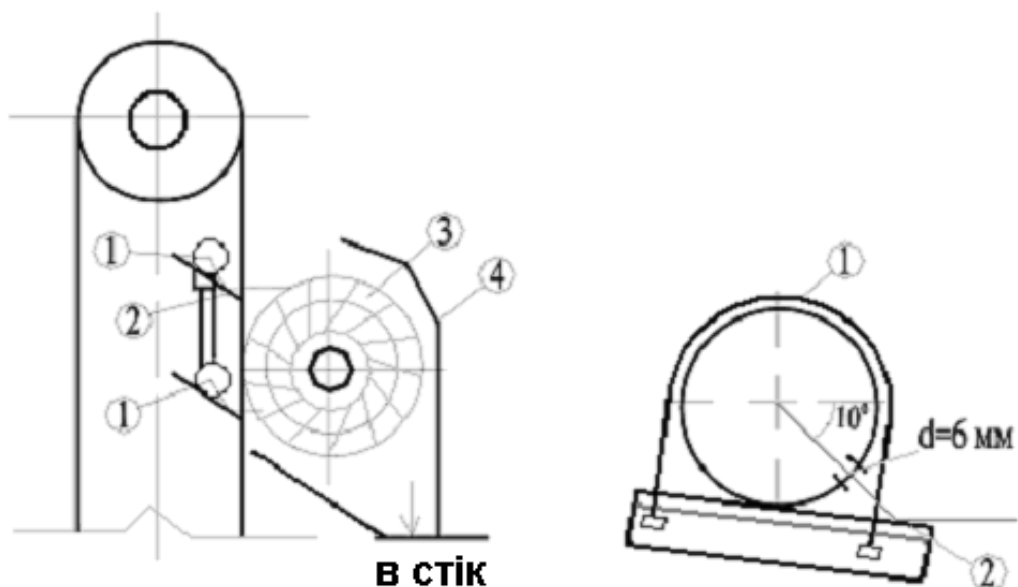
Вода для промивки подається під тиском 4 атм (0,4 МПа). При ударі води в направляючі пластинки біля отворів створюється струмені "ножового" характеру, тобто плоский ріжучий струмінь, який змиває забруднення з сіток. В деяких установках сітки додатково очищаються за допомогою нейлонових щіток.

Витрата промивної води змінюється в залежності від ступеня забруднення, розмірів сітки, розмірів її чарунок і швидкості обертання і складає 5...15 л/с. Сітки, які обертаються, забезпечують пропуск витрати в межах від 0,15 до 3 м³/с.



1 – секції сіток на роликовому ланцюгові; 2 – каркас з направляючими для роликового лагцюга; 3 – електродвигун; 4 – редуктор; 5 – верхній ведучий барабан; 6 – нижній направляючий барабан; 7 – лоток для збору промивної води.

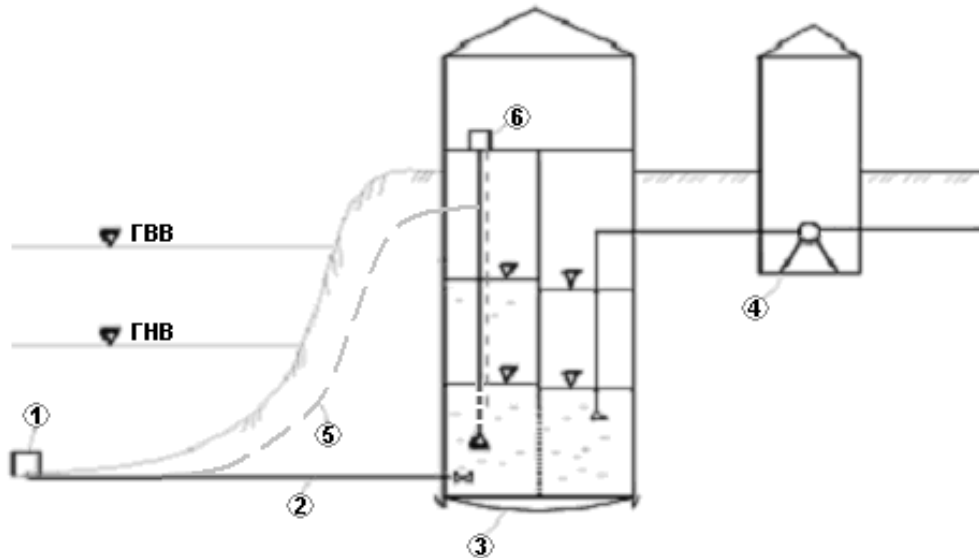
Рисунок 3.5 – Сітка, яка обертається



1 – промивні труби $d=70\text{мм}$; 2 – направляючі для формування плоского промивного струменю; 3 – нейлонові щітки, що обертаються; 4 – лоток для відбиву і збору води після промивки сітки.

Рисунок 3.6 – Промивний пристрій

Водозабірні споруди руслового типу характеризуються тим, що місце прийому води винесено в русло (або річище) річки. Ці споруди частіше всього використовуються при відносно пологому березі, коли глибини води біля берега невеликі, а сезонні коливання рівнів води визивають значне переміщення урізу води, рис. 3.7.



1 – оголовок; 2 – самопливні лінії; 3 – береговий колодязь; 4 – насосна станція I підйому; 5 – сифонна лінія (для варіанту водозабору з сифонними лініями) 6 – вакуум – насос.

Рисунок 3.7 – Схема руслового водозабору

На відміну від водозабору берегового типу грати встановлюються на оголовку, де і проводиться попередня груба очистка води. Оголовки з'єднуються з береговим колодязем за допомогою самопливних або сифонних ліній. Сифонні лінії використовуються для зменшення заглиблення трубопроводів.

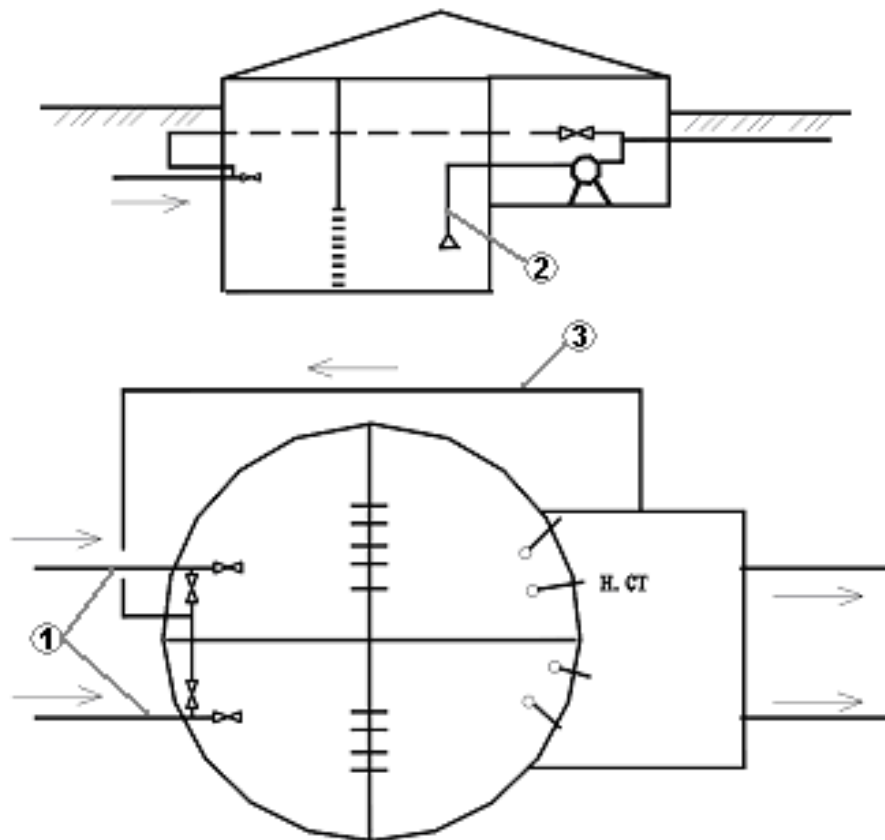
Безпосереднім приймачем води з джерела є оголовок, попередньо очищує її від плаваючих забруднень, а також закріплює і захищає від пошкодження кінці самопливних або сифонних ліній.

Кількість самопливних чи сифонних ліній, як і кількість відділів берегового колодязя, повинна бути не меншою двох.

В процесі експлуатації труби поступово замулюються і потребують періодичної промивки. Для очистки самопливних труб і грат оголовків від осадків використовується промивка зворотнім або прямим током води.

При промивці прямим током води на час закриття однієї з самопливних ліній між джерелом і береговим колодязем створюється збільшений перепад рівнів води. Якщо після цього швидко відкрити засувку на тій лінії, що промивається, то вода по ній надходить в береговий колодязь з великою швидкістю і при цьому вимиває осад з нього.

При промивці зворотним током води промиваєма самопливна лінія виключається з роботи, і в неї подається вода від напірних водоводів. В цей час друга самопливна лінія (і всі інші) продовжують працювати. Для можливості проведення таких операцій в береговому колодязі передбачається встановлення відповідних засувок, рис. 3.8.



1 – самопливні труби; 2 – всмоктуючі труби; 3 – напірний трубопровід для зворотної промивки.

Рисунок 3.8 – Схема промивки зворотнім током води

При промивці зворотним током води лінії середніх (350÷600 мм) і великих (більше 600 мм) діаметрів використовують водоповітряні та імпульсні способи. Для цього в береговому колодязі на виході з самопливної лінії встановлюють запірний пристрій і напірну колону висотою 6÷8 м та діаметром в 1,5÷3 рази більшим, ніж діаметр лінії, яка промивається, рис. 3.9.

При промивці закривається засувка 6 і включається вакуум-насос, який створює розрідження в колоні (вентиль 5 повинен бути відкритим). Вода заповнює колону і сифонну лінію до рівня, який визначається ступенем розрідження. Після цього трубопровід 3 з'єднується з атмосферою. Вода з колони іде в самопливну лінію. Виникає хвильовий імпульс тиску маси води, яка знаходиться в самопливній чи сифонній трубі і колоні. Ця маса води

промиває трубу і грати в оголовку. Процес промивки повторюють кілька разів в період низького рівня води в джерелі.

Промивка імпульсним методом може проводитись також шляхом подачі в них повітря з напірної колони під тиском. Для цього на патрубці підключення до самопливної лінії встановлюється вентиль, який можна швидко відкрити (вентиль 5). При промивці вентиль спочатку закривається і в колону закачується повітря. Потім вентиль відкривається, і повітря іде в самопливну чи сифонну лінію і разом з водою прямує до оголовку. При цьому осад здимається в потік. Високий ефект досягається за рахунок того, що повітря зменшує живий переріз для води і при цьому швидкість руху її різко зростає. Імпульсний характер руху збільшує ефект промивки. Інтенсивність подачі повітря для промивки горизонтальних отворів на водотоках $12 \div 18 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ і $18 \div 25 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ на водоймах.

В результаті такої промивки одночасно очищуються грати, касети і фільтруючі обсіпки водоприймальних оголовків, а осадок виливається в джерело.

При прямій промивці осадки, які накопичуються в самопливних або сифонних лініях, вимиваються в береговий колодязь. З берегового колодязя осадки видаляються за допомогою гідроелеваторів або фекальних насосів.

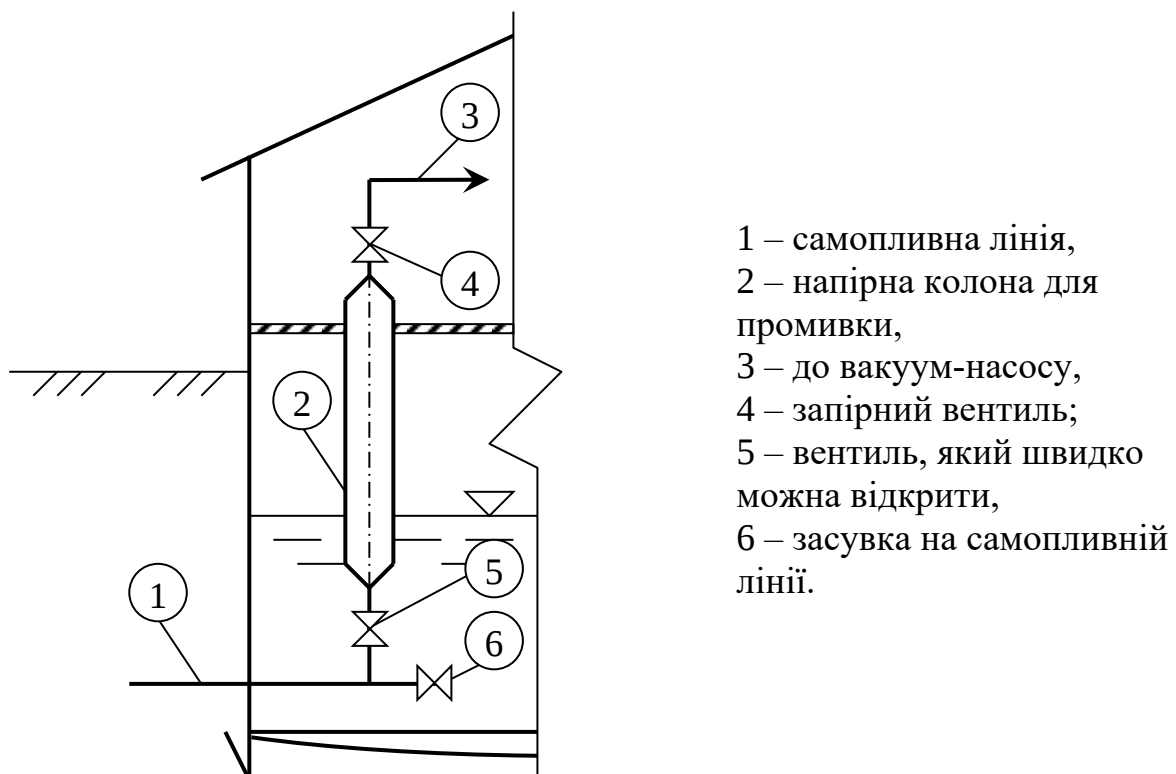


Рисунок 3.9 – Схема гідроімпульсної промивки самопливних і сифонних ліній

Боротьба з біообростанням елементів водозаборів.

Окремі елементи водозаборів обростають гідробіонтами, такими як дрейсена, болянуси, мідії, водорості. Обростання може бути як із середини (трубопроводи), так і із зовні (стіни, ґрати і т.п.).

Личинки дрейсени переміщуються під впливом потоку води. Шар дрейсени на внутрішніх стінках трубопроводів досягає 70...100 мм, а маса обростання до 7 кг/(м²·місяць). Малі личинки дрейсени можуть проходити не тільки через ґрати і сітки, але і через мікрофільтри та піщані фільтри. Відомі випадки, коли обростання зменшували діаметри трубопроводів на третину, а інколи і повністю закупорювали трубу.

Відомо, що основна маса дрейсени в деяких озерах знаходиться на глибині від 5 до 20 м. Так, наприклад, в р. Волга вона знаходиться на глибині 2...9 м. Взимку при температурі 5...8°C ракушки не розмножуються. В крупних каналах личинки дрейсени в більшості знаходяться в придонному шарі. Масовий ріст спостерігається при температурі води 16°C, а найбільш інтенсивний – при t=21...25°C. На півдні спостерігається збільшення кількості личинок в I декаду липня і III декаду серпня. Термін життя дрейсени - 5...6 років.

При наявності водоприймальних вікон на різних рівнях можна зменшувати кількість надходження в водозабір личинок дрейсени.

Одним з найбільш ефективних методів боротьби з дрейсною являється попереднє хлорування води з вводом хлору перед водоприймальними отворами. Хлорування з оптимальною періодичністю забезпечує загибель моллюсків на певній стадії їх розвитку, втрату зв'язку з поверхнями і змивом їх водними потоками. Хлорування виконується в періоди найбільш інтенсивного розмноження, коли їх ріст не перевищує 2...3 мм. Личинки дрейсени гинуть, якщо на протязі 8 годин в воді підтримувати дозу хлору 0,5...1,5 мг/л. Хлор подають в воду перед ґратами на відстані 30...40 см від них з дозою 2 мг/л. При цьому неможна допускати загибелі риби. Для хлорування можуть бути використані як стаціонарні, так і пересувні установки.

Для боротьби з біообростанням може також використовуватись вода з t≥45 °C, при якій гідробіонти гинуть через 10 хвилин. З цією ж метою може використовуватись купоросування і покриття поверхонь спеціальними фарбами.

В процесі експлуатації з метою своєчасного виявлення несправностей, зносу та інших недоліків у спорудах і обладнанні виконують *періодичні огляди*. Терміни виконання періодичних оглядів і робіт наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Терміни виконання періодичних оглядів і робіт

Споруди, обладнання, роботи	Термін огляду	Термін очищення
Оголовки і грати водоприймачів в умовах нормального режиму роботи	2 рази на рік	За необхідністю
Самопливні лінії	1 раз на рік	1 раз на рік
Береговий колодязь: в тому числі: - видалення осаду; - ремонт сіток;	2 рази на рік постійний нагляд	1 раз на рік за необхідністю
Укріплення берегової смуги біля водозабору	2 рази на рік	2 рази на рік
Перевірка стану і роботи засувки, приймальних клапанів і сіток, арматури, самопливних усмоктувальних та грязьових трубопроводів.	2 рази на рік	

Експлуатаційні роботи на водозабірних спорудах по очищенню колодязів, камер, самопливних трубопроводів проводяться відповідно до “Плану санітарно - гігієнічних заходів поліпшення якості води”. План розробляється Технічною службою Водоканалу (відділ головного технолога) та погоджується місцевим органом Державного санітарного нагляду.

В процесі експлуатації на ВЗС проводять поточний і капітальний ремонти. Види і терміни проведення робіт наведено в Додатку 1.

3.4 Експлуатація водозабірних споруд підземних джерел

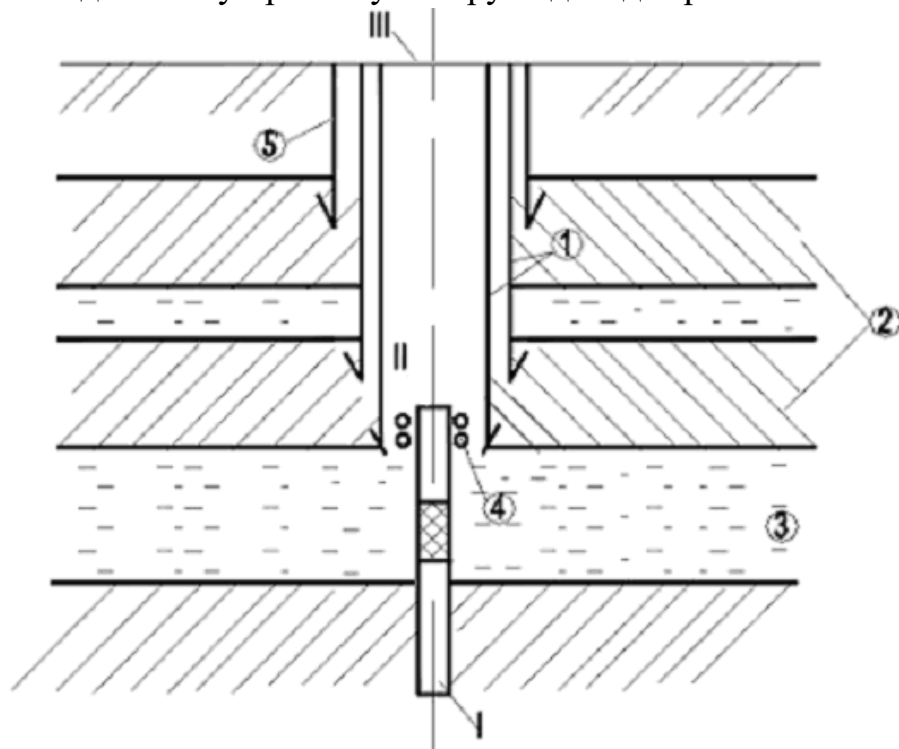
Для водопостачання з підземних джерел використовують ґрунтові води з вільною поверхнею, а також міжпластові й артезіанські води. В залежності від конкретних умов для забору води застосовують:

- а) водозабірні свердловини або трубчасті колодязі, при заляганні водоносного шару більше ніж 20 – 40 м, рис. 3.10;
- б) шахтні колодязі, при заляганні водоносного шару до 10 – 20 м, рис. 3.11;
- в) горизонтальні водозбори, при заляганні води на глибині 6 – 8 м, рис. 3.12;
- г) інфільтраційні водозбори, рис. 3.13;
- д) споруди для каптажу джерела, рис. 3.14.

Природний рівень води в колодязі або свердловині при відсутності забору води з них називають *статичним рівнем*. При відкачуванні води з колодязя або свердловини рівень води в них нижчає. При закінченні деякого часу рівномірного відкачування в свердловині встановлюється знижений, але постійний на час відкачування рівень – *динамічний рівень*. Водоприймальну частину свердловини облаштовують фільтром. Кількість води, що відкачується

із джерела при довільному динамічному рівні називають *продуктивністю або дебітом* джерела.

При експлуатації водозаборів дебіт підземних джерел коливається. Величина коливань залежить від ряду факторів: геологічного стану області живлення, кількості атмосферних осадів, температури і вологості повітря та в значному ступені від способу і режиму забору води з джерела.



I – фільтр; II – стовбур; III – горловина свердловини;
1 – обсадні труби; 2 – водонепроникна порода; 3 – водонесучий пласт, з якого забирається вода; 4 – сальник; 5 – кондуктор.

Рисунок 3.10 – Трубчастий колодязь

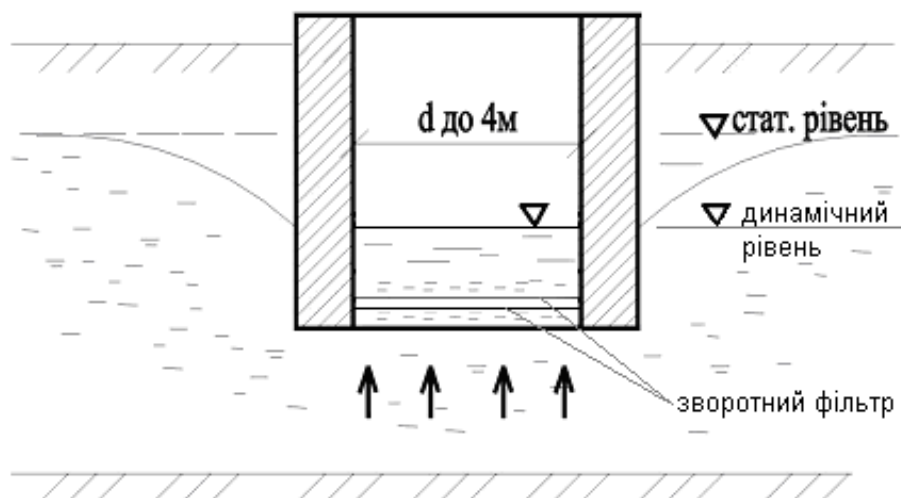
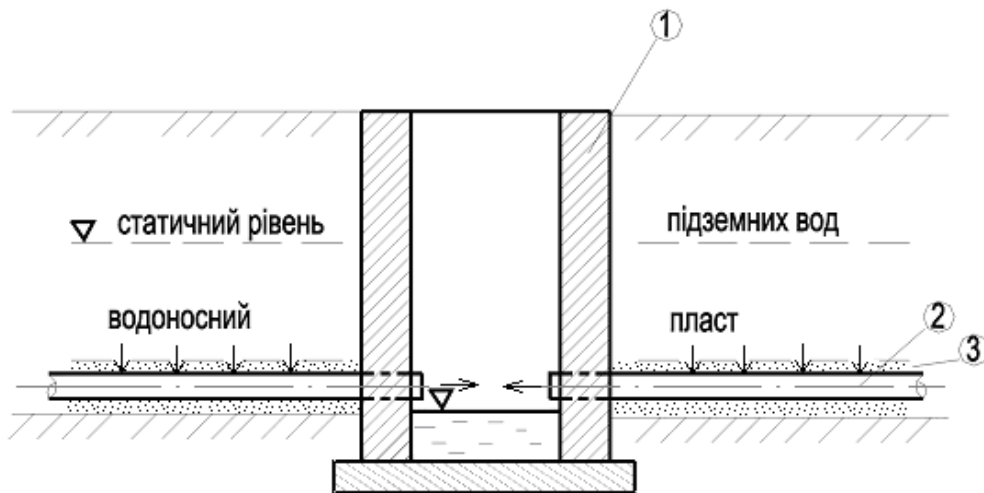


Рисунок 3.11 – Шахтний колодязь



1 – збірний колодязь, 2 – горизонтальні водозбори, 3 – зворотний фільтр.

Рисунок 3.12 – Схема горизонтального водозбору

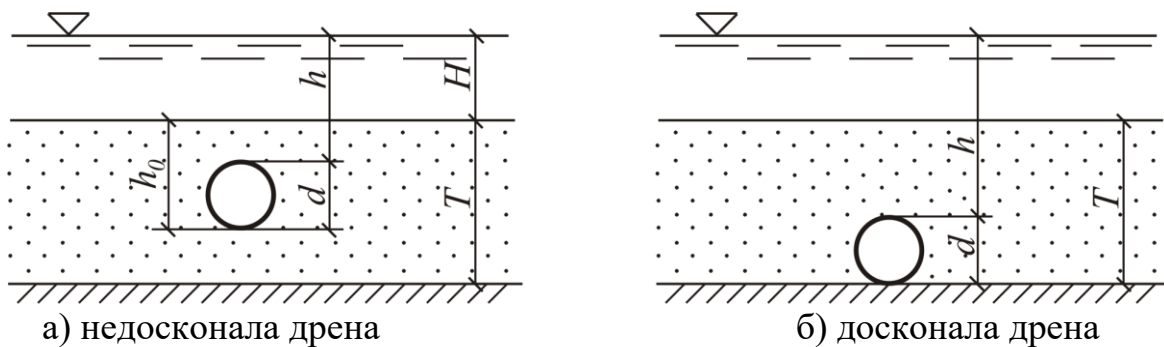


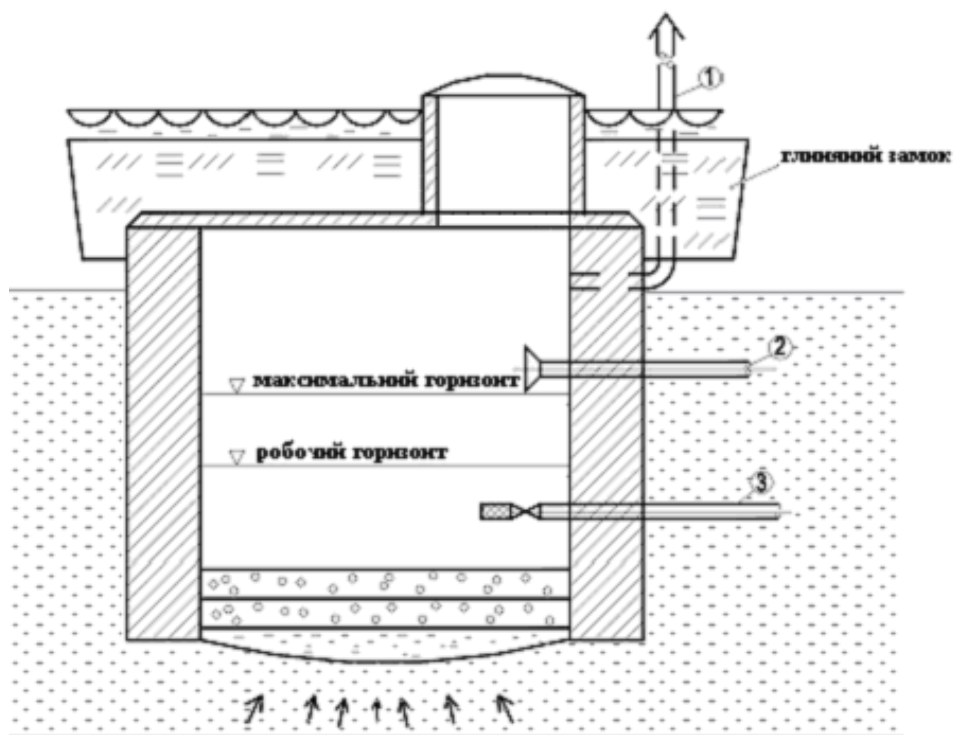
Рисунок 3.13 – Схеми підруслових водозборів

Відповідно коливається статичний рівень і питомий дебіт. Незалежно від гідрогеологічних умов дебіт свердловин і колодязів може зменшуватися за наступних причин:

- при замулюванні дна колодязя дрібним піском;
- при забрудненні зернистих порід в результаті їх цементації сполуками заліза, алюмінію, оксиду кальцію;
- при зменшенні перетину свердловини внаслідок відкладання осаду на стінках обсадних труб;
- при забрудненні фільтру;
- при опливанні порід;
- при витоках води через нещільності свердловини в нижчі горизонти, та ін.

Склад підземних вод змінюється під час експлуатації в наслідок:

- зміни природних умов живлення поверхневими водами;
- фізико – хімічних процесів, що проходять у водонасиченому шарі;
- забруднення водонасиченого шару з поверхні землі;
- переливання води з інших водонасичених шарів;
- у зв'язку з незадовільним технічним станом свердловин та ін.



1 – вентиляційна труба, 2 – переливна труба, 3 – водорозбірна труба.

Рисунок 3.14 – Каптаж висхідного джерела

Для забезпечення надійного водопостачання з підземних джерел в процесі експлуатації необхідно проводити постійні спостереження. Загальними для всіх умов експлуатації джерел є наступні:

- по всіх водозаборах щоденно фіксувати кількість забираємої води;
- один раз на місяць в кожному водозаборі відбирати проби на скорочений аналіз і один раз на квартал – на повний аналіз;
- в свердловинах і шахтних колодязях один раз на місяць вимірюють динамічний рівень і один раз на квартал – статичний рівень;
- в свердловинах і шахтних колодязях один раз на рік визначають питомий дебіт.

Водозабори всіх типів (інфільтраційні, горизонтальні, шахтні і трубчасті колодязі) після закінчення будівництва і облаштування насосами та контрольно-вимірювальними приладами випробовують з метою перевірки роботи всіх споруд шляхом пробного відкачування, визначення продуктивності водозабору та встановлення оптимального режиму його експлуатації. При прийманні споруд виконують наступні роботи: вимірюють повну глибину колодязя, визначають статичний і динамічний рівень води, питому витрату води. Перевіряють: розташування обсадних труб (позначки низ – верх), вертикальність колодязів, кріплення насосного агрегату та ін.

Поточна експлуатація свердловин і колодязів полягає в спостереженні та контролі споруд і проводиться відповідно до плану ППР. Огляд свердловин, обладнання і колодязів проводять один раз на місяць. Терміни поточного і

капітального ремонтів наведено в Додатку 1. Основні причини порушення роботи колодязів і свердловин:

- забруднення фільтру породою;
- корозія фільтрів і труб під дією агресивних вод та електрохімічна корозія;
- заростання фільтрів і труб сполуками кальцію, гідратами окислу заліза.

Для відновлення роботи свердловин застосовують механічні (металеві щітки, шкребки), хімічні (соляна кислота з інгібітором з концентрацією 10 – 15%, плавікова кислота 5 – 8%) та комбіновані методи очищення. При експлуатації свердловин з водою, що утримує органічні речовини, фільтри спочатку обробляють соляною кислотою для руйнування мінеральних осадів, а на другому етапі – сірчаною кислотою для руйнування органічних сполук. Після обробки фільтру кислотами проводять відкачування води із обробленого колодязя і розташованих поруч.

Перспективними методами відновлення продуктивності свердловин є імпульсні методи з використанням енергії вибуху детонуючого шнура та електрогідроудару.

Для визначення стану трубчастих колодязів та виявлення в них дефектів застосовують методи телебачення, фотографування.

Після виконання ремонтних робіт проводять дезінфекцію колодязів. Обробку підводної частини проводять хлорною водою з концентрацією активного хлору не менше ніж 50 мг/л і часом контакту 3 – 6 год. Для обробки надводної частини застосовують розчин з концентрацією активного хлору 50 – 100 мг/л і часом контакту 3 – 6 год. Після проведення дезінфекції проводять відкачування води до моменту зникнення помітного запаху хлору.

Контрольні запитання до розділу 3

1. Для чого призначені зони санітарної охорони?
2. З яких поясів складаються зони санітарної охорони?
3. Які кордони встановлюються для першого поясу зони санітарної охорони поверхневих джерел?
4. Які заходи підтримання санітарного стану застосовуються на території першого поясу зони санітарної охорони?
5. За якими показниками спостерігають та контролюють стан поверхневого джерела?
6. Наведіть перелік експлуатаційних робіт на водозабірних спорудах з поверхневого джерела.
7. Що таке статичний і динамічний рівні води в свердловині (колодязі)?
8. Що називають продуктивністю (дебітом) свердловини?
9. За яких причин зменшується дебіт свердловин?
10. Наведіть основні причини порушення роботи свердловини.

Розділ 4. Експлуатація зовнішніх систем подачі і розподілу води

4.1 Завдання і організація служби експлуатації мережі

Зовнішні системи подачі і розподілу води повинні забезпечувати безперебійне і надійне постачання споживачів питною водою з якістю, що відповідає санітарним нормам і вимогам діючої нормативної документації. До **головних завдань** технічної експлуатації мереж відносять:

- нагляд за станом водопровідної мережі, споруд, устаткування і обладнання на ній, технічне утримання мережі, ліквідація забруднень, промерзань та ін.;
- розробка економічних режимів експлуатації мережі та керування її роботою;
- забезпечення необхідного тиску води на вводах споживачів і розподіл потоків води відповідно до замовлень потреби в воді;
- утримання водопровідної мережі в необхідному санітарному стані, своєчасне її промивання і дезінфекція;
- поточний і капітальний ремонт мережі, ліквідація аварій і витоків;
- ведення технічної і звітної документації;
- нагляд за будівництвом і приймання в експлуатацію нових ліній мережі, споруд на ній і абонентських приєднань;
- вивчення мережі, нагляд за тиском, складання перспективних планів реконструкції і розвитку мережі.

Для виконання вказаних завдань на підприємствах ВКГ організують підрозділи з експлуатації мереж, рис.4.1.

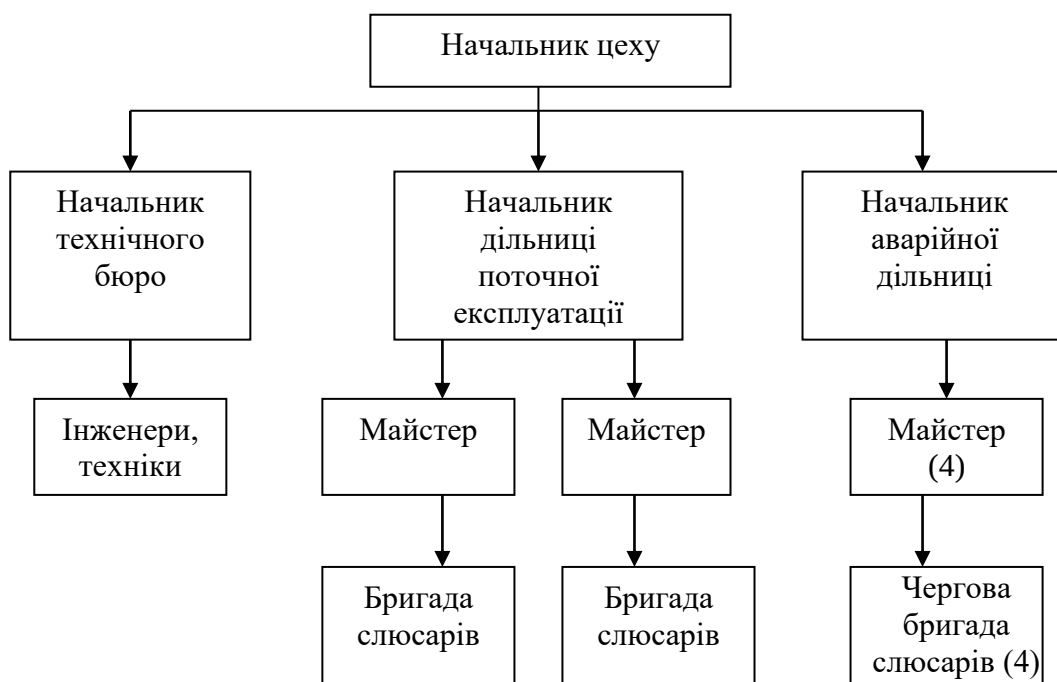


Рисунок 4.1 – Схема організації підрозділу (цеху) з експлуатації мереж

Функціонально обов'язки і задачі розподіляються наступним чином:

Технічне бюро:

- на основі результатів технічного огляду і перевірки роботи обладнання і устаткування розробляє заходи і плани по технічному утриманню мережі, технічному і капітальному ремонтам;
- виконує технічне обстеження абонентських приєднань і водовимірювальних вузлів; перевіряє технічний стан водоводу, водолічильника, запірної–регулюючої і контрольно–вимірюючої арматури та наявність витоків води із внутрішньої мережі;
- періодично виконує перевірку вільних напорів в контрольних точках мережі;
- проводить постійний моніторинг роботи мереж на основі взаємодії з диспетчерською і технічною службами підприємства, розробляє економічні режими експлуатації мережі;
- проводить коригування технічної документації.

Дільниця поточної експлуатації:

- виконує роботи по профілактичному обслуговуванню колодязів (камер), дюкерів, переходів під шляхами, промивання, прочищення, дезінфекцію труб;
- виконує поточний ремонт мережі – заміну люків, скоб, ремонт горловин колодязів та ін.;
- проводить капітальний ремонт мережі – спорудження нових або часткова реконструкція колодязів (камер), перекладку окремих ділянок ліній з повною або частковою заміною труб, заміну гідрантів, засувок, поворотних затворів, вантузів, іншого обладнання, захист від корозії і електрокорозії, ліквідацію пошкоджень дюкерів, переходів під шляхами.

Аварійно-диспетчерські дільниці виконують роботи по локалізації і ліквідації аварій на мережі. Аварією на водопровідній мережі *вважається* пошкодження трубопроводів, споруд, обладнання і устаткування або порушення їх експлуатації, що призводять до повного або часткового припинення подачі води споживачам. До аварій на мережі відносять: пошкодження стінок трубопроводів, порушення з'єднання труб, пошкодження запірної арматури, зворотних клапанів, фасонних частин, ремонт яких потребує припинення подачі води споживачам на період проведення ремонтних робіт.

Аварією на водопровідній мережі *не вважається* виведення з роботи окремих ділянок трубопроводів, споруд і обладнання, якщо такі заходи виконуються для попередження аварій, проведення планово – попереджувального ремонту, приєднання до діючої мережі нових ділянок трубопроводів і дезінфекції з попереднім інформуванням споживачів про час і

тривалість відключення. Негайному відключенню підлягають трубопроводи у випадках пошкоджень, що мають катастрофічний характер, а саме: вода розмиває дорожнє покриття, трамвайні лінії, заливає вулицю, підвали домів. В усіх випадках відключення ділянок мережі і споруд проводиться по розпорядженню диспетчерської служби.

Районування водопровідної мережі й організацію структурних підрозділів (цехів) проводять, виходячи з розрахунку, щоб протяжність мережі району не перевищувала 300 – 350 км, а відстань до найбільш віддаленої точки від місця базування підрозділу не перевищувала 10 км.

Нормативи чисельності робочих по обслуговуванню мережі та штатний розклад встановлюються відповідно до наказу Державного комітету України по ЖКГ від 1997 р. “Про затвердження норм обслуговування та нормативів чисельності працівників, зайнятих на роботах з експлуатації мереж, очисних споруд, насосних станцій ВКГ та допоміжних об’єктів на них” і “Довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників, зайнятих в усіх сферах економічної діяльності” від 1998 р. В табл. 4.1 наведено нормативи чисельності робочих з обслуговування водопровідної мережі.

Таблиця 4.1 – Нормативи чисельності робочих з обслуговування водопровідної мережі

Протяжність мережі, км, до	Чисельн. робочих	Протяжність мережі, км, до	Чисельн. робочих	Протяжність мережі, км, до	Чисельн. робочих
10	3	150	23,8	300	38,4
50	12,2	200	28,7	350	43,3
100	18	250	33,5	400	48,2

Робочі, які виконують роботи на мережах, мають професію “*слюсар аварійно – відновлювальних робіт*”.

З метою підвищення продуктивності праці, скорочення термінів ліквідації аварій, підвищення ступеню механізації робіт бригади, що працюють на мережах, забезпечуються спеціальною технікою. Сюди відносять:

- спеціальні автомашини для пересування бригад;
- автомобільні вантажопідйомні крани і підйомники;
- екскаватори, бульдозери, гідромолоти;
- пересувні компресорні та електростанції;
- пересувні відкачувальні станції;
- інша спеціальна техніка.

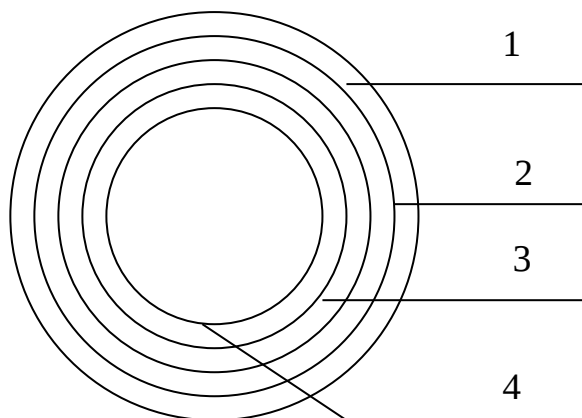
Автотракторна та спеціальна техніка експлуатується працівниками автотранспортного цеху, що входить до структури підприємства (див. рис. 1.1) і надається по замовленню для проведення робіт на мережах.

4.2 Трубопроводи, обладнання і споруди на водопровідній мережі

В сучасних умовах в системах водопостачання використовуються такі види труб: чавунні, сталеві, залізобетонні, азбоцементні, пластмасові.

В наш час випускаються *чавунні труби* з розтрубним з'єднанням і різними видами ущільнення розтрубних з'єднань (конопляним, гумовим пасмом) довжиною 2 – 7 м і з широким сортаментом – 65 – 1000 мм. Для захисту від корозії труби на заводі покривають асфальтовою плівкою зовні й з середини.

В останні роки все більш широке застосування знаходять чавунні труби ВЧШГ (высокопрочный чугун с шаровидным графитом), рис. 4.2. Номенклатура трубної продукції: діаметри 100 – 1000 мм, довжина 6 м, робочий тиск від 1,6 – 6,4 Мпа (в залежності від типу розтрубного з'єднання). Труби ВЧШГ забезпечують високу надійність роботи трубопровідних систем: корозійна стійкість в 5 раз перевищує стійкість сталевих труб, термін служби гарантується заводом-виробником більше 80 років, стійкість до великих зовнішніх і внутрішніх навантажень, ударна міцність.



1 – бітумне покриття; 2 – цинкове покриття; 3 – ВЧШГ;
4 – цементно-піщане покриття.

Рисунок 4.2 – Труба типу ВЧШГ в перерізі

Сталеві труби випускаються довжиною 10 – 12 м і діаметром 100 – 1400 мм. Сталеві труби випускаються з гладкими кінцями і основним видом їх з'єднання є зварювання. Для захисту від корозії зовнішньої поверхні труб використовують декілька видів ізоляції: бітумно-полімерну, бітумно-мінеральну, полімерну, бітумно-гумову. Гарантований термін використання – до 25 років.

Залізобетонні труби виготовляються методами віброгідропресування і центрифугування діаметром від 500 до 1600 мм і довжиною 5 м, а також методом вібрації зі сталевим циліндром діаметром від 600 до 1500 мм і довжиною від 2 до 9 м. З'єднання залізобетонних труб розтрубне з герметизацією гумовим кільцем. Термін служби – до 50 років.

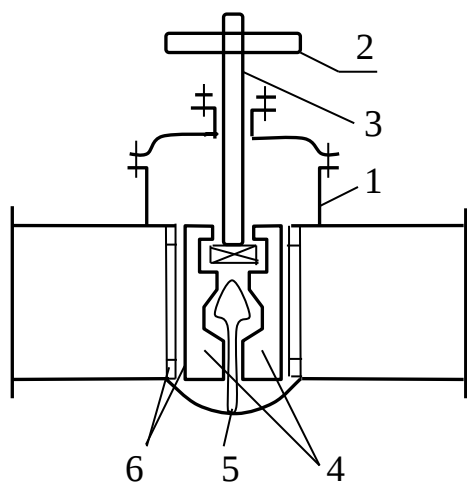
Азбоцементні труби виготовляють з суміші портландцементу (75-80%) і азбестового волокна (29-25%). Випускають труби діаметром 100 – 500 мм і довжиною 2,95 – 5,95 м. Для з'єднання труб використовують азбоцементні муфти. Маючи низькі механічні характеристики, з точки зору довгострокової експлуатації, азбоцементні труби в системах комунального водопостачання практично не використовуються.

Пластмасові труби виготовляють з різних полімерних матеріалів: поліетилену марки ПЕ-100+; полівінілхлориду (вініпласту). Виготовлення труб проводять відповідно ДСТУ Б В.2.7-151:2008 (поліетилен марки ПЕ-100+); ДСТУ Б В 2.7-141:2007 (полівінілхлорид). Труби з поліетилену мають діаметр від 32 до 1200 мм. Довжина труб: до діаметра 110 мм – бухти довжиною 100 – 200 м, від діаметра 125 мм – відрізками 5 – 13 м. Розрахунковий термін служби – до 100 років. Труби з полівінілхлориду виготовляються діаметром 110 – 400 мм і довжиною 2 – 6 м. Розрахунковий термін служби – до 50 років. Труби випускаються як під розтрубні з'єднання з гумовим ущільнюючим кільцем, так і з гладким кінцями під зварювання. Переваги пластмасових труб: мала маса, мала шершавість стінок, мала теплопровідність, висока стійкість проти корозії, простота обробки і з'єднання.

При улаштуванні зовнішніх водопровідних мереж використовують такі основні типи арматури:

- запірні і регулюючі – засувки і вентилі;
- водорозбірні – вуличні водорозбірні колонки і крани, пожежні гідранти;
- запобіжні – запобіжні і зворотні клапани і повітряні вантузи (для впуску і випуску повітря), гасителі гідравлічних ударів.

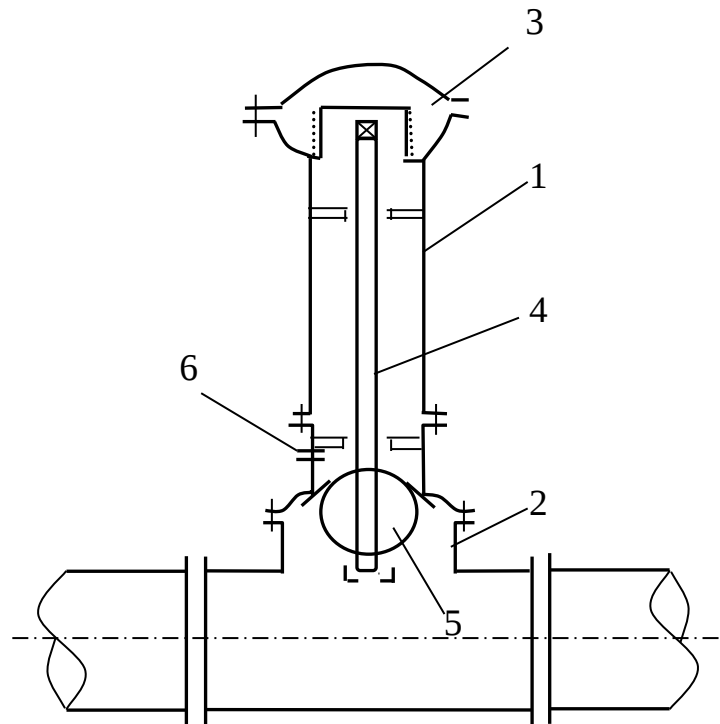
Засувки – це устрої, в яких шляхом підняття чи опускання дисків або переміщення конусів забезпечується перекривання або зменшення потоків води, рис. 4.3.



- 1 – корпус,
- 2 – маховик,
- 3 – шпіндель,
- 4 – запірні диски,
- 5 – клин,
- 6 – ущільнюючі кільця.

Рисунок 4.3 – Засувка паралельна

Пожежні гідранти призначені для подачі води при гасінні пожежі. Схема пожежного гідранту підземного типу наведена на рис. 4.4.



1 – корпус; 2 – фланець пожежної підставки; 3 – кришка;
4 – шпіндель; 5 – кульковий клапан.

Рисунок 4.4 – Пожежний гідрант підземного типу

Для забору води і відкривання гідранту служить стендер, рис. 4.5.



1 – корпус,
2 – рукоять,
3 – маховички або гайки,
4 – патрубки з напівгайкою “рот”,
5 – шибєр,
6 – шпіндель,
7 – муфта для відкриття гідранта,
8 – нарізна муфта.

Рисунок 4.5 – Колонка (стендер) для пожежного гідранта

Запобіжна арматура (запобіжні і зворотні клапани, вантузи для впуску і випуску повітря), гасителі гідравлічних ударів. Для захисту мереж і водоводів від підвищення тиску при гідравлічних ударах використовуються запобіжні клапани, рис. 4.6 і гасителі ударів, рис. 4.7.

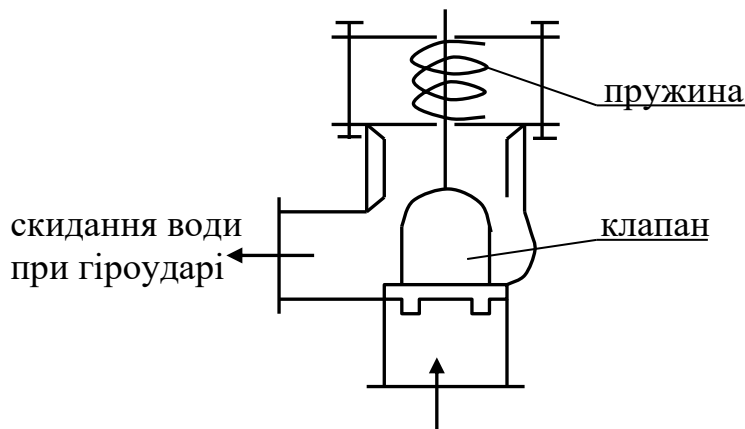
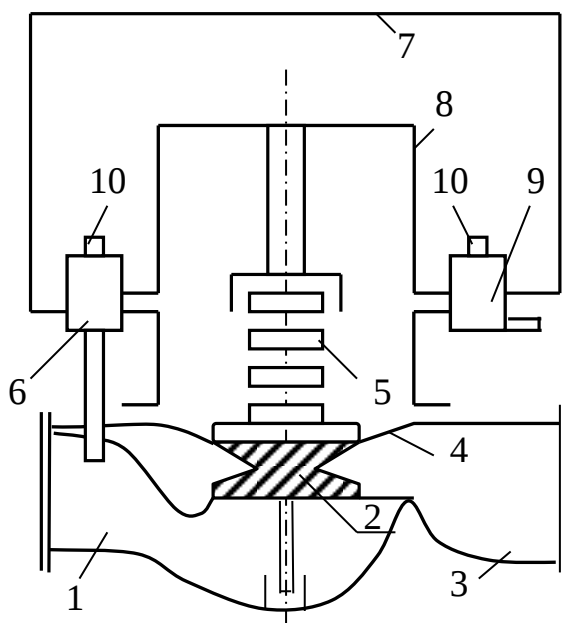


Рисунок 4.6 – Пружинний запобіжний клапан



- 1 – підводящий патрубок,
- 2 – запірний клапан,
- 3 – відводящий патрубок,
- 4 – мембранний виконуючий механізм,
- 5 – пружина,
- 6 – клапан витрати,
- 7 – імпульсна трубка,
- 8 – водоповітряна ємність,
- 9 – датчик тиску,
- 10 – регулюючі гвинти.

Рисунок 4.7 – Універсальний гаситель гідравлічного удару

Для боротьби з гідравлічним ударом використовуються також впуск повітря в місце розриву суцільності потоку через спеціальний клапан, рисунок 4.8,а. Такий клапан аналогічний пружинному запобіжному клапану, але відкривається в середину. Для випуску повітря використовуються вантузи для випуску, рис. 4.8,б.

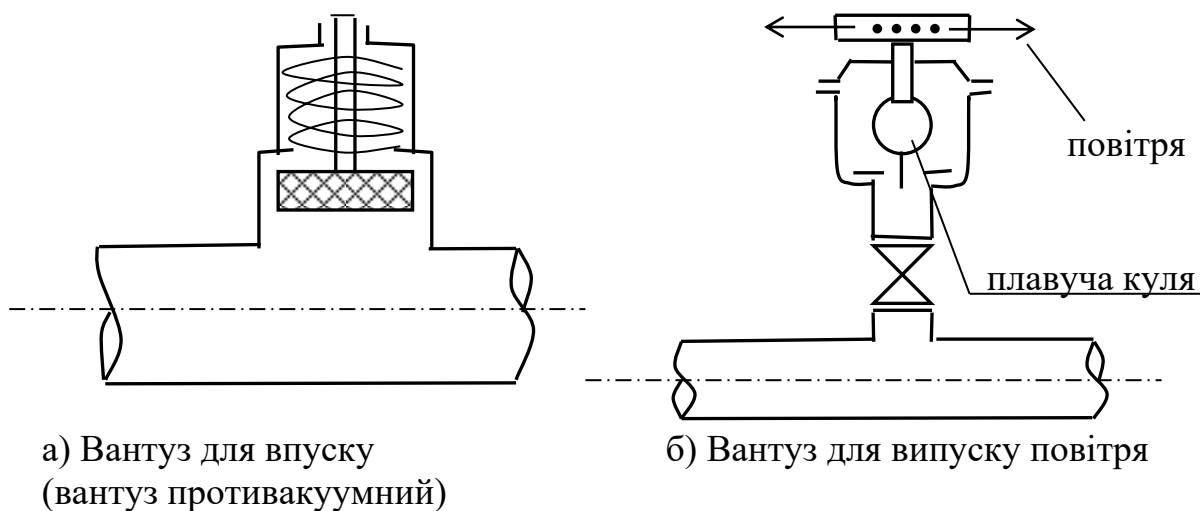


Рисунок 4.8 – Вантузи для впуску і випуску повітря

Для встановлення арматури на мережі використовують *оглядові колодязі*, рисунок 4.9.

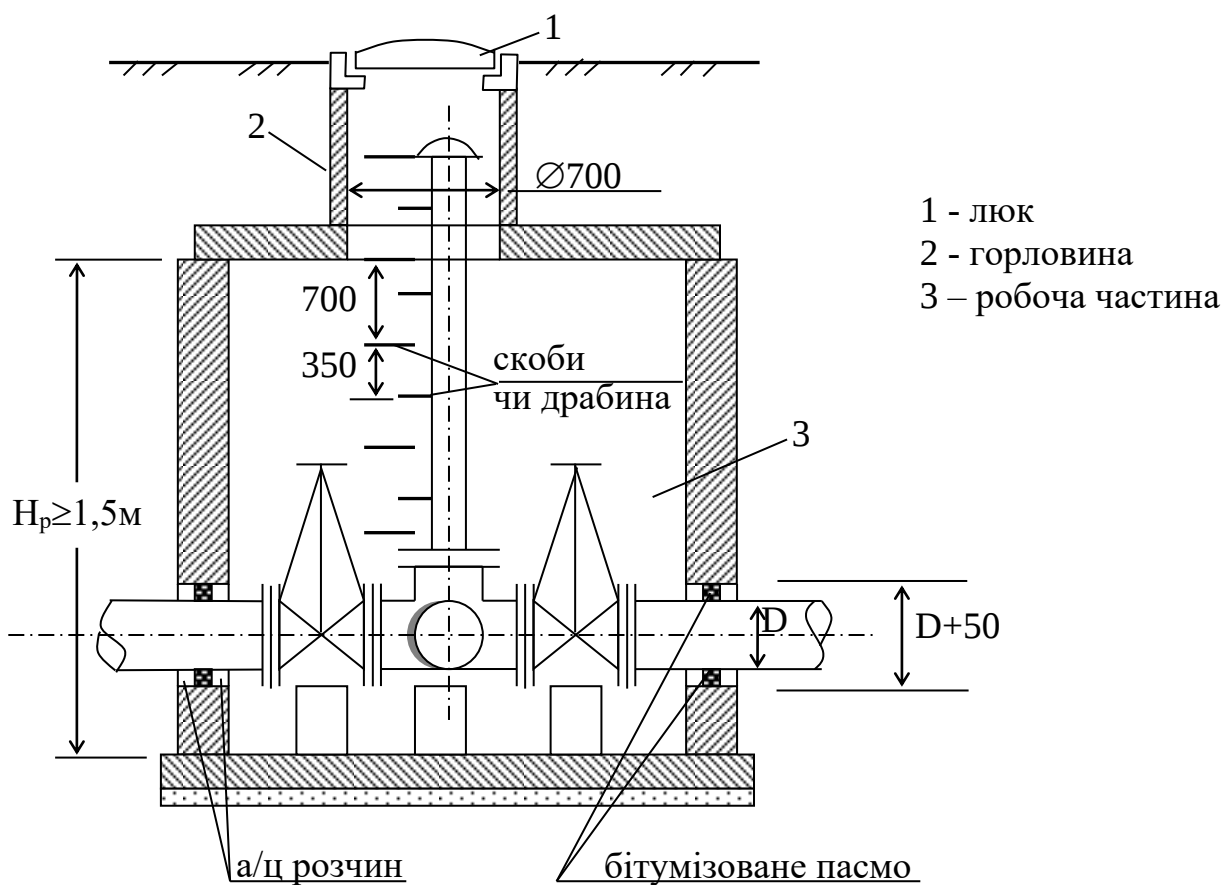


Рисунок 4.9 – Оглядовий колодязь

При необхідності переходу водопровідних ліній через шляхи, річки і яруги використовуються спеціальні схеми переходів. Для прокладання трубопроводу через залізницю, автомобільні шляхи його укладають у запобіжний футляр із сталевих труб діаметром більшим, ніж діаметр трубопроводу (рис.4.10). Трубопровід і футляр повинні мати ухил в одну сторону, і футляр повинен входити в один із колодязів, які влаштовуються на кінцях переходу. В цих оглядових колодязях встановлюються засувки і патрубки для впуску повітря і випуску води.

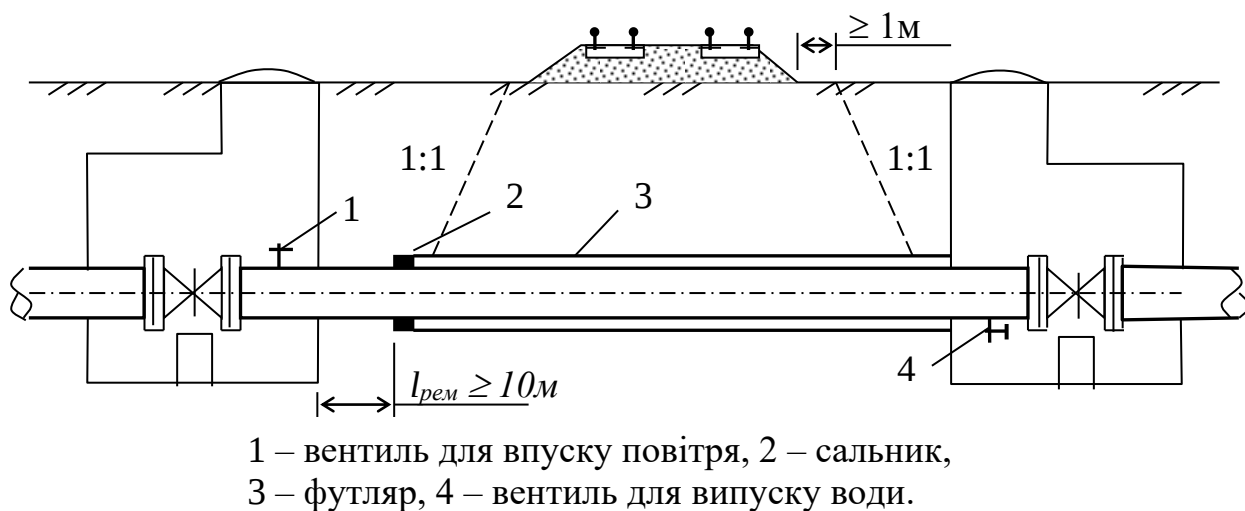


Рисунок 4.10 – Схема переходу під залізною дорогою

При спорудженні переходів під електрифікованою залізною дорогою незалежно від того, що передбачено для захисту від блукаючих струмів, робоча труба встановлюється на діелектричні опори, які мають текстолітові прокладки.

Для шляхів невисокого класу (автодороги III, IV, V класу; промислові II, III класу) можуть виконуватися переходи без футлярів, але з усіма другими елементами переходу.

Прокладання трубопроводу через річку, яр або канал може здійснюватись за допомогою дюкеру (рис. 4.11) або по мосту. При переході повинно бути не менше, ніж 2 нитки. Верх трубопроводу слід розміщувати не менше, ніж на 0,5 м нижче дна водойми, а в межах фарватера на судохідних річках – не менше, ніж на 1,0 м.

При прокладці дюкеру слід враховувати можливість розмиву і переформування русла ріки. На судохідних ріках місце і глибина прокладки дюкеру повинна узгоджуватися з другими водокористувачами (річковиками, рибниками і т.п.).

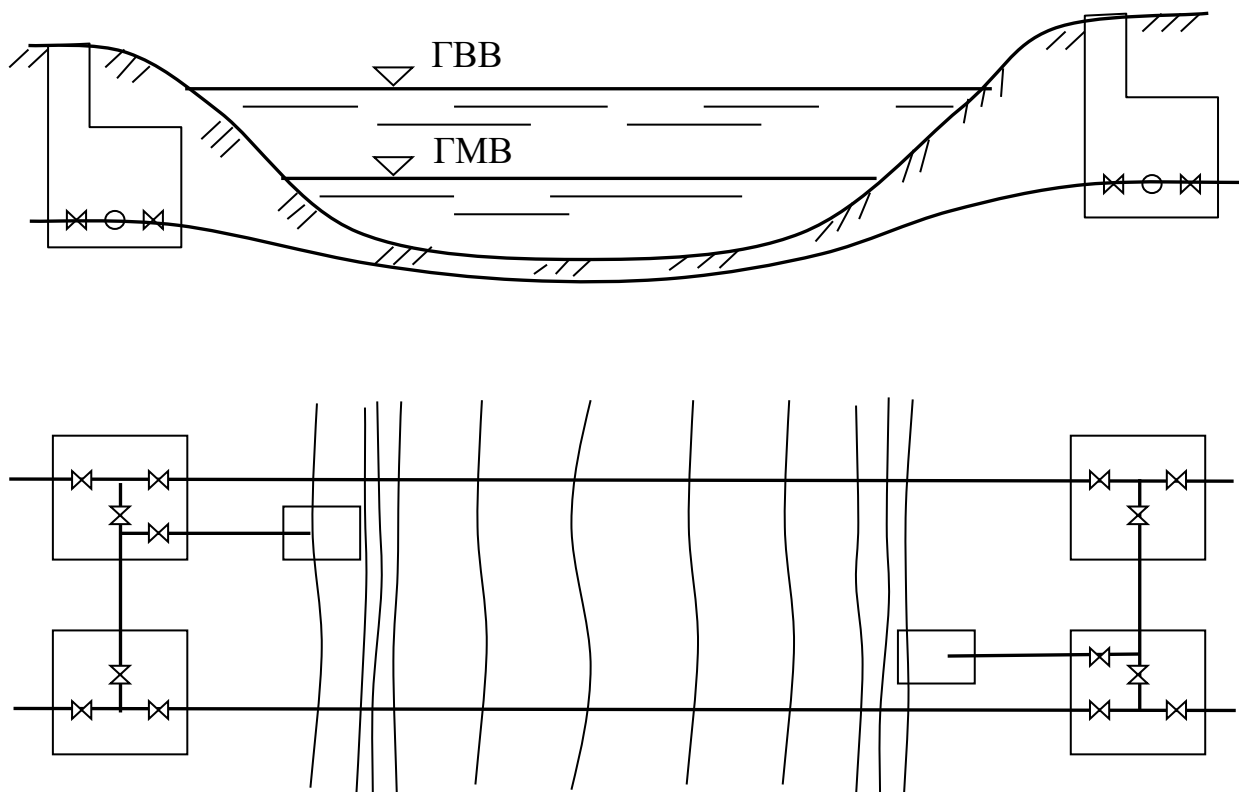


Рисунок 4.11 – Схема переходу через річку

Крім підземних переходів через перешкоди можуть улаштовуватись і надземні переходи. В якості таких переходів можуть бути переходи на містках, на естакадах, у вигляді самонесучих арок, у вигляді “провисаючої нитки”, яка закріплена на берегах і не потребує проміжних опор. Вибір типу прокладки визначається в залежності від місцевих умов.

4.3 Нагляд за станом водопровідної мережі, споруд, устаткування і обладнання на ній, технічне утримання мережі, ліквідація забруднень, промерзань

Нагляд за станом мережі виконують при обході трас трубопроводів шляхом огляду та перевірки роботи споруд і обладнання.

Зовнішній обхід і огляд трас водопровідної мережі виконують не рідше одного разу на два місяці. При цьому перевіряють:

- стан координатних табличок;
- зовнішній стан колодязів, наявність та щільність прилягання кришок, цілісність люків, кришок, горловин, скоб, драбин, присутність води в колодязі або її протікання;
- наявність просадки ґрунту по трасі або поблизу колодязів, наявність розривів по трасі мережі, а також проведення недозволених робіт по облаштуванню приєднань до мережі;
- роботоспроможність та дію вуличних водорозборів.

Під час зовнішнього огляду спуск в колодязі забороняється.

Більш *глибокий (технічний) огляд* та профілактичне обслуговування мережі проводять з опусканням в колодязь два рази на рік, при цьому виконують наступні види робіт:

- в колодязях і камерах – їх очищення та відкачування води (при необхідності), відколювання криги в горловинах, профілактичне обслуговування розтрубних і фланцевих з'єднань, розгонку шпінделів засувки, перевірку роботи байпасів, регулювання електроприводу, огляд вантузів, регуляторів тиску, пожежних гідрантів з встановленням на них стендерів та, при необхідності, заміну скоб, ремонт драбин, заміну кришок;
- на дюкерах – перевірку на витоки;
- на переходах під шляхами – перевірку на загазованість, огляд переходів та розташованих в них пристроїв.

На основі результатів оглядів і перевірки роботи обладнання складають дефектні відомості та розробляють заходи по технічному утриманню мережі шляхом проведення профілактичних, поточних і капітальних ремонтів. Перелік основних видів робіт по поточному і капітальному ремонтам наведено в табл.4.2.

Прочищення водопровідних труб проводять механічним, хімічним та гідропневматичним методами. Для механічного очищення використовують металеві шкребки, щітки. Для протягування обладнання через ділянки труб, що очищаються, застосовують багатожильний сталевий еластичний трос з перетином 3 – 5 мм і довжиною на 10 – 15 м більше довжини ділянки що очищається. Для відновлення пропускної спроможності труб використовують трубоочищувальний снаряд Ду-300. Снаряд вводять в трубу і під тиском води він просувається самостійно, при цьому видаляє та руйнує продукти обростання.

Хімічне очищення трубопроводів застосовують, як правило, коли відкладення складаються із карбонату кальцію (CaCO_3). Для очищення підготовлюють 8 – 10% розчин інгібірованої соляної кислоти і прокачують його через ділянку трубопроводу спеціальним насосом. В господарсько-питних водопроводах хімічне очищення використовується досить рідко.

При гідропневматичному способі очищення через трубу пропускають суміш води і повітря в пропорції 1:6. При сумісному русі води і повітря міняється структура потоку. Стиснене повітря розширюється і за рахунок своєї енергії створює підвищення швидкості повітряно-водяної емульсії, яка розмиває ущільнені відкладення. Гідропневматичне очищення мережі проводять на ділянках довжиною 200 – 500 м.

Таблиця 4.2 - Види робіт по поточному і капітальному ремонтам

Найменування об'єкту	Поточний ремонт	Капітальний ремонт
Засувки	Набивання сальників, підтягування гайок, заміна болтів, прокладок, фарбування корпусу	Розбирання засувок, чистка, змащування, заміна зношених частин, заміна зношених засувок
Пожежні гідранти	Ремонт кріплення, заміна болтів, прокладок, фарбування корпусу	Ремонт із заміною зношених частин, встановлення нових пожежних підставок з встановленням гідрантів
Вантузи і запобіжні клапани	Заміна болтів, прокладок, регулювання, фарбування корпусу	Ремонт з заміною зношених частин, перевірка роботи, встановлення нових клапанів і вантузів
Будинкові водопровідні вводи	Ремонт окремих ушкоджених місць	Перекладання зношених труб, очищення для відновлення пропускної спроможності, встановлення регуляторів тиску
Захист мережі від корозії блукаючим струмом	Знімання потенціальних діаграм трубопровід – земля з метою виявлення анодних зон	Встановлення захисту трубопроводів
Трубопроводи і мережі	Ліквідація місць витоків шляхом встановлення ремонтних муфт, хомутів або зварюванням. Підчеканювання окремих розтрубів Перевірка на витoki окремої ділянки мережі	Заміна ділянок труб Обстеження мереж на витoki на ділянці, що підлягає капітальному ремонту Гідропневматичне промивання мережі; повна заміна гідроізоляції
Колодязі і камери	Ремонт окремих місць порушеної кладки, ремонт скоб, драбин, ремонт люків	Ремонт колодязів і камер із заміною перекриття, демонтаж і заміна зношеної арматури та фасонних частин, заміна кришок, заміна драбин і скоб, повне відновлення гідроізоляції
Дюкери і водовипуски	Очищення від бруду, фарбування, ремонт і заміна дюкерних знаків	Перекладання оголовків водовипусків і дюкерів, відновлення гідроізоляції

Після всіх видів очищення, по їх завершенні, проводять промивання та дезінфекцію ділянок трубопроводів. Промивання і дезінфекцію проводять в декілька етапів: промивання – дезінфекція – кінцеве промивання до отримання двох задовільних бактеріологічних та фізико – хімічних аналізів води.

При експлуатації мереж приймають заходи щодо запобігання замерзання води в трубах і арматурі. Профілактичним заходом запобігання промерзанню є

прокладання труб нижче глибини промерзання ґрунту. Арматуру (пожежні гідранти, засувки, вантузи), що встановлюється в оглядових колодязях, щорічно утеплюють, використовуючи допоміжну термоізоляцію. З цією метою в горловинах оглядових колодязів встановлюють допоміжне перекриття з дощок (на 0,4 – 0,5 м нижче кришки колодязя) на яке вкладають мінеральну вату, войлок, паклю та ін. Відігрівання замерзлих ділянок труб проводять гарячою водою, паром або пропусканням електричного струму.

4.4 Несправності на мережах та методи їх усунення.

Найбільш вразливими на трубопроводах є з'єднання. Витоки в з'єднаннях труб тимчасово усувають заклинюванням отвору дрібними дерев'яними клинами; в разі витоків води через прокладку фланцевого з'єднання – підтягують болти або замінюють прокладку; невеликі тріщини в сталевих трубах зачеканюють або накладають хомут з еластичною прокладкою. При витоках води через закриті засувки міняють сальникову набивку.

Проздовжні тріщини в стінках труб усувають накладанням муфт. В чавунних трубах попередньо перевіряють (за допомогою ударів молотка) можливість розростання тріщини. В подальшому, щоб запобігти розростання тріщини на її кінцях свердлять отвори діаметром 1 – 3 мм. Тріщини в сталевих трубах заварюють.

Свищі в трубах діаметром не більше 25 мм ліквідують шляхом розсвердлювання стінок труби з наступним встановленням сталевого або бронзового корка, обмотаного прядивом на фарбу. Групові свищі та свищі діаметром більше 25 мм на чавунних трубах ліквідують накладанням муфт з еластичною резиною прокладкою для герметизації.

Переломи чавунних труб усувають встановленням накладних муфт з резиновими прокладками: частину труби в місці перелому вирубують, встановлюють нову ділянку труби і закріплюють її насувною муфтою.

Одним з видів капітального ремонту трубопроводів є заміна ділянок зношених труб. Відновлення ділянок труб може бути виконано з використанням двох технологій: *траншейної та безтраншейної*. При застосуванні траншейної технології проводять розриття ґрунту по всій ділянці, що замінюється, видаляють зношені труби та на їх місце встановлюють нові. В багатьох випадках, особливо в місцях щільної забудови території та великої кількості інженерних мереж проведення земляних робіт (розкопування траншей) обмежено або і зовсім унеможлиблюється. При проведенні земляних робіт виникає ризик руйнування будівель, осідання фундаментів, зсуву підземних споруд; можливі порушення руху транспорту а також виникнення інших причин, що ускладнюють нормальне функціонування міста.

В останні роки широке застосування знаходять безтраншейні методи відновлення трубопроводів, завдяки яким досягається висока швидкість ремонту та значна фінансова економія. Технологія безтраншейного ремонту складається з декількох послідовних етапів:

- прочищення ушкодженої ділянки з використанням механічних засобів або промивання під тиском;
- візуальний огляд внутрішньої поверхні трубопроводу з використанням телевізійної камери з реєстрацією ушкоджень і технічних характеристик труби на комп'ютері;
- вибір метода і технології відновлення труб;
- відновлення ділянки трубопроводу.

Для систем водопостачання найбільш поширеними є наступні методи відновлення трубопроводів:

- метод руйнування старого трубопроводу;
- метод “труба в трубі”;
- метод PHOENIX (ФЕНІКС);
- метод PSL - використання “м'якої панчохи” для напірних труб;
- метод SWAGELINING.

В методі *руйнування старого трубопроводу* використовується пробійник, що закріплюється на новій трубі. Він протягується через існуючу трубу, руйнує її та замінює її новою поліетиленовою трубою. Існує декілька видів пробійників і вибір якогось одного залежить від загального стану ґрунту.

Метод “*труба в трубі*”, рисунок 4.12, найбільш часто використовують для реконструкції напірних трубопроводів безтраншейними методами. Нова поліетиленова труба протягується в старий ушкоджений трубопровід із траншеї, що копають на початку дефектної ділянки. Перед встановленням нові ділянки труб зварюються. Використання методу “труба в трубі” дозволяє протягувати в старі трубопроводи нові труби довжиною декілька сот метрів при мінімальних об'ємах земляних робіт. Цей метод застосовується, в основному, для реконструкції прямолінійних ділянок труб і водопровідних мереж великих діаметрів.

Метод *ФЕНІКС* застосовують при реконструкції напірних труб, включаючи сталеві труби для транспортування технічної води. Панчоха ФЕНІКС – це просичена смолою панчоха з поліестеру що покривається поліетиленом. Відновлення труби за методом ФЕНІКС виконують за допомогою панчохи, яка вводиться в стару трубу під дією стисненого повітря а потім отверджується паром. Після отвердження панчоха щільно прилягає до внутрішньої поверхні старої труби.

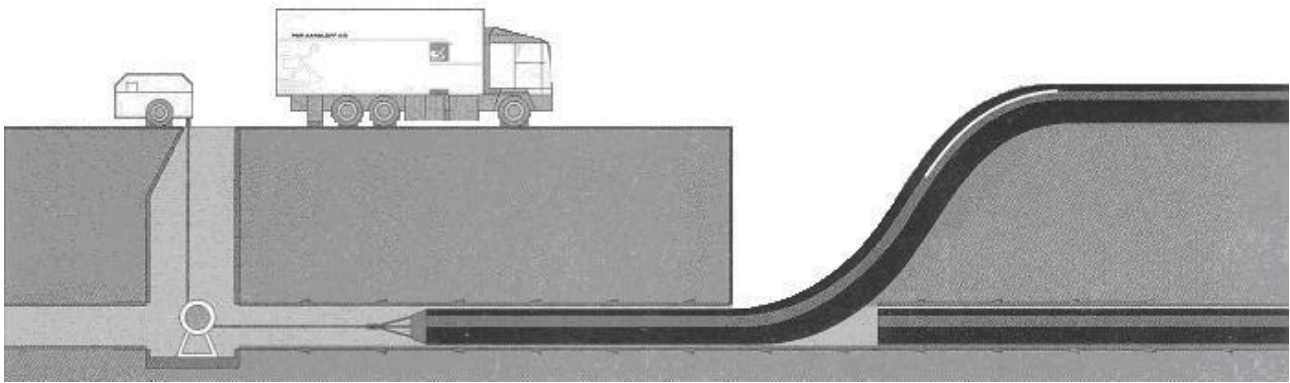


Рисунок 4.12 – Метод “труба в трубі”

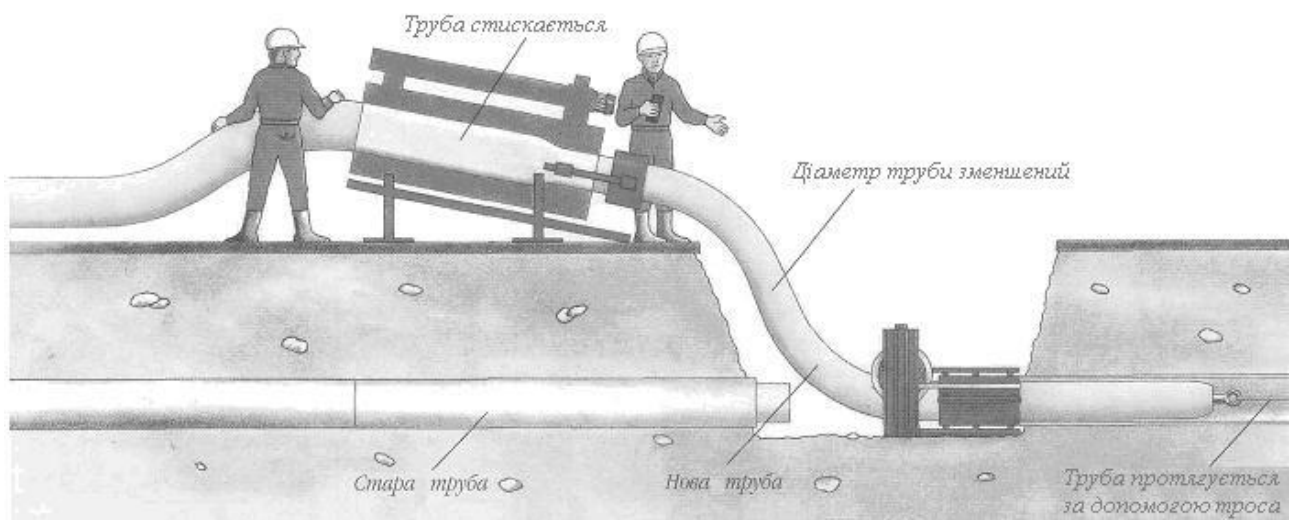


Рисунок 4.13 - Метод SWAGELINING

Метод *PSL* використовують для відновлення трубопроводів великих діаметрів питної води, технічної води. Основним елементом метода є виготовлена по спеціальному замовленню панчоха з кислотостійкого волокна, яке армоване просиченим смолою скловолокном, а на внутрішню поверхню панчохи нанесено поліетилен. Панчоха вводиться в стару трубу під тиском води, після чого вулканізується паром. Панчоха відрізняється великою гнучкістю, що дозволяє проходити всі вигини мережі.

Метод *SWAGELINING*, рисунок 4.13, застосовують для безтраншейної реконструкції чавунних та сталевих труб. Реконструкцію згідно з цим методом виконують в такій послідовності: зварюють секції поліетиленових труб, протягують отриману трубу через спеціальну матрицю, яка зменшує зовнішній діаметр труби. Після цього нова труба із зменшеним зовнішнім діаметром протягується в стару трубу. Коли нова труба отримає необхідне положення, вона розширяється доки її зовнішній діаметр не сягне розміру внутрішнього

діаметру старої труби. При використанні такого методу не застосовуються цементний розчин або спеціальні отверджувачі.

Контрольні запитання до розділу 4

1. В чому полягають основні завдання служби мережі?
2. Наведіть перелік основних підрозділів цеху з експлуатації мереж водопостачання та їх завдання.
3. З яких матеріалів виготовляють труби для водопровідних мереж?
4. Які основні типи арматури, що встановлюється на мережі ви знаєте?
5. Які види робіт виконують при технічному огляді трас?
6. Наведіть перелік основних несправностей на трубах та методи їх усунення.
7. Які основні методи безтраншейного відновлення трубопроводів ви знаєте?
8. Що собою уявляє метод “труба в трубі”?

Розділ 5. Експлуатація насосних станцій

5.1 Організація експлуатації насосних станцій

По своєму призначенню і розташуванню в загальній схемі водопостачання насосні станції (НС) підрозділяються на станції I підйому, II підйому, підвищувальні і циркуляційні.

Насосні станції I підйому забирають воду з джерела водопостачання і подають її на очисні споруди або, якщо не вимагається очищення води, безпосередньо в резервуари, розподільну мережу, водонапірну башту або інші споруди залежно від прийнятої схеми водопостачання. На промислових підприємствах з процесами, що пред'являють різні вимоги до якості води, на одній і тій же насосній станції можуть бути встановлені насоси, що подають воду як на очисні споруди, так і безпосередньо на підприємства без очищення.

Насосні станції II підйому служать для подачі очищеної води споживачам з резервуарів чистої води. В деяких випадках насоси I і II підйому можуть бути розміщені на одній станції, що дозволяє зменшити витрати на будівництво і експлуатацію. Проте, таке рішення не завжди можливе і залежить від виду вододжерела, наявності і типу очисних споруд, від рельєфу місцевості і тощо.

Підвищувальні насосні станції (станції підкачки) призначені для підвищення тиску у водопровідній мережі або у водоводі. В цьому випадку вода забирається з однієї мережі (ділянки водовода) і під підвищеним натиском подається в подальшу ділянку довгого водовода.

Циркуляційні насосні станції входять в схеми оборотного технічного водопостачання промислових підприємств і теплових електростанцій. На цих станціях одні насоси подають відпрацьовану на підприємстві воду на охолоджуючі або очисні пристрої, а інші насоси повертають підготовлену воду знову до виробничих установок.

До складу НС входить обладнання, що поділяється на слідуючі групи:

1. Основне енергетичне обладнання включає насоси та приводні двигуни. Комплекс, що складається із насоса та приводного двигуна, називається гідроагрегатом або агрегатом НС.
2. Трубопровідне обладнання включає трубопровідну арматуру – затвори, засувки, клапани, спеціальні фасонні частини, шандори водоприймальних вузлів, тощо.
3. Механічне обладнання включає підйомно–транспортні механізми, сміттеутримуючі механізми.
4. До допоміжного обладнання відносять систему технічного водопостачання, дренажні системи, вакуумні системи, обладнання для змащування.

5. Контрольно – вимірювальні прилади, системи автоматизації і управління: шафи, пульти управління, реле, контролери, прилади для вимірювання тиску, витрат, температури, потужності, сили струму тощо.
6. Електротехнічні пристрої включають силові трансформатори, розподільчі пристрої, виводи високої та низької напруги, струмопроводи, заземляючі контури, електроприводну арматуру.
7. Протипожежні та санітарно – технічні пристрої: системи опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, питного водопостачання та ін.

На підприємствах ВКГ (Водоканалах) насосні станції I і II підйомів, як правило, входять до складу підрозділів, що експлуатують водозабірні і очисні споруди. Організація експлуатації таких насосних станцій покладається на адміністрацію очисних споруд. Для експлуатації НС, що працюють на мережах водопостачання організують підрозділи (цехи, ділянки) для обслуговування цих насосних станцій.

Для виконання ремонтних робіт та поточного обслуговування НС повинні бути організовані наступні групи (ділянки):

- група механіка – насосне обладнання, підйомно–транспортні механізми, трубопровідне обладнання, протипожежні та санітарно – технічні системи, допоміжне обладнання;
- група енергетика – приводні електродвигуни, електротехнічні пристрої, контрольно–вимірювальні прилади, системи автоматизації і управління;
- діляниця машиністів насосного обладнання;
- група ремонтно–будівельна – будівлі і споруди станції.

5.2 ППО і ППР устаткування насосної станції

Системою ППР споруд і устаткування насосної станції є сукупність організаційно-технічних заходів щодо нагляду і догляду за спорудами і по всіх видах ремонту, здійснюваним періодично згідно з наперед складеним планом з метою попередження передчасного зносу, запобігання аваріям і забезпечення безперебійної роботи насосної станції.

Планово–запобіжні ремонти проводяться відповідно до вимог «Положення про проведення планово-запобіжного ремонту водопровідно-каналізаційних споруд», розробленого Міністерством житлово-комунального господарства РРФСР. У «Положенні» містяться: форми дефектної відомості і журналу оглядів і ремонтів устаткування, споруд і будівель; вказівки про порядок і терміни проведення ремонтних робіт, а також класифікація поточного і капітального ремонтів водопровідно-каналізаційних споруд. «Положення» є нормативним документом.

Догляд за устаткуванням і спорудами повинен проводитися відповідно до правил технічної експлуатації та інструкцій заводів-виробників устаткування, з дотриманням вимог і правил охорони праці.

Встановлені черговим персоналом дефекти аварійного характеру, а також дрібні несправності ліквідуються невідкладно. В цілях своєчасного виявлення несправностей і зносу в устаткуванні і спорудах проводяться планові періодичні огляди (ППО), які проводяться по календарному плану технічним керівником цеху або головним інженером разом з працівниками, обслуговуючими дане устаткування і особами, відповідальними за ремонт. За результатами ППО здійснюється запис всіх відмічених дефектів в дефектній відомості (форма 1). Потім на підставі цих записів заповнюється журнал ремонтів устаткування.

Форма 1

Дефектна відомість

Підприємство

Дата складання	Характеристика агрегату, споруди	Опис дефектів	Заходи по усуненню	Термін виконання	Підпис особи що проводила огляд

Ремонтні роботи, направлені на підтримку і відновлення первинних експлуатаційних якостей устаткування, підрозділяються на ремонти: *поточний і капітальний*. Поточний ремонт припускає усунення дрібних пошкоджень і може бути профілактичним і непередбаченим. Профілактичний ремонт планується на підставі описів, складених при ППО; план його проведення затверджується головним інженером Водоканалу. Непередбачений ремонт полягає в терміновому виправленні дрібних експлуатаційних пошкоджень. Поточний ремонт здійснюється силами ремонтних цехів і проводиться за рахунок експлуатаційних витрат.

До капітального ремонту елементів насосної станції відносяться роботи по зміні їх крупних деталей і вузлів у разі потреби, а також по заміні їх на міцніші і прогресивніші. При проведенні капітального ремонту доцільно модернізувати устаткування станцій. Здійснюється капітальний ремонт за рахунок відповідних амортизаційних відрахувань.

Планування робіт по капітальному ремонту проводиться головним інженером підприємства на підставі дефектних відомостей, складених при ППО, записів в журналах чергувань, рапортів про дефекти, висновків спеціальних комісій тощо.

5.3 Технічна документація

На кожній насосній станції повинні бути в оригіналах або копіях генеральний план ділянки з нанесенням всіх споруд підземного господарства; виконавчі креслення будівель і розміщення устаткування і трубопроводів усередині них; паспорти насосного, електротехнічного і допоміжного устаткування; креслення кожного насоса і його електродвигуна, а також номенклатура запасних частин до них; заводські характеристики насосів, електродвигунів і акти їх випробування; технічна інструкція по обслуговуванню і ремонту устаткування станції; посадові інструкції для всього обслуговуючого і керівного персоналу станції; інструкції з охорони праці.

Паспорти на все технічне устаткування станції повинні бути складені відповідно до інструкцій і по формах, затвердженим відповідним міністерством. У них вносяться записи, що характеризують стан і експлуатаційні дані устаткування, а також виконані роботи по його випробуванню і ремонту. До паспортів повинні бути прикладені протоколи всіх випробувань устаткування і креслення, внесених в нього конструктивних змін.

Для забезпечення технічно правильної експлуатації устаткування на насосних станціях повинна бути технічна інструкція, яка включає: правила експлуатації устаткування станції при нормальній повсякденній її роботі і в умовах аварійного режиму; основні положення проведення поточного і капітального ремонтів устаткування станції; правила експлуатації контрольно-вимірювальних приладів, підйомно-транспортного устаткування, а також санітарно-технічних пристроїв будівлі насосної станції.

Для каналізаційних насосних станцій, крім того, інструкція включає правила експлуатації устаткування відділення ґрат станції.

У посадовій інструкції повинні бути вказані: підлеглість і відповідальність працівників насосної станції; права, обов'язки і відповідальність обслуговуючого персоналу станції; порядок прийому і здачі зміни черговим персоналом станції; дії чергового персоналу станції при аварійних режимах її роботи.

Всі інструкції підписуються начальником насосної станції і затверджуються головним інженером підприємства. У кожній інструкції приводиться перелік тих посадовців, для яких знання даної інструкції і здача по ній перевірочних іспитів обов'язкові. Керівному персоналу цехів і ділянок видається повний комплект діючих інструкцій. Крім того, на кожній робочій ділянці повинен бути повний набір діючих інструкцій, що стосуються устаткування даної ділянки. Всі існуючі поточні зміни в устаткуванні і в управлінні його роботою треба негайно відображати в цих інструкціях і повідомляти про них під розписку працівників станції, що відають експлуатацією даного устаткування. Інструкції повинні щорічно переглядатися

для внесення в них коректив, викликаних змінами в схемах і в устаткуванні станції.

Для організації нормальної і надійної роботи насосної станції у розпорядженні обслуговуючого персоналу повинні бути відповідні виконаним установкам схеми і креслення комунікацій насосної станції і розміщення її устаткування. Вищезгадані схеми вивішуються на станції на видному місці. При дистанційному керуванні і повній автоматизації роботи насосної станції на щит управління виноситься мнемонічна схема, що відображає роботу всіх контрольованих елементів устаткування.

При дистанційному керуванні роботою устаткування з пульта управляє диспетчер, при автоматизованому — система автоматизованого управління (без втручання обслуговуючого персоналу). Схеми комунікацій і мнемонічні схеми коректуються у міру внесення змін в устаткування станції і затверджуються головним інженером підприємства.

5.4 Обов'язки чергового і обслуговуючого персоналу станції

Обов'язки чергового персоналу станції визначаються посадовою інструкцією, що затверджується головним інженером. Графік роботи затверджується начальником станції. Порушення графіка забороняється, і заміна одного чергового іншим допускається лише з дозволу начальника станції. Тривалість зміни повинна бути не більше 8 годин, перерва між змінами - не менше 16 годин. Чергування протягом двох змін підряд не допускається. Кількість чергових в одній зміні на станції визначається штатним розкладом відповідно до умов обслуговування устаткування і вимог охорони праці.

Прийшовши на роботу, черговий повинен прийняти від попереднього чергового зміну, а після закінчення чергування здати її черговому, вступаючому на зміну по графіку. Відхід з чергування без здачі зміни забороняється. Приймаючи зміну, черговий зобов'язаний відповідно до посадової інструкції:

- ознайомитися шляхом огляду із станом і режимом роботи всього устаткування на своїй ділянці;
- дізнатися від того, хто здає зміну, про стан устаткування, за яким необхідно встановити особливе спостереження, щоб запобігти виникненню недоліків і аварій, а також про устаткування що знаходиться в ремонті;
- прийняти від того, хто здає зміну, і перевірити інструмент, запас змащувального, обтирального й інших матеріалів, ключі від приміщень, журнали і відомості;
- ознайомитися з усіма записами і розпорядженнями за час, що пройшов з попереднього свого чергування;

- перевірити справність всіх засобів зв'язку, точність годинника, наявність і справність засобів аварійного освітлення;
- повідомити старшого чергового про вступ на зміну і про всі недоліки при прийманні зміни;
- оформити приймання і здачу зміни записом в журналі за підписами тих, хто приймає і здає зміну. Забороняється здача і приймання зміни під час ліквідації аварії або виконання відповідальних виробничих операцій. У подібних випадках питання про здачу і приймання зміни вирішується адміністрацією. Передача зміни при несправному стані устаткування або недостатньому запасі експлуатаційних матеріалів може бути дозволена тільки головним інженером (у письмовій формі).

При несправному стані зв'язку черговий, який здав зміну, зобов'язаний особисто повідомити про несправність диспетчера або головного інженера. Черговий персонал є відповідальним за правильну і безперебійну роботу устаткування обслуговуваної їм ділянки станції. Він зобов'язаний забезпечити найбільш економічну і надійну експлуатацію цього устаткування відповідно до графіку, інструкцій або оперативних вимог диспетчера.

Черговий персонал повинен систематично обходити і оглядати устаткування, результати огляду заносити в відповідні журнали, вести записи показників роботи устаткування в журналах і відомостях. Черговий персонал зобов'язаний суворо дотримуватися і вимагати від інших виконання всіх встановлених для насосної станції правил і інструкцій. Черговим забороняється залишати своє робоче місце. При наявності на ділянці двох і більш чергових молодшому черговому по зміні дозволяється залишати своє робоче місце по спеціальному дозволу старшого для виконання робіт, передбачених місцевими інструкціями.

У разі аварії устаткування насосної станції черговий персонал повинен:

- вжити необхідні заходи до відновлення порушеного режиму роботи станції шляхом включення резервного устаткування;
- поінформувати про аварію старшого по зміні диспетчера;
- у подальших своїх діях керуватися місцевою інструкцією по ліквідації аварії.

5.5 Експлуатація насосних агрегатів

Експлуатація насосних агрегатів і допоміжного устаткування повинна проводитися згідно з спеціальними інструкціями, розробленими для даної станції. При експлуатації насосних агрегатів повинна вестися добова відомість, в яку належить заносити відомості про час пуску і зупинки агрегату, перебивання сальників, температуру масла і заміну його в підшипниках, роботі допоміжного устаткування. На насосних станціях з постійно присутнім

обслуговуючим персоналом в добову відомість через певні проміжки часу, що не перевищують 1 годину, заносяться, також свідчення всіх вимірювальних приладів: вакуумметра, манометра, амперметра, ватметра, лічильника електричної енергії і водоміра.

Перед першим пуском насоса після установки або консервації необхідно видалити з підшипників мастило (шляхом промивки їх бензином), і замінити його свіжим. Протягом першого місяця роботи насоса цю операцію рекомендується повторити 2—3 рази. Заміну мастила з промивкою підшипників слід проводити через кожні 1000 годин роботи насоса. Температура підшипників не повинна перевищувати 70°C.

Не допускається включення насоса у роботу без води, а також тривала робота його (більше 3хвилин) при закритій засувці на напірному патрубку насоса, оскільки це може привести до виходу насоса з ладу. Забороняється також регулювати подачу насоса під час його експлуатації засувкою, встановленою на всмоктуючому трубопроводі; засувка під час роботи насоса повинна бути повністю відкрита. Насосний агрегат повинен працювати плавно, без вібрацій і ненормального шуму. При роботі насосних агрегатів слід уважно стежити за роботою сальників. Для набивання сальників слід вживати м'яку, пружну, просочену салом бавовняну плетінку; застосування прядивного набивання не рекомендується. Зрізи окремих кілець сальникового набивання треба встановлювати під кутом 90° один до одного. Підтягання сальників (як всмоктуючого з гідравлічним ущільненням, так і напірного) слід проводити так, щоб вода просочувалася з них рідкими краплями.

В процесі експлуатації з метою запобігання перегріву електродвигунів необхідно стежити за свідченнями амперметра або ватметра, а також за ступенем нагріву його корпусу.

Експлуатація насосного агрегату забороняється:

- **при ненормальній вібрації валу;**
- **при температурі підшипників вище за допустиму;**
- **при появі явно чутного металевого звуку, що відрізняється від кавітаційного шуму;**
- **при несправності окремих деталей агрегату, що можуть викликати поломку або аварію.**

Резервні насосні агрегати на станції необхідно випробувати не рідше 1 разу на 10 днів. Роботу насосних агрегатів з однаковою робочою характеристикою слід постійно чергувати.

Характерні види несправностей у роботі відцентрових насосів і можливі причини їх виникнення наведені у табл. 5.1.

Оскільки причин виникнення кожної несправності може бути декілька, то у кожному випадку дійсну причину слід встановлювати шляхом аналізу

показань всіх вимірювальних приладів, якими оснащений насос, і послідовного виключення деяких з причин оглядом агрегату й інших елементів установки.

Таблиця 5.1 - Види несправностей у роботі відцентрових насосів і можливі причини їх виникнення

Несправності	Причини виникнення
Насос після пуску у роботу не подає воду	Заливка насоса проведена недостатньо ретельно; потрібний тиск вищий за розрахунковий; надмірна висота всмоктування; закупорка трубки гідравлічного ущільнення всмоктуючого сальника і просочування повітря через нього; артезіанський насос встановлений по відношенню до динамічного рівня підземних вод неправильно
Подача насоса в процесі роботи зменшується	Зменшення числа обертів насосного агрегату через падіння напруги в електромережі; просмоктування повітря через сальники у корпус насоса; збільшення висоти всмоктування насоса; засмічення робочого колеса насоса; збільшення опору напірного трубопроводу; механічні пошкодження: знос кілець, ущільнювачів, пошкодження робочого колеса
Тиск, що створюється насосом, в процесі роботи зменшується	Розрив напірної частини насоса; зменшення числа обертів насосного агрегату через падіння напруги в електромережі; просмоктування повітря через сальники в корпус насоса; механічні пошкодження: знос кілець, ущільнювачів, пошкодження робочого колеса
Перевантаження двигуна насоса	Неправильна збірка насоса; механічні пошкодження насоса або двигуна; підвищення напруги в електромережі; потрібний тиск в мережі є меншим за розрахунковий
Насос при роботі вібрує, чути шум	Порушення центровки агрегату; ослаблення болтів кріплення агрегату до рами; прогин валу; заїдання частин, що обертаються; знос підшипника; ослаблення кріплень трубопроводу насоса; неприпустимо велика висота всмоктування насоса
Неприпустимий нагрів корпусу насоса сальника, підшипників	Насос тривалий час працював при закритій засувці; кришка сальника затягнута сильно або з перекосом; нагрів підшипників може бути викликаний кількістю і якістю мастила в підшипнику, зносом вкладишів підшипника, надмірним затягуванням вкладишів підшипника

5.6 Регулювання роботи насосних станцій (насосних агрегатів)

Налагодити роботу НА з заданою подачею можна зміною діаметру трубопроводу, рециркуляцією рідини, дроселюванням, зменшенням діаметру робочого колеса або зміною числа обертів робочого колеса. У кожному конкретному випадку можливо застосування одного з перерахованих способів або їх комбінації.

Зміна діаметру трубопроводу. При проектуванні насосних установок шляхом розрахунку декількох варіантів підбирають такі діаметри

трубопроводів, при яких за рахунок зміни опору мережі досягається необхідна подача насоса, тобто зрушують робочу точку насоса по кривій характеристики в потрібному напрямі. При цьому користуються правилом, що в розрахунковому режимі ККД насоса складатиме не менше 0,9 його максимального значення для вибраного насоса.

Цей спосіб можна застосувати також в процесі експлуатації насоса при необхідності зміни його параметрів. Так, для збільшення подачі насоса в окремих випадках буває досить збільшити діаметр трубопроводу на магістральній ділянці, де швидкість рідини, а отже, втрати натиску, максимальні. Рішення про це слід приймати на підставі розрахунку. При гідравлічному розрахунку системи трубопроводів слід мати на увазі, що витрата електроенергії на перекачування рідини, а отже, і вартість перекачування, зростатимуть із збільшенням швидкості її транспортування, тобто із зменшенням діаметру.

В той же час для зменшення швидкості руху рідини необхідно збільшити діаметр трубопроводу, що веде до збільшення капітальних витрат на будівництво, хоч і знижує експлуатаційні витрати. Таким чином, доводиться вибирати оптимальний варіант, при якому і капіталовкладення і експлуатаційні витрати відповідали б прийнятим нормам. Для цього проводиться техніко-економічний аналіз варіантів насосних установок.

Рециркуляція зменшує подачу насоса за рахунок повернення частини перекачуваної рідини з напірного трубопроводу в всмоктуючий. Для цієї мети в насосній установці передбачають рециркуляційний трубопровід з регулюючим органом.

Рециркуляція зменшує ККД насосної установки, що призводить до марних витрат електроенергії в процесі подальшої експлуатації.

У всіх випадках регулювання подачі за допомогою рециркуляції застосовується при достатньому обґрунтуванні.

Дроселювання представляє собою гасіння тиску за рахунок проходження рідини (газу) через зменшений перетин. Зміна характеристики мережі при дроселюванні відображено на рис. 5А. Дросілюючим пристроєм може служити засувка (кран, вентиль). Для дроселювання використовують засувку тільки на напірному трубопроводі насоса, але не на всмоктуючому. Дроселювання всмоктуючою засувкою збільшить опір лінії всмоктування і може вивести насос на режим кавітації.

Регулювання подачі засувкою зручне тим, що з його допомогою можна швидко змінити режим роботи насоса залежно від обставин, тобто якщо насос працює в змінному режимі. В той же час, якщо потрібна якась певна подача, то

після зупинки насос необхідно знову регулювати, виводячи його на заданий режим роботи. В цьому випадку слід застосовувати дросельну шайбу, яка забезпечить постійний перепад тиску (при постійній витраті).

При дроселюванні перекачуваної рідини знижується ККД насоса тому, що частина потужності двигуна витрачається марно. Потужність, витрачена на дроселювання, тим вища, чим більше різниця тиску до і після пристрою, що дроселює. Вона виражається формулою

$$N = \frac{\gamma * Q * \Delta p}{102 * \eta} ,$$

де: γ – об'ємна маса рідини, кг/см³;

Q – подача, м³/год;

Δp – різниця тиску органу до і після дроселюючого органа, м;

102 – перевідний коефіцієнт (1 кет – 102 кгм/с).

Якщо до дроселювання доводиться вдаватися постійно і значення Δp велике, то слід замінити насос або застосувати інший спосіб регулювання подачі.

Втрати електроенергії при дроселюванні складають від 5 до 13%. Зменшення діаметра робочого колеса тобто проточування його на токарному верстаті. Для цього колесо встановлюють на верстат і проточують його по зовнішньому діаметру до розрахункового розміру. Зміна Q-H характеристики насоса при обточуванні робочого колеса наведена на рис. 5В.

Потрібний діаметр колеса можна з достатньою для практичних цілей точністю визначити по формулам:

$$D_2 = D_1 \frac{Q_2}{Q_1} ; \quad D_2 = D_1 \sqrt{\frac{H_2}{H_1}} ,$$

де D_1, Q_1, H_1 — діаметр, подача і тиск встановленого насоса;

Q_2, H_2 — подача і тиск після обточування колеса.

В приведених формулах прийнято, що подача і натиск насоса змінюються по параболі пропорційності, хоча тут має місце більш складна залежність.

Проте при зменшенні діаметра колеса на 15—20% помилка розрахунку не перевищить 2— 5%. Для уникнення падіння ККД насоса не рекомендується зменшувати діаметр його колеса більш ніж на 15—20%.

Зміна числа обертів робочого колеса.

Залежність між подачею, натиском, потужністю і числом обертів.

Подача насоса прямо пропорційна числу обертів робочого колеса і виражається відношенням:

$$\frac{Q_1}{n_1} = \frac{Q_2}{n_2}; \quad Q_2 = Q_1 \frac{n_2}{n_1}$$

Тиск, що розвивається насосом, прямо пропорційний квадрату числа обертів:

$$\frac{H_1}{n_1^2} = \frac{H_2}{n_2^2}; \quad H_2 = H_1 \frac{n_2^2}{n_1^2}$$

Потужність насоса прямо пропорційна кубу числа обертів:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1^3}{n_2^3}; \quad N_2 = N_1 \frac{n_2^3}{n_1^3}$$

Із наведених рівнянь видно, що при збільшенні натиску в 2 рази подача збільшується в $\sqrt{2}$ разів, тобто в 1,42 рази, а при збільшенні числа обертів насоса вдвічі споживана ним потужність зростає в 2^3 рази, тобто в 8 разів.

Наведені залежності з достатнім ступенем точності можна застосовувати тільки при зміні числа обертів в межах 20%.

Існує широкий ряд методів зміни числа обертів НА. До них можна віднести використання спеціальних муфт (пристрій, що з'єднує вал електродвигуна і робочий вал насоса), гідравлічних муфт.

В наш час найбільш широке розповсюдження отримали електронні пристрої, використання яких дає можливість перебудовувати (зменшувати/збільшувати) частоту обертів ротора асинхронних приводних електродвигунів НА. Швидкість (частоту обертів) ротора електродвигуна можна регулювати зміною частоти напруги живлення, амплітуди напруги живлення, числом пар полюсів статора. Найбільш розповсюдженим методом є зміна частоти напруги живлення в межах від 0 до 25 – 33 Гц.

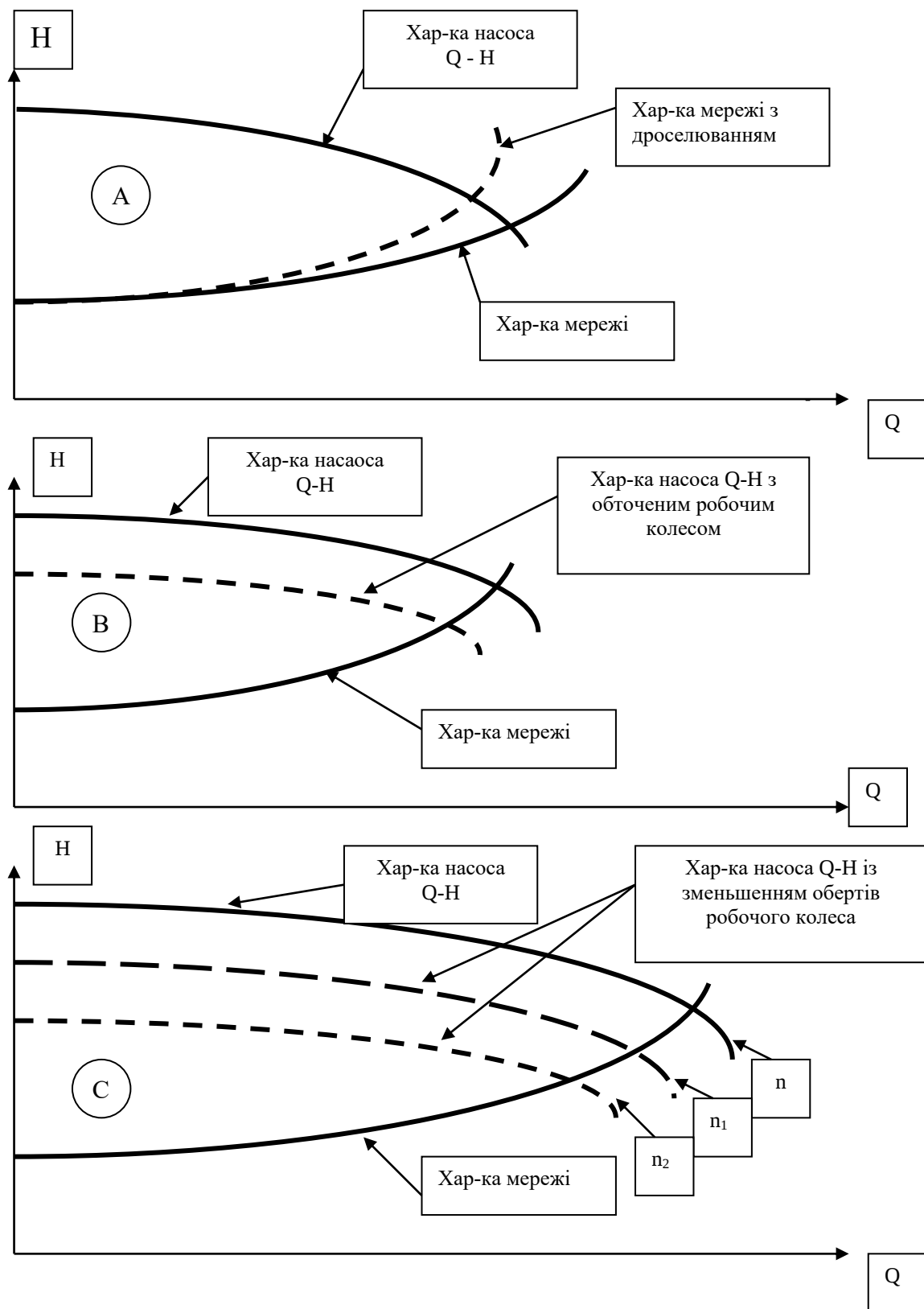


Рисунок 5.1 - Регулювання насосних агрегатів при роботі на мережу:

А – з використанням дроселювання;

В – з використанням обточування робочого колеса насоса;

С – з регулюванням числа обертів насоса: $n_2 < n_1 < n$

Розглянемо принцип регулювання плавною перебудовою частоти (ППЧ). На напірному трубопроводі встановлюється датчик тиску з “інтелектуальним” виходом, з якого отримують стандартний електричний сигнал 4 – 20 мА, величина якого залежить від тиску в напірному трубопроводі. В цей же датчик вводиться уставка (завдання), що обмежує верхній рівень необхідного тиску в мережі.

При зменшенні витрат води на виході НА, див. рис. 5С, тиск в напірному трубопроводі підвищується. Датчик тиску вимірює нове значення Н, порівнює його зі значенням максимального обмеження (уставкою) і видає управляючу команду на перетворювач частоти. Відповідно до отриманого ΔH , перетворювач знижає частоту обертів ротора приводного електродвигуна і, відповідно, робочого колеса насоса. При подальшому зниженні витрат процедура повторюється. Процес зниження витрат в мережі може бути при переході водоспоживання на нічний період.

Зворотній процес відбувається при підвищенні витрат води в напірному трубопроводі.

Контрольні запитання до розділу 5

1. Наведіть перелік груп обладнання, що використовується на НС?
2. Наведіть перелік служб, що виконують експлуатаційні роботи на НС.
3. В якому порядку виконують ППО і ППР на НС?
4. Який склад технічної документації НС?
5. Який склад експлуатаційної документації НС?
6. Наведіть порядок виконання робіт по запуску НА, що знаходиться під заливом.
7. Які параметри НА і НС контролюються?
8. Які методи регулювання параметрів НА ви знаєте?

Розділ 6. Експлуатація станцій очищення води

6.1 Основні завдання та організація експлуатації станцій очищення води

Основними завданнями експлуатації очисних споруд систем водопостачання є наступні:

- виробництво питної води, що задовольняє вимогам санітарних норм і ГОСТ 2874-82;
- забезпечення безперебійної, надійної і ефективної роботи очисних споруд, зниження собівартості очищення і знезараження води, економія реагентів, електроенергії та води на власні потреби;
- систематичний лабораторно – виробничий і технологічний контроль роботи очисних споруд і якості води в джерелі водопостачання, на всіх етапах очищення і на виході зі станції;
- запобігання забруднення навколишнього середовища скидами очисних споруд.

Для забезпечення надійної експлуатації на очисних спорудах повинна зберігатися наступна технічна документація (додатково до наведеної в п. 1.4):

- схема зон санітарної охорони джерела водопостачання і очисних споруд;
- генеральний план і висотна схема очисних споруд із нанесеними комунікаціями;
- оперативна технологічна схема очисних споруд;
- схема автоматизації і телемеханізації;
- план очисних споруд, орієнтований по сторонам світу, в центрі якого знаходиться склад хлору (для визначення районів, яким загрожує розповсюдження хлорної хвилі при витоках хлору).

На підприємствах ВКХ (Водоканалах) персонал, що обслуговує очисні споруди, як правило, виділяється в окремий підрозділ. Типова схема організації і управління очисних споруд наведена на рис. 6.1.

Начальник очисних споруд відповідає за загальний стан і роботу очисних споруд.

Головний інженер безпосередньо відповідає за якість води, своєчасний контроль технологічного і санітарного режимів обробки води, організацію змінного чергування, своєчасний ремонт обладнання і споруд та ін.

Завідувач лабораторією відповідає за організацію і проведення лабораторних досліджень, своєчасний контроль якості води, встановлення відповідних доз реагентів, контроль їх якості. Завідуючому лабораторії підпорядковані: інженери – хіміки, інженери – лаборанти, лаборанти, пробовідбірники.

Технолог відповідає за технологічний контроль роботи споруд.

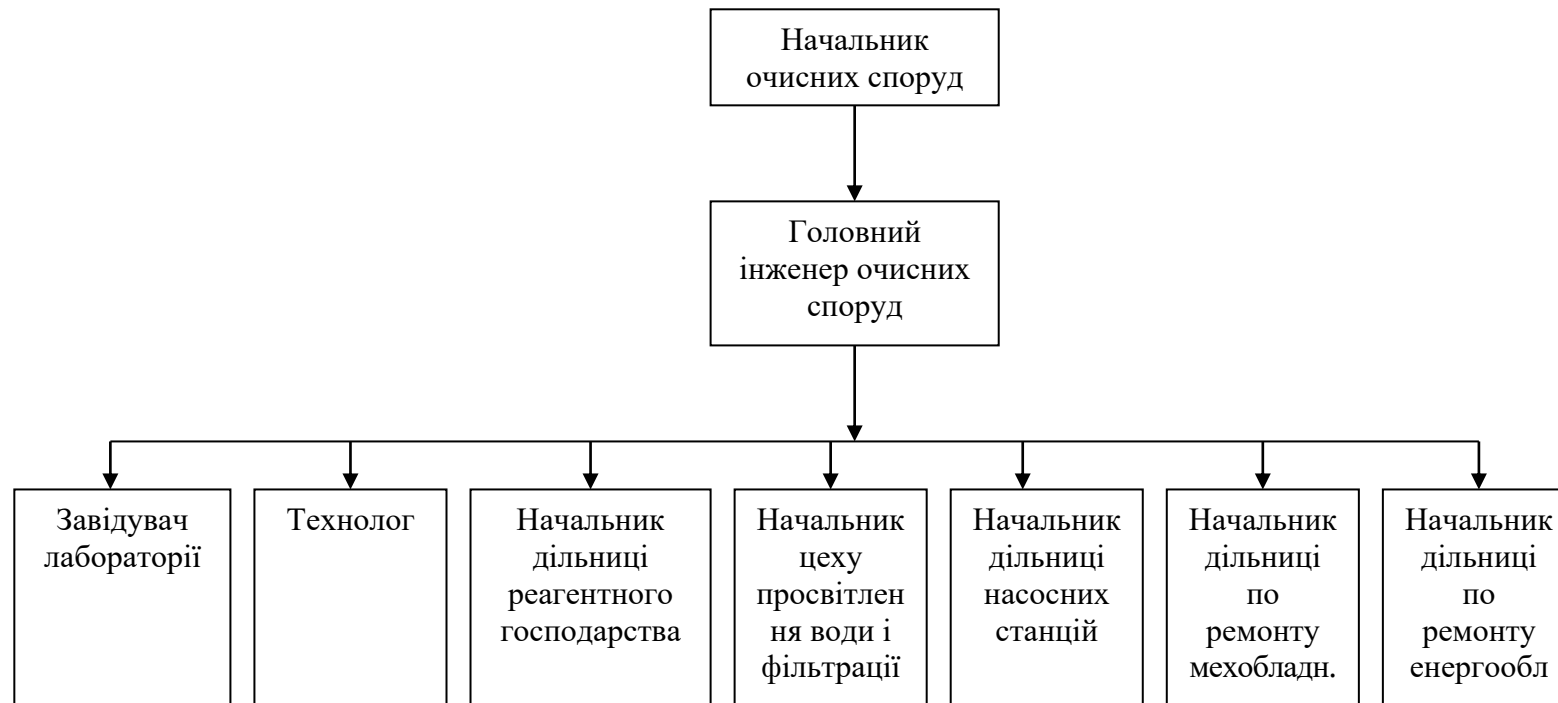


Рисунок 6.1 – Схема організації та управління експлуатацією очисних споруд системи водопостачання

Начальник дільниці реагентного господарства відповідає за експлуатацію споруд і обладнання підготовки розчинів коагулянту, хлорної води, спеціальних технологій обробки води. Йому підпорядкований персонал, що має наступні професії: коагулянтник, оператор хлораторного обладнання.

Начальник цеху (підрозділу) просвітлення води і фільтрації організує і відповідає за роботу на спорудах попереднього просвітлення води, її фільтрації, надходження та зберігання в резервуарах чистої води. До складу персоналу входять: оператори очисних споруд, оператори на фільтрах.

Начальник дільниці (підрозділу) насосних станцій організує і відповідає за роботу персоналу насосних станцій I і II підйомів. Експлуатаційний персонал – машиністи насосного обладнання.

Начальники дільниць механіка та енергетика відповідають за технічну експлуатацію механічного і електротехнічного обладнання, засобів автоматизації, телемеханіки, контрольно–вимірювальних приладів. Персонал – інженери, майстри, слюсарі-ремонтники, електромонтери з ремонту електротехнічного обладнання, слюсарі КВП і А.

Робітники, які щозмінно обслуговують очисні споруди і виконують необхідні технологічні операції на ділянках і контрольні функції в лабораторії підпорядковані начальнику зміни (диспетчеру очисних споруд).

Склад робіт по експлуатації очисних споруд включає: обслуговування змішувачів, камер реакції, відстійників, просвітлювачів із зваженим шаром, фільтрів, насосів для наповнення промивних баків водою, резервуарів чистої води, хлораміачного обладнання, коагуляційного обладнання (включаючи обслуговування установок по приготуванні вапна, активованого вугілля, ПАА і АКК), відбір проб води і реагентів і проведення аналізів води, що очищається, по встановлених видах.

Загальна чисельність обслуговуючого персоналу, у тому числі й інженерно-технічних працівників, встановлюється Водоканалом за узгодженням з власником для кожного окремого випадку залежно від місцевих умов, продуктивності станції, її складу, ступеня складності пристроїв і споруд і складає від 15 до 200 осіб.

Відповідно до вимог “Правил технічної експлуатації систем водопостачання і каналізації населених пунктів України” обслуговування споруд і обладнання здійснюється згідно із планом ППО і ППР.

Роботи по ППО і ППР споруд, пристроїв і устаткування станцій водоочистки орієнтовно проводяться в терміни, вказані табл. 6.1 і 6.2, точніші терміни призначаються залежно від місцевих умов. Перелік основних видів робіт по ППО водопровідних очисних споруд приведений у табл. 6.1, а періодичність ППР — у табл. 6.2.

На станції повинна вестися наступна звітність:

- загальний журнал роботи очисної станції із щоденним записом загальної кількості обробленої води;
- по кількості води, витраченої на власні потреби;
- по кількості витрачених реагентів і їх доз;
- по кількості споруд і устаткування, що знаходяться в роботі, чищенні, ремонті;
- по кількості проведених ППО і ППР;
- журнал аналізів із щоденним записом результатів і складський журнал.

Таблиця 6.1 – Перелік робіт по ППО станції очищення

Найменування пристроїв і споруд	Склад робіт	Ким проводиться	Періодичність виконання
1	2	3	4
Змішувачі	Внутрішній огляд стін і перегородок; огляд засувок	Головний інженер або технолог	По мірі потреби, але не рідше 1 разу у рік
Камери утворення пластівців	Внутрішній огляд перегородок і стін; огляд засувок	“_“	“_“
Відстійники	Внутрішній огляд стін перегородок каналів; огляд засувок	“_“	“_“
Фільтри	Вимір висоти шару піску. Огляд поверхні завантаження фільтру: перед промивкою приділяється увага загальному вигляду забрудненого піску, товщині плівки, рівномірності розподілу забруднень на поверхні фільтру, наявності брудових скупчень ям, воронки, тріщин в піску, відходу піску від стін; після промивки звертається увага на стан піску, наявність недостатньо промитих місць, залишкового забруднення, викиду гравію; огляд проводиться після спуску води дещо нижче за поверхню піску (до обсихання поверхні піску)	“_“	1 раз в квартал 1 раз у місяць
	Перевірка горизонтальності розташування шарів гравію і гальки, підтримуючих піщане завантаження фільтру; обстеження проводиться щупом під час промивки	“_“	“_“
	Відбір проб піску з метою проведення аналізу на його забруднення	“_“	“_“

1	2	3	4
Фільтри	Перевірка зменшення кількості піску фільтру шляхом виміру відстані від його поверхні до кромки жолобів і порівняння з проектним. Перевірка горизонтальності промивних жолобів і у випадку потреби вирівнювання кромки Перевірка тривалості і інтенсивності промивки фільтру; визначається по залишковій забрудненості в промивній воді; по рівномірному відмиванню всієї площі фільтру, рівномірному надходженню води до кромки жолобів і відсутності винесення піску Огляд дренажів	“_“ “_“ “_“ “_“	“_“
Барабанні сітки і мікрофільтри	Визначення інтенсивності промивки сітчастих елементів Перевірка засмічення промивного пристрою Перевірка стану сітчастих елементів. Визначення щільності прилягання фільтрувальних рамок до корпусу барабана. Перевірка наявності шумів в роботі приводу і підшипників Визначення стану поверхні металу барабанів (наявність антикорозійної фарби і т. п.)	“_“	“_“
Резервуари чистої води	Внутрішній огляд резервуару Огляд засувов в камерах і на трубопроводах	“_“	1 раз на рік
Устаткування для коагуляції	Зовнішній огляд устаткування	Черговий по станції	Щодня
Устаткування для хлорування і аммонізації	Огляд і випробування на витік	Черговий по станції	Постійно
Контрольно-вимірні прилади (витратоміри, манометри, вакуумметри, регулятори швидкості фільтрації і ін.)	Огляд і перевірка роботи приладів		Постійно

Таблиця 6.2 – Роботи по ППР станції водоочищення

Споруди і устаткування	Найменування робіт	Періодичність виконання
Змішувач	Промивка від бруду стін і перегородок Перевірка роботи засувки перебивання сальників Випробування на витік	При накопиченні осаду, але не рідше 1 разу на рік 1 раз на рік Те ж
Камера утворення пластівців	Промивка від бруду стін і перегородок Перевірка роботи засувки перебивання сальників і інші роботи	При накопиченні осаду, але не рідше 1 разу на рік 1 раз на рік
Відстійники	Промивка від бруду стін і перегородок Перевірка роботи засувки перебивання сальників Випробування на витік	При накопиченні осаду, але не рідше 1 раз на рік 1 раз на рік Те ж
Фільтри	Довантаження фільтру піском. Перевірка роботи засувки перебивання сальників та інші роботи Видалення піску з-під дренажу, хлорування Випробування на витік	1 раз на рік 1 раз на рік 1 раз на рік 1 раз на рік
Барабанні сітки і мікрофільтри	Перевірка пошкодження сітчастих полотен. Відновлення антикорозійного фарбування Заміна сітчастих елементів і інших деталей, що піддалися корозії	При необхідності При необхідності При необхідності
Устаткування для коагулювання	Чищення, фарбування, поточний ремонт	При необхідності, але не рідше за 1 раз у квартал
Устаткування для хлорування і аммонізації	Чищення, фарбування, поточний ремонт	При необхідності, але не рідше за 1 раз у квартал

6.2 Організація лабораторно – виробничого контролю

Лабораторно–виробничий контроль є необхідною умовою організації раціональної експлуатації очисних споруд і забезпечення виробництва води, що відповідає вимогам ГОСТ 2874-82. Лабораторно – виробничий контроль організовують на всіх етапах очищення води і реалізують за допомогою стандартних методик відповідно до ГОСТ 2874-82. Відбір проб води для аналізів проводять відповідно до вимог ГОСТ 4979-49, ГОСТ 24481-80.

В залежності від продуктивності очисних споруд, а також від ступеня складності технологічних процесів очищення води, для лабораторно –

виробничого контролю можуть бути облаштовані фізико–хімічна, бактеріологічна, гідробіологічна та інші лабораторії.

При оснащенні лабораторій приладами, устаткуванням, апаратами, реактивами слідують вимогам “Табелі оснащеності аналітичної лабораторії станції очищення питних і стічних вод”.

Об’єм і графік виконання лабораторно–виробничого контролю визначається з урахуванням місцевих умов, затверджується керівником Водоканалу з погодженням місцевими органами Держсаннагляду.

Орієнтовний графік лабораторно – виробничого контролю наведено в табл. 6.3.

Питна вода, що подається споживачам (після насосної станції II підйому) контролюється відповідно до вимог ГОСТ2874-82 по погодженню з місцевими органами санітарного нагляду.

Таблиця 6.3 - Графік лабораторно – виробничого контролю

Найменування проб	Місце відбору	Періодичність	Показники
Вихідна вода	Перед змішувачами	1 раз в 2 год 1 раз в зміну 1 раз на добу 1 раз на місяць	Каламутність, кольоровість, лужність Температура, запах, присмак Окислюваність, аміачний азот, нітрити, нітрати, загальне залізо, рН, хлориди, загальна кількість бактерій, колі – титр Повний хімічний аналіз
Коагульована вода	В кінці змішувача	При постійних дозах – 1 раз год, при змінних дозах – 1 раз 0,5 год	Лужність, рН, залишковий хлор
Просвітлена вода	На виході з кожного прояснювача Загальний колектор просвітленої води	2 рази в зміну 1 раз в зміну 1 раз на добу	Каламутність, кольоровість, лужність Каламутність, кольоровість, лужність Запах, лужність, рН, колі –титр, загальна кількість бактерій, залишковий хлор
Профільтрована вода	Після кожного фільтру і в загальному колекторі	Кожні 2 год	Каламутність, кольоровість, залишковий хлор, запах
Очищена вода	Після резервуару чистої води	1 раз у год 1 раз у 2 год	Залишковий хлор Каламутність, кольоровість, лужність, запах, присмак
		1 раз у зміну 1 раз на місяць	Температура Повний хімічний аналіз

6.3 Технологічний контроль

Основне завдання технологічного контролю – всебічна оцінка технологічної ефективності роботи очисних споруд для своєчасного вживання заходів, що забезпечують безперебійну роботу з заданою продуктивністю і якістю очищення води.

Об'єм і періодичність технологічного контролю визначається технологом очисних споруд і затверджується головним інженером Водоканалу. Орієнтовний графік проведення технологічного контролю наведено в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 - Графік проведення технологічного контролю

Споруда	Контрольований параметр	Періодичність
Реагентний цех	Кількість реагенту, що загрузається Тривалість та інтенсивність перемішування, тривалість відстоювання розчинів. Концентрація розчинів в реагентних баках. Рівень розчину в баках. Точність дозування розчинів.	При кожному приготуванні При кожному приготуванні Після розчинення В процесі використання 1 раз год
Змішувачі і камери реакції	Рівномірність перемішування води і реагентів. Час перебування води. Ефективність флокуляції.	Після початку введення реагентів При змінах режиму подачі води 1 – 3 рази у зміну
Відстійники	Рівномірність розподілу води. Характер відкладення осаду. Витрати води при скиданні осаду і промивці.	При змінах режиму подачі води 1 – 2 рази в зміну 5-6 разів за цикл роботи
Прояснювачі зі зваженим осадом	Рівень зваженого осаду Кількість води, що забирається із осадощільнювача Швидкість висхідного потоку води Витрати води під час продування	1-2 рази за зміну, при зміні режиму роботи і дозуванні реагентів 1-2 рази за зміну При запуску і зміні режимів роботи
Швидкі фільтри і Контактні прояснювачі	Швидкість фільтрування. Приріст втрат напору. Інтенсивність промивки Тривалість промивки Витрати води на промивку Ступінь розширення фільтруючого шару під час промивки Тривалість фільтроциклу Товщина фільтруючого шару Гранулометричний склад фільтруючого матеріалу Горизонтальність розташування гравійного шару Залишкові забруднення в фільтруючому матеріалі Розподіл забруднень по висоті фільтруючого шару Стан поверхні завантаження фільтру	Кожні 2-4 години Кожні 2-4 години 1-2 рази на місяць При кожній промивці 1 раз на місяць 1 раз на місяць при змінах в фільтруючому завантаженні 1 раз на 3 місяці 1 раз на місяць 1 раз на місяць 1 раз на 3 місяці 1 раз на місяць

6.4 Експлуатація реагентного господарства

Експлуатація реагентного господарства повинна забезпечувати своєчасне і якісне приготування розчинів реагентів і режими їх дозування в воду.

Для хімічної обробки питної води дозволяється застосовувати реагенти, які входять до складу “Переліка матеріалів і реагентів для використання в практиці господарсько–питного водопостачання”, затвердженого МОЗ України.

При прийманні кожної нової партії реагентів перевіряють наявність супроводжувального документу, засвідчуючого якість реагента та відповідність його вимогам стандарту.

Порядок зберігання, технології застосування, приготування і дозування реагентів регламентується спеціальними інструкціями, що розробляються Водоканалом для кожного реагента.

Склад і дози реагентів, послідовність і місця їх введення в оброблювану воду, початок і кінець періоду застосування різних реагентів встановлюються головним інженером або технологом станції спільно із завідувачем лабораторією на підставі фізико-хімічних, санітарно-бактеріологічних і технологічних аналізів вихідної води і води, що пройшла обробку на окремих спорудах. Прийняті технологічні схеми обробки води затверджуються начальником водопровідної станції і узгоджуються з місцевими органами Державного санітарного нагляду.

Склади реагентів.

Відомі дві схеми організації реагентного господарства: перша — передбачає отримання від заводів-постачальників готової продукції, яку потім за допомогою спеціальних дозаторів вводять в оброблювану воду; друга заснована на отриманні від заводів напівфабрикатів, що потребують подальшої обробки і доведенні до продукту, зручного для дозування.

Реагенти, що вживаються при обробці води, вводяться у вигляді порошків або гранул (сухе дозування) або у вигляді водних розчинів чи суспензій (мокре дозування).

У першому випадку на водоочисній станції повинні бути передбачені склад реагентів, готових до застосування, і апарати-дозатори. У другому враховуючи, що реагенти поступають у вигляді напівфабрикатів, необхідно передбачити додатково обладнання для приготування розчинів (або суспензій) реагентів і дозування в оброблювану воду. При цьому можливо складування реагентів в сухому вигляді навалом або в спеціальній тарі або у вигляді висококонцентрованих розчинів в спеціальних ємностях.

Щоб уникнути втрат коагулянта в результаті злежування, а також при виконанні працеемних навантажувально-розвантажувальних робіт при доставці коагулянта і завантаженні баків, розчинів, в теперішній час широко поширений

спосіб зберігання коагулянту у рідкому вигляді. З цією метою на очисних спорудах передбачають резервуари великого об'єму в яких заготовляють розрахунковий запас коагулянту у вигляді розчину високої концентрації (до 30%), завантажуючи їх коагулянтом в шматках В процесі експлуатації концентрований розчин коагулянта передають у витратні баки, де доводять розчин до робочої концентрації 10—12%, а потім дозують в оброблювану воду.

Для зберігання реагентів в сухому вигляді передбачають закриті приміщення. При зберіганні навалом сульфату алюмінію і негашеного вапна висоту шару приймають відповідно 1,5 і 2 м, а за наявності відповідної механізації допускається підвищення висоти шару до 2,5 і 3,5 м. При постачанні реагентів в тарі рекомендується наступна висота їх укладання: для хлорного заліза в барабанах і залізного купоросу в паперових мішках — відповідно 2,5 і 3,5 м; для кальцинованої соди у паперових мішках — 2—3,5м; у контейнерах — 2—3 м; для активованого вугілля в паперових мішках, гелю ПАА в бочках, кремнефтористого натрію в бочках, силікату натрію в бочках — 2,5 м.

Склад для зберігання кислот слід ізолювати від інших складських приміщень. Він повинен мати надійну систему припливно-витяжної вентиляції.

Це також відноситься до складів хлору і аміаку, які рекомендується розміщувати в знижених точках території водоочисного комплексу. Витратний склад хлору повинен мати об'єм для зберігання не більше 100 т, повністю ізольований відсік до 50 т. Склад рекомендується розміщувати в напівзаглиблених або наземних будівлях з двома виходами з протилежних сторін. Зберігають хлор в балонах або контейнерах. Склад активованого вугілля рекомендується розташовувати в окремому приміщенні, що відноситься по пожежній небезпеці до категорії В. При мокрому зберіганні куховарської солі (при добовій витраті більше 0,5 т) об'єм баків-сховищ визначають з розрахунку $1,5 \text{ м}^3$ на 1 т реагенту.

Склад для зберігання запасів іонообмінних матеріалів розраховують на об'єм завантаження двох катіонітових фільтрів і по одному завантаженню фільтрів із слабо- і сильноосновним аніонітом у разі їх застосування.

Склади реагентів розраховуються на зберігання 30-денного запасу, рахуючи по періоду максимального споживання їх. При обґрунтуванні об'єм складів допускається приймати на інший термін зберігання, але не менше 15 діб.

При наявності базисних складів об'єм складів при станціях допускається приймати на термін зберігання не менше 7 діб. Склади реагентів проектується на сухе або мокре зберігання у вигляді концентрованих розчинів або продуктів, залитих водою.

На складах реагентів забороняється зберігати: вибухо- і пожежонебезпечні матеріали, мастила, балони із скрапленими газами, продукти харчування; в одному приміщенні реагенти, що можуть хімічно взаємодіяти між собою; реагенти в кількостях, що перевищують розрахункову місткість складів.

Дозування рідких реагентів здійснюється напірними або вакуумними дозаторами. Перевагу необхідно віддавати вакуумним газодозаторам. Хлорна вода і водний розчин сірчистого газу, що утворюється в газодозаторах, повинні подаватися до місця їх введення в оброблювану воду по гумових шлангах, аміачна вода і аміак - по залізних трубах. Змішення аміаку з водою повинне проводитися поблизу місця його введення в оброблювану воду. в особливих змішувачах - колонках спеціальній конструкції. Точність дозування розчинів реагентів повинна бути в межах 5% .

При експлуатації реагентних цехів персонал зобов'язаний:

- своєчасно приготувати необхідну кількість розчинів необхідної концентрації;
- ввести реагенти в воду з додержанням встановлених доз, послідовності та інтервалів між їх введенням;
- систематично контролювати роботу обладнання для приготування і дозування реагентів і контрольно-вимірювальних приладів;
- своєчасно подавати заявки на реагенти з урахуванням їх витрат і ємності складів;
- систематично вести облік і контроль витрат і якості поступаючих реагентів.

6.5 Сітчасті барабанні фільтри

Основна мета мікрофільтрування - видалення планктону, що міститься в поверхневих водах. При цьому, звичайно, видаляються зважені частинки великого розміру і частинки рослинного, тваринного походження, що містяться у воді.

Залежно від зміни витрат води і здатності частинок, що містяться в ній, забивати фільтрувальні сітки, використовують різні пристрої для регулювання швидкості обертання барабана і один або декілька рядів промивних форсунок. Металеві або пластмасові фільтрувальні сітки в більшості випадків мають розміри яток від 40 до 60 мкм і у виняткових випадках 10 мкм. Чим менший розмір яток, тим більше повинна бути площа поверхні мікрофільтра. Так, при розмірі яток 35 мкм швидкість фільтрування повинне бути не більше 35 м/годину з розрахунку на загальну площу поверхні мікрофільтру (50 м/годину в перерахунку на занурену поверхню мікрофільтру), а з розрахунку на пікову концентрацію зважених речовин — 10 м/годину.

Ефективність зниження вмісту зважених речовин в результаті мікрофільтрування складає 50 ... 80%, в середньому близько 65.

Мікрофільтри (МФ) конструктивно нічим не відрізняються від барабанних сит за винятком розмірів сітки, натягнутої по створюючій барабану. Швидкість обертання барабана МФ приймається 0,1 ... 0,5 м/с. Барабани МФ занурюють у воду на 2/3 діаметру в камеру, яка призначена для збору фільтрату.

Інтенсивність фільтрування призначається в межах 10 ... 25 л/(с·м²) корисної площі мікросітки, зануреної у воду .

Мікрофільтри затримують до 75% діатомових і до 95% синезелених водоростей і до 100% затримується зоопланктон.

Мікрофільтри доцільно використовувати при вмісті фітопланктону більше 1000 кліток в 1 см³ вихідної води. Втрати натиску на мікросітці складають до 0,2 мвс а загальні втрати натиску на установці досягають 0,5 мвс. Витрата води на промивку мікрофільтрів складає до 1,5% кількості профільтрованої води. Вода для промивки сітки подається під натиском 0,15 ... 0,2 МПа.

При експлуатації сітчастих барабанних фільтрів забезпечують:

- рівномірний розподіл води між всіма фільтрами;
- контролюють роботу промивних пристроїв;
- ведуть спостереження за ступенем забруднення сітчастих елементів, не допускаючи перевищення розрахункового перепаду води на сітці;
- контролюють справність сітчастих елементів, ліквідують витікання через нещільності кріплення сітчастих елементів і прориви сіток;
- контролюють справність приводу і підшипників;
- проводять профілактичний і поточний ремонт обладнання;
- ведуть щоденний журнал експлуатації обладнання.

6.6 Експлуатація змішувачів

При коагуляції домішок води необхідний швидкий і рівномірний розподіл реагентів в її об'ємі для забезпечення максимального контакту частинок домішок з проміжними продуктами гідролізу коагулянта (які існують протягом короткого часу), оскільки процеси гідролізу, полімеризації і адсорбції протікають протягом 1 сек. Змішення реагентів з оброблюваною водою проводять в пристроях (сопла Вентурі, діафрагми), змішувачів, трубчастих змішувачах або в спеціальних спорудах - змішувачах, які повинні задовольняти вимозі швидкого змішення реагентів зі всією масою води (тобто час перебування води 1 – 3 хвилин). Змішувачі підрозділяють на гідравлічні та механічні. До гідравлічних змішувачів, що найбільш добре зарекомендували себе на практиці, слід віднести: коридорного типа (з вертикальним або

горизонтальним рухом води); дірчастий, перегородчастий з розділенням потоку; вертикальний (вихровий).

Вибір типу змішувача обґрунтовується компоновкою водоочисної установки з урахуванням її продуктивності і методу обробки води, а також конструктивними і технологічними міркуваннями.

На практиці широко поширені перегородчасті змішувачі з розділенням потоку. Такий змішувач є залізобетонним лотком з трьома щільними перегородками, встановленими перпендикулярно напрямку руху води. При русі в щілинах із швидкістю 1 м/с за ними утворюються вихрові течії, що сприяє швидкому і повному змішенню реагенту з водою. Відстань між перегородками повинна дорівнювати подвійній ширині лотка. Дірчастий змішувач є лотком з дірчастими перегородками, розміщеними перпендикулярно напрямку руху води. Вода, проходячи через отвори з швидкістю близько 1 м/с, отримує завихорення, що сприяє змішуванню води з реагентами. Діаметр отворів приймають 20 ... 100 мм. Верхній ряд отворів повинен бути затоплений під рівень води на 0,1 .. 0,15 м щоб уникнути підсмоктування повітря.

На великих водоочисних комплексах знаходять застосування перегородчасті змішувачі коридорного типу з вертикальним або горизонтальним рухом води з швидкістю 0,6 ... 0,9 м/с при часі перебування води в них 3 ... 5 хв, число поворотів на 180° приймають рівним 9 ... 10. Слід передбачати можливість скорочення числа перегородок для зменшення часу перебування оброблюваної води в змішувачі в періоди інтенсивного утворення пластівців.

Механічні змішувачі є круглі або квадратні в плані резервуари із співвідношенням висоти до ширини (діаметру) 2:1 з плоским або конічним (пірамідальним) днищем.

Для змішування застосовують турбінні, пропелерні та лопатеві мішалки на вертикальній осі. Швидкість обертання мішалок не перевищує 80 об/хв для турбінних мішалок з максимальною лінійною швидкістю на кінці лопаті до 5 м/с і до 1750 об/хв. для пропелерних. Час перебування води складає від 30 сек до 3 хв.

Застосування механічних змішувачів дозволяє: понизити питомі капітальні витрати; понизити витрату коагулянта на 25%; зменшити час перебування води у відстійниках і освітлювачах з шаром зваженого осаду; регулювати параметри змішування.

Огляд, очищення і поточний ремонт камер змішувачів повинні здійснюватися в періоди найменш напруженої роботи станцій відповідно до плану ППО і ППР (див.табл. 6.1, 6.2). При експлуатації перегородчастих і дірчастих змішувачів необхідно стежити за тим, щоб у воду не потрапило повітря. З цією метою проходи перегородчастого змішувача повинні бути

затоплені, причому відстань від верхньої кромки проходу до рівня води повинна складати 10-15 см. У дірчастих змішувачах верхній ряд отворів повинен бути також затоплений на глибину 10-15 см. Відвідні від змішувачів воду трубопроводи занурюються у воду на глибину 50-60 см від верхньої кромки трубопроводу.

Для інтенсифікації процесу змішення оброблюваної води з коагулянтom і поліпшення процесу осадження коагульованої суспензії застосовують аерування води. Як відомо, продуктами гідролізу сірчанокиислого алюмінію при розчиненні його у воді є колоїди гідрооксиду алюмінію або основні солі його і іони водню. Останні, вступаючи у взаємодію з присутніми у воді бікарбонатними іонами, приводять до утворення значної кількості вільної вуглекислоти.

Вуглекислота, що утворюється, сорбує частинками пластівчастої суспензії, викликаючи її флотацію - спливання пластівців на поверхню води. При цьому пластівці стають більш рихлими, менш міцними, з пониженими сорбційними властивостями. Все це погіршує процес осадження суспензії у відстійних спорудах. Застосування аерування води багато в чому прискорює процес видалення вуглекислоти і робить процес десорбції її якнайповнішим. При цьому значно змінюється також структура пластівців: вони робляться щільнішими, менш газонаповненими, що приводить до швидшого осадження суспензії і кращому освітленню води.

6.7 Експлуатація камер пластівцеутворення (реакції)

Завершуючим етапом реагентної обробки води є процес утворення пластівців. Час перебування води в камерах реакції і гідравлічний режим їх роботи повинні розраховуватися так, щоб забезпечувати оптимальні умови для формування і укрупнення пластівців коагульованої суспензії.

Оцінкою ефективності цього етапу є розмір сформованих пластівців, що володіють адсорбційними властивостями і достатньою механічною міцністю для транспортування їх від камери утворення пластівців до відстійних споруд. Повнота виконання названих умов залежить від правильного вибору конструктивних і технологічних параметрів пристрою.

В процесі експлуатації камер утворення пластівців необхідно забезпечувати повільне і рівномірне перемішування, а також постійне спостереження за швидкістю руху води в камерах утворення пластівців: рекомендується підтримувати швидкості 0,2-0,3 м/с на початку і 0,05-0,1 м/с в кінці руху води в камерах.

Мляве, сповільнене утворення пластівців свідчить про неправильний гідравлічний режим, низькі або завищені дози реагентів, низьку температуру води, недостатній лужний резерв і недосконалість методу коагуляції.

При проведенні процесів утворення пластівців необхідно враховувати наступні положення:

- зниження температури оброблюваної води уповільнює процес коагуляції приблизно в 2 рази на кожні 10 °С, а при температурах нижче 3 °С процес сповільнюється настільки, що можна вважати його таким, що припинився;
- якнайкращі умови утворення пластівців досягаються для м'яких і кольорових вод при рН = 5-6, а для жорстких і каламутних-при рН = 6,5-7,5;
- поліпшенню процесів коагуляції і утворення пластівців суспензії сприяє попереднє хлорування води; при цьому витрата коагулянта може бути знижена на 20-50 %; крім того, попереднє хлорування води покращує санітарний стан водоочисних споруд;
- поліпшенню процесів утворення пластівців сприяє введення в оброблювану воду флокулянтів (ПАА, активованої кремeneвої кислоти та ін., а також осаду з відстійників, освітлювачів, шламу з відшарованої промивної води фільтрів і КП);
- інтенсифікація утворення пластівців може бути досягнута продуванням через оброблювану воду повітря в спеціально обладнаній камері з укладеними на її дні ґратами з перфорованих труб або пористих плит з витратою повітря 0,15 м³ на 1 м² площі резервуару. Рекомендовані відстані між вісями труб - 0,9-1,5 м при діаметрі отворів 1,8-2,0 мм і кроці між ними 75-150 мм; глибина барботажа -2-2,5 м; допустима висота води не більше 4,5 м.

Під час експлуатації камер утворення пластівців необхідно стежити за тим, щоб пластівці, що утворюються, не руйнувалися і не випадали в осад. Оптимальний режим швидкостей руху води встановлюється в процесі експлуатації. Так само як і для змішувачів, необхідно прагнути до того, щоб коефіцієнт об'ємного використання був найвищим. Камери утворення пластівців не рідше за 1 раз на рік очищаються і відмиваються 5 % розчином залізного купоросу. Потім проводиться дезінфекція їх хлорною водою і дозою активного хлору не менше ніж 25%.

Об'єм и види робіт по ППО і ППР наведено в табл. 6.1, 6.2.

При експлуатації камер реакції персонал зобов'язаний:

- вести спостереження за роботою камер, швидкістю води в них, ходом реакції, ефективністю утворення пластівців, рівнем зваженого осаду в камерах встроєного типу (товщина шару зваженого осаду повинна складати 2,5 – 3 м);
- своєчасно очищати дно камер від осаду;

- перевіряти в різні сезони року фактичні швидкості руху води і час її перебування в камерах;
- приймати заходи по поліпшенню роботи камер реакції, визначаючи дослідним шляхом оптимальну швидкість виходу води з отворів розподільчих систем, монтажу направляючих щитів, перестановою перегородок.

6.8 Експлуатація відстійників і просвітлювачів

У практиці водопідготовки для попереднього освітлення води перед надходженням її на фільтри застосовують горизонтальні, вертикальні, радіальні та тонкошарові відстійники. Назва відстійників дана відповідно до напрямку і характеру руху води в них. По висоті у відстійниках розрізняють зони: осадження, накопичення і ущільнення осаду. Вміст зважених речовин в освітленій воді після відстійників не повинен перевищувати 8-15 мг/л.

Горизонтальний відстійник - прямокутний, витягнутий у напрямі руху води залізобетонний резервуар, в якому просвітлювана вода рухається в напрямі, близькому до горизонтального, уздовж відстійника. Розрізняють одно, двох і триповерхові відстійники.

Горизонтальні відстійники у вітчизняній практиці рекомендується застосовувати при каламутності до 1500 мг/л і кольоровості 120 градусів оброблюваної води і при продуктивності водоочисного комплексу не менше 30 тис. м³/добу.

Вертикальний відстійник — круглий в плані і в окремих випадках квадратний залізобетонний резервуар значної глибини, в якому оброблювана вода рухається вертикально знизу вгору. У вітчизняній практиці вертикальні відстійники рекомендується використовувати при каламутності і кольоровості оброблюваної води до 1500 мг/л і до 120 град і при продуктивності водоочисного комплексу до 5000 м³/добу.

Радіальний відстійник - круглий в плані залізобетонний резервуар, висота якого є малою в порівнянні з його діаметром. Вода у відстійнику рухається від центру до периферії в радіальному напрямі, близькому до горизонтального. СНіП рекомендує використовувати радіальні відстійники при обробці висококаламутних вод і в системах оборотного водопостачання.

Відстійники з малою глибиною осадження. Серед методів інтенсифікації процесу осадження домішок води одним з найбільш перспективних є відстоювання в тонкому шарі. Суть його полягає в ламінаризації потоку води, при якій виключається вплив складової, що зважає. Розроблені різні конструкції тонкошарових відстійників з використанням пластмас, склопластиків і інших матеріалів, що забезпечують легке сповзання і видалення осаду з поверхні.

Під час роботи горизонтальних і вертикальних відстійників необхідно: стежити за накопиченням в них осаду і впливом його на якість води, що відстоюється; перевіряти не рідше одного разу на квартал рівномірність розподілу води як між відстійниками води, так і по їх перетину; стежити за відсутністю перекосу кромок переливних лотків і жолобів.

При експлуатації просвітлювачів із зваженим шаром особливе значення має їх «зарядка»: перед налагодженням просвітлювачів необхідно провести пробну коагуляцію води з метою встановлення необхідної дози коагулянту. Контроль приросту зваженого шару здійснюється шляхом відбору проб води як через контрольні краники, так і на різних висотах за допомогою вакуумного насосу, барометру або вимірюванням глибини занурення електричної лампочки низької напруги 12 В), що опускається в освітлювач зверху на шнурі.

Просвітлювання в шарі зваженого фільтру проводиться при швидкості висхідного руху води 0,8-1 мм/с задана швидкість руху води встановлюється після «зарядки». Переведення освітлювача на вищу швидкість (або продуктивність) здійснюється поступовим відкриттям засувки на подаючій трубі, з тим щоб не було винесення зважених частинок в збірні жолоби.

В цілях більш рівномірного розподілу води по перетинах в освітлювачах коридорного типу, а також для кращого змішення її в зоні реакції на дно коридорів рекомендується укладати шар гравієвої засипки заввишки 200-250 мм, з великою гравію 40-50 мм.

Осад зі шламоущільнювача видаляють без виключення подачі коагульованої води, тобто не зупиняючи просвітлювача. Викачування осаду може здійснюватися мембранним насосом протягом 50-60 хв, після цього осад повинен подаватися на зневоднення (майданчики мулу, фільтри-преси).

Окрім одноразового випуску осаду в зміну (або в добу), 1-2 рази на рік необхідно проводити генеральне чищення шламоущільнювача і камер просвітлення. Процес чищення здійснюється таким чином: подача води в просвітлювач припиняється, проводиться його спорожнення через донний спуск; через шламовідводячу трубу вода подається в камеру шламоущільнення з метою розмиву того, що залишилося на її стінках і дні осаду.

При чищенні камер освітлювачів оглядають, перебивають сальники, а також проводять огляд і ремонт інших деталей засувок.

Випуск осаду з міждонного простору в просвітлювачах з піддонним шламоущільненням проводиться також під час чищення просвітлювача. Видалення осаду в цьому випадку може здійснюватися шляхом подачі збільшених витрат води (у 2-2,5 рази більше за звичайних) в міждонний простір. Якщо при цьому підняти і змити осад, що злежався, не вдається, то його видаляють за допомогою механізмів.

При експлуатації просвітлювачів з шаром зваженого фільтру велику увагу слід приділяти обробці малокаламутних кольорових вод, і особливо в період

інтенсивного нагріву поверхневих вод після весняного паводку. В деяких випадках стійка робота просвітлювачів в цей період може бути забезпечена тільки при значно знижених швидкостях висхідного потоку води в зоні просвітлення. Швидкість висхідного потоку слід приймати не більше 0,65 мм/сек для коридорних просвітлювачів. Як при пуску, так і під час експлуатації просвітлювачів із зваженим осадом потрібно постійно відпрацьовувати такі параметри:

- підбір оптимальних доз реагентів для обробки води і встановлення якнайкращого режиму дозування і введення їх в оброблювану воду;
- рівномірний розподіл води по просвітлювачах і по площі кожного просвітлювача окремо;
- створення щільного і стійкого зваженого осаду в просвітлювачі зі встановленням оптимальної висоти його;
- встановлення оптимальної швидкості висхідного потоку води в просвітлювачі і визначення продуктивності його в різні періоди року;
- встановлення періодичності і тривалості скидання осаду з ущільнювача при продуванні просвітлювача; визначення витрат води при продуванні.

Видалення осаду, що накопичився у відстійних спорудах, здійснюється не рідше 1 разу на рік, звичайно перед настанням паводку. Цей процес здійснюється в наступному порядку:

- припиняється подача води у відстійник, відкриваються водостічні засувки, і вода з нього з частиною осаду скидається в стік;
- осад, що залишився, розмивається водою з брандспойтів з видаленням його також в стік; забруднення із стінок і перегородок видаляються щітками, а потім обробляються 5 %-ним розчином FeSO_4 ;
- після очищення резервуари дезинфікуються хлорною водою з дозою активного хлору 25 мг/л.

При роботі відстійників слід виключити утворення «мертвих зон», збільшувати коефіцієнт об'ємного використання споруд. Для поліпшення роботи горизонтальних відстійників і підвищення якості води рекомендується вмонтовувати системи розосередженого відбору води.

Останнім часом широко упроваджуються в практику очищення води тонкошарові (поличні) відстійники і рециркулятори конструкції АКХ ЛО, що мають вищі технологічні показники в порівнянні з розглянутими відстійними спорудами. Тонкошарові відстійники дозволяють інтенсифікувати процес осадження; на 25-30 % підвищити ефект освітлення, на 60 % зменшити площу забудови. До переваг тонкошарових відстійників слід віднести також стійкість їх роботи при значних коливаннях витрат води, що поступає на очищення, змінах її температури і концентрацій забруднень.

Застосування принципу тонкошарового відстоювання є перспективним при реконструкції діючих відстійників різного типу з метою збільшення їх продуктивності. Це є найбільш економічним, а у ряді випадків єдиним рішенням, враховуючи обмежені умови діючих очисних станцій і, як правило, відсутність поблизу них вільних земельних територій. При цьому реконструкція споруд може бути здійснена в найкоротший строк, оскільки перевлаштування цих споруд в тонкошарові відстійники не вимагає тривалих і складних будівельно-монтажних робіт, а зводиться до установки наперед виготовлених блоків тонкошарових елементів у відстійній зоні.

Тонкошарові елементи можуть бути виконані як з гнучких матеріалів, що не мають достатньої жорсткості, так і з матеріалів достатньої жорсткості. Для забезпечення сповзання в осадкову частину відстійника суспензії, що осідає на поверхні тонкошарових елементів, останнім додається нахил до горизонту. Кут нахилу приймається звичайно 55-60°. По конструкції тонкошарові елементи виконуються у вигляді плоских або гофрованих полиць, а також у вигляді труб різного поперечного перетину: круглого, квадратного, прямокутного.

При експлуатації відстійників і просвітлювачів персонал зобов'язаний:

- забезпечити необхідну якість води після відстійників і просвітлювачів;
- вести спостереження за накопиченням (висотою шару) осаду і його впливу на режим роботи споруд;
- своєчасно видаляти осад;
- контролювати час перебування і рівномірність розподілу води між окремими спорудами 1 – 2 рази після пуску і при зміні режимів роботи.

6.9 Експлуатація фільтрів і контактних прояснювачів

У більшості технологічних схем водопідготовки завершуючим процесом є фільтрування, в ході якого з води видаляються не тільки дисперсні домішки, але і колоїди. У цьому полягає відмінність методу фільтрування від всіх методів попереднього очищення води.

Суть методу полягає у фільтруванні оброблюваної води, що містить домішки, через фільтруючий матеріал, проникний для рідини і непроникний для твердих частинок. Це визначає місце фільтрувальних споруд в технологічній схемі, тобто в більшості випадків фільтрування є завершуючим етапом обробки води і проводиться після її попереднього освітлення у відстійниках, флотаторах або освітлювачах. При пропуску води через шар зернистого матеріалу залежно від заряду і співвідношення розмірів домішок води і зерен фільтруючого завантаження може відбуватися три види фільтрування:

- 1) затримання домішок на поверхні фільтруючого шару (плівкове фільтрування),

- 2) затримання домішок у порах фільтруючого шару (об'ємне фільтрування);
- 3) одночасне утворення домішками плівки і їх відкладення в порах завантаження.

У більшості випадків на сучасних фільтрах плівка не утворюється і домішки разом з водою проникають в товщу фільтруючого шару, при цьому глибина проникнення забруднень в товщу завантаження тим більше, чим більша швидкість фільтрування, більше зерна фільтруючого шару і чим менше розміри частинок суспензії, що вилучаються з води.

Плівкове фільтрування лежить в основі роботи повільних фільтрів.

У основі об'ємного фільтрування лежить попередня коагуляція домішок води з метою зменшення або ліквідації їх заряду.

Водоочисні споруди, на яких здійснюється процес фільтрування, називають фільтрами. Фільтри по типу фільтруючого середовища ділять на тканинні або сітчасті, каркасні або наливні (діатомові), зернисті (піщані, керамзитові). З вищеперелічених трьох груп фільтрів найбільш значною є остання. Фільтри цієї групи в техніці водопостачання застосовують найширше.

Фільтри із зернистим завантаженням можна класифікувати по ряду основних ознак:

- 1) за швидкістю фільтрування - повільні 0,1-0,3 м/год, швидкі 6 - 12 м/год і надшвидкісні 36 - 100 м/год;
- 2) по тиску, під яким вони працюють - відкриті (або безнапірні) і напірні;
- 3) по напрямку фільтруючого потоку-однопоточні (звичайні швидкі фільтри), двохпоточкові (фільтри АКХ, ДДФ), багатопоточкові;
- 4) по величині фільтруючого матеріалу - мілко, середньо і грубозернисті;
- 5) по кількості фільтруючих шарів — одно, двох і багат шарові.

Фільтруючий шар виконують з відсортованого зернистого матеріалу, що задовольняє санітарним вимогам і має достатню хімічну стійкість і механічну міцність (кварцевий пісок, роздроблений антрацит, керамзит, керамічна крихта, доменні шлаки, роздроблений мармур, полімери і ін.).

Шар з гравію або щебеню заввишки 0,45 - 0,55 м з величиною зерен 2 - 40мм, на якому лежить фільтруюче завантаження, укладають для того, щоб дрібний фільтруючий матеріал не вимивався з фільтруючого шару і не переносився фільтрованою водою через отвори розподільної системи.

Розподільна (дренажна) система є важливим елементом фільтру. Вона повинна збирати і відводити профільтровану воду без винесення зерен фільтруючого матеріалу і при промивці рівномірно розподіляти промивну воду за площею фільтру.

Контактні прояснювачі є різновидом фільтрувальних апаратів, що працюють за принципом фільтрування води у напрямі збуваючої величини зерен через шар завантаження великої товщини, який реалізується застосуванням висхідного фільтрування, від низу до верху. Оброблювана вода

через розподільну систему, укладену на дні споруди, вводиться в нижні гравієві шари, а потім фільтрується послідовно через шари завантаження, розмір зерен яких поступово зменшується. При цьому основна маса домішок води затримується в нижніх грубозернистих шарах, що характеризуються великою брудоемністю, що зменшує темп приросту втрати тиску. Зниження темпу приросту втрати тиску і збільшення тривалості захисної дії завантаження унаслідок великої висоти шару, дозволяють очищати на контактних прояснювачах воду із вмістом суспензії, що значно перевищує звичайно допустиме для швидких фільтрів. Швидкі фільтри можуть працювати нормально, якщо вміст суспензії у воді, що поступає на фільтри, складає 5 - 15 мг/л. Контактні ж прояснювачі, як показала практика, працюють нормально при вмісті суспензії у воді, що очищається, до 120 мг/л і її кольоровості до 120 градусів.

При водообробці на контактних прояснювачах коагулянт вводять у воду безпосередньо перед її надходженням в завантаження прояснювача, процес коагуляції відбувається в його товщі. За короткий термін часу від моменту введення коагулянта до початку фільтрування в воді можуть утворюватися лише мікроагрегати коагулюючих частинок. Подальша агломерація домішок відбувається не у вільному об'ємі води, а на зернах завантаження контактних прояснювачів; частинки адсорбуються на поверхні зерен, утворюючи відкладення характерної для гелю сітчастої структури. Такий процес є контактною коагуляцією, що обумовлюється контактом води, що містить коагульовані домішки, з поверхнею зерен контактної маси.

Як показала практика експлуатації, процес контактною коагуляції йде з більшою повнотою і у багато разів швидше, ніж при звичайній коагуляції в об'ємі. Доза коагулянта для контактною коагуляції, як правило, менше, ніж доза, необхідна для коагуляції домішок у вільному об'ємі. Крім того, при контактній коагуляції на процес майже не впливають температура води, її аніонний склад, наявність грубодисперсних суспензій і її лужність.

Завдяки цим перевагам в умовах обробки малокаламутних вод контактні прояснювачі дуже вдало замінюють звичайне двоступінчате очищення води, забезпечуючи високий ефект просвітлення і знебарвлення при одночасному здешевленні вартості будівництва і експлуатації очисних споруд.

Експлуатаційні роботи на фільтрувальних спорудах умовно можна розділити на три групи:

- завантаження і пуск в експлуатацію фільтрів (контактних прояснювачів) після проведення ремонтних робіт;
- контроль та підтримання параметрів процесу фільтрування (контактного прояснення);
- промивання фільтрів (контактних прояснювачів).

Пуск фільтрів в експлуатацію після виробництва ремонтних робіт здійснюється таким чином: фільтр поволі заповнюється знизу через промивну систему відстояною водою з метою витіснення повітря з порового простору фільтруючого шару і виключення порушення горизонтальності (розмиву) сухого шару піску при подачі води зверху. Коли рівень води у фільтрі буде вищий за поверхню піску на 200-300 мм, пуск води знизу припиняють і починають подавати її зверху через бічну кишеню до повного заповнення фільтру. При розрахунковому рівні води фільтр залишають у спокої на 20-30 хв; після цього його промивають з скиданням фільтрату в каналізацію. Після закінчення відмивання завантаження фільтр знезаражують хлорною водою, що містить 20-50 мг/л активного хлору. Фільтр включають в роботу після 24-годинного контакту і остаточної промивки його чистою водою до отримання залишкового хлору в промивній воді не більше 0,3-0,5 мг/л. Пуск фільтрів в роботу слід проводити при швидкості фільтрації 2—3 м/год з поступовим збільшенням до розрахункової на протязі 15 хвилин.

При завантаженні двошарових фільтрів з верхнім шаром з антрацитної крихти роботи здійснюються в два етапи. Спочатку фільтр завантажується тільки гравієм і піском і експлуатується протягом місяця для гідравлічної класифікації (під час промивок) зерен піску. За цей час з поверхні фільтру віддаляється дрібний пісок (фракція менше 0,5-0,6 мм). Лише після того, як ситовий аналіз верхнього шару піску покаже майже повну відсутність дрібниці, приступають до завантаження фільтру антрацитною крихтою. Для цього фільтр заливають водою на 0,4-0,5 м вище за поверхню піску; після цього антрацитну крихту засипають рівномірно у воду і витримують протягом 3-4 год для виділення повітря з пор антрациту. Потім відмивають завантаження від вугільного пилу, поступово збільшуючи інтенсивність промивки (перші 2-3 хв інтенсивність повинна бути не більше 7-8 л/с м²). Надалі фільтри і контактні прояснювачі ретельно промивають з розрахунковою інтенсивністю подачі води. Таким чином з поверхні піску або антрациту знімають бруд і дрібні фракції, потім, якщо необхідно, проводять довантаження.

Фільтруючий матеріал, що доставляється на станцію, і гравій необхідно мити і сортувати одразу ж після його доставки. Промитий і відсортований завантажувальний матеріал повинен зберігатися в засіках або штабелях, захищених від зовнішнього забруднення. Підбір фільтруючого матеріалу для одношарових і двошарових фільтрів проводять по ТУ 401-08-561-81 (пісок — заповнювач контактних прояснювачів з гравієвим завантаженням), ТУ 401-08-119-80 (гравій - заповнювач контактних прояснювачів).

Ефективність роботи фільтрів залежить від стану розподільних і збірних систем, рівномірного розподілу промивної води за площею фільтрів, параметрів завантаження, наявності повітря у воді, швидкості фільтрування, своєчасної і якісної промивки фільтруючого завантаження, розподілу натиску по її висоті

(не допускати вакууму!). При включенні фільтруючих споруд на промивку необхідно повністю видаляти повітря з трубопроводів, що подають промивну воду. Якість промивки контролюється по втраті тиску промитого завантаження в порівнянні з втратами, які мали місце в чистому завантаженні (у початковий період експлуатації).

Режим роботи фільтру встановлюють з урахуванням місцевих умов на основі техніко-економічних показників: витрат і якості вихідної і очищеної води, тривалості фільтроциклу, витрат води на промивання, періодичність промивання, необхідність застосування реагентів перед фільтрувальними спорудами. Робочу швидкість фільтрування встановлюють з таким розрахунком, щоб на протязі року кількість промивань не перевищувала трьох разів на добу. Не допускаються різкі зміни швидкості фільтрування.

Для запобігання виділення повітря в завантаженні і пов'язаного з цим явища перемішування шарів завантаження під час промивання на швидких фільтрах необхідно підтримувати високий рівень води (не менше, ніж 2 м над завантаженням).

Періодичність промивання завантаження фільтрувальних споруд встановлюють відповідно до місцевих умов. В тих випадках, коли тривалий час погіршення якості води або зниження швидкості фільтрування не спостерігається, промивання проводять один раз на дві доби.

Тривалість робочого циклу контактних прояснювачів не повинна перевищувати 24 год влітку і 48 год в інші сезони року. Найменша тривалість фільтроциклу не повинна бути меншою ніж 8 год. При визначенні режиму промивання необхідно враховувати, що велика тривалість фільтроциклу призводить до накопичення і закріплення забруднень в завантаженні, ускладнює і погіршує якість промивання, а в деяких випадках є причиною зниження фільтрувальної спроможності завантаження і необхідністю її заміни.

Завантаження фільтрувальних споруд промивають, як правило, водою з резервуарів чистої води. Інтенсивність і тривалість промивання встановлюють дослідним шляхом. До накопичення експлуатаційних даних інтенсивність і тривалість промивання приймають відповідно до СНиП 2.04.02-84.

Під час промивання суворо притримуються встановленої послідовності й інтервалів часу перемикання засувки, заданих швидкостей подачі води і повітря на споруди. З метою запобігання зсуву і перемішування шарів завантаження вмикання і вимикання фільтрувальних споруд виконують з повільним (1 – 1,5 хв.) нарощуванням або зниженням витрат промивної води.

Якість відмивання завантаження оцінюють відповідно до початкової втрати напору при однакових швидкостях фільтрування. Систематичне зростання початкової втрати напору свідчить про те, що режим промивання обрано невірною, ефективність промивання недостатня та про накопичення забруднень в завантаженні. Кількість залишкових забруднень контролюють

після 10 – 12 промивань (не повинна перевищувати 1% по масі за 3 місяці). При накопиченні залишкових забруднень більше 1% проводять поверхнєве промивання, обробку фільтруючого матеріалу їдким натром, хлором або сірчанним газом. У випадку, коли хімічна обробка не приводить до бажаних результатів, проводять заміну фільтруючого матеріалу.

Після промивання контактних прояснювачів перший фільтрат скидають у стік. Тривалість скидання встановлюють дослідним шляхом на основі даних якості фільтрованої води та її відповідності вимогам ГОСТ 2874-82.

При експлуатації фільтрувальних споруд один раз на місяць проводять огляд поверхні завантаження, для чого при промиванні спускають воду нижче рівня завантаження. При огляді визначають загальний стан поверхні фільтруючого матеріалу, розподіл забруднень (до промивання), залишкових забруднень (після промивання), наявність ям, тріщин, відділення фільтруючого матеріалу від стінок споруди, викидів підтримуючих шарів на поверхню.

Горизонтальність підтримуючих шарів перевіряють 1 раз на 6 місяців. Перевірку проводять під час промивання за допомогою щупів зі спеціально встановлених переносних містків.

Завантаження фільтрувальних споруд на які подається нехлорована вода, дезінфікують 1 раз на 3 місяці хлорною водою з концентрацією активного хлору 100 - 200 мг/л і тривалості контакту 8 - 10 год.

Контрольні запитання до розділу 6

1. Які основні експлуатаційні підрозділи організовують на очисних спорудах ?
2. З якою метою організовують виробничо–лабораторний контроль ?
3. З якою метою організовують технологічний контроль?
4. В чому полягають основні завдання експлуатації реагентного господарства?
5. Які типи відстійників ви знаєте?
6. В чому полягає принцип прояснення в шарі завислого осаду?
7. Наведіть види фільтрування.
8. В чому полягає принцип контактного прояснення?
9. На які групи поділяються експлуатаційні роботи в фільтровому господарстві?
10. Які складові фільтроциклу?

Розділ 7. Експлуатація споруд для знезараження води

7.1 Експлуатація споруд для знезараження води хлором

Експлуатація споруд і обладнання для знезараження води повинна забезпечувати доведення бактеріологічних показників якості води до вимог ГОСТ 2874 – 82 “Вода питна”. До складу споруд знезараження води хлором входять: витратні склади хлору, приміщення, обладнання і устаткування дозування хлору і приготування хлорної води. Хлор є сильнодіючою отрутною речовиною (СДОР), тому устрій і експлуатація споруд, обладнання і устаткування хлорного господарства регламентується СНіП 11-31-74, “Санітарними правилами проектування обладнання складів для зберігання сильнодіючих отруйних речовин”, “Правилами устрою і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском”, “Правилами безпеки при виробництві, зберіганні, транспортуванні та застосуванні хлору (ПБХ – 93).

Загальні відомості.

Рідкий хлор – рухома масляниста рідина бурштинового кольору з щільністю $1,427 \text{ г/см}^3$ з температурою кипіння $34,6^\circ \text{C}$.

Газоподібний хлор – жовто-зелений газ з різким задушливим запахом, який відчувається при невеликій концентрації – $0,001 \text{ мг/м}^3$. ГДК (межа допустимої концентрації) хлору в повітрі – 1 мг/м^3 .

Устрій витратних складів.

Рідкий хлор поставляється в металевих контейнерах і балонах. Склади повинні бути обладнані електротельферами для проведення навантажувально-розвантажувальних робіт і пристроями (пеналами) для ізоляції аварійних контейнерів і балонів. Витратні склади призначені для зберігання СДОР у кількостях, необхідних для поточних потреб підприємств з урахуванням умов зберігання останніх у межах ємностей, що допускаються санітарними правилами.

Витратні склади СДОР всіх видів слід розміщувати в окремих, закритих і добре вентильованих приміщеннях на відстані не менше 300 м від житлових, громадських будівель і водоймищ. При вході в склади повинні бути вивішені попереджувальні плакати.

Вибір і затвердження майданчиків для будівництва витратних складів СДОР на підприємствах (об'єктах) проводять відповідно до СНіП П-М.1-71 «Генеральні плани промислових підприємств. Норми проектування».

Не дозволяється будувати витратні склади СДОР у вигляді секцій або прибудов до виробничих або складських будівель і споруд. Можливе сумісне розміщення витратних складів і хлораторних.

Категорично забороняється влаштовувати витратні склади СДОР всіх видів у підвалах житлових будинків, виробничих і допоміжних будівель, а

також зберігати ємності з хлором в місцях, де на них можуть впливати сонячне проміння та атмосферні опади.

Витратні склади СДОР всіх видів дозволяється розміщувати в наземних і напівзаглиблених будівлях. На складах повинні бути передбачені заходи щодо запобігання забруднення ґрунту, підземних вод і повітря.

Розміщення складів, їх розміри, планування, конструктивні елементи повинні відповідати затвердженим в установленому порядку діючим “Санітарним нормам проектування промислових підприємств” і ПБХ 93.

Приміщення витратних складів СДОР всіх видів повинні бути спеціалізованими. В кожному складському приміщенні допускається зберігати тільки ті групи СДОР, для зберігання яких це приміщення призначене. Склади ділять на відсіки місткістю не більш ніж 50 т із двома виходами.

Не допускається сумісне зберігання в одному складському приміщенні СДОР, які можуть вступити у взаємодію один з одним, зокрема хлору і аміаку. Зберігати вказані СДОР дозволяється тільки в абсолютно ізольованих відсіках (секціях) однієї складської будівлі, що мають самостійні входи з протилежних сторін для можливості евакуації персоналу і провітрювання.

Склади повинні бути побудовані з вогнестійких і нетеплопровідних матеріалів. Приміщення для зберігання і розливу хлору забезпечують автоматичними газоаналізаторами стаціонарного типу або найпростішими індикаторними пристроями і засобами для сигналізації про присутність у повітрі хлору. Для цього біля входу в склад на рівні підлоги влаштовують захищений контрольний ліхтар з газоаналізаторами діаметром близько 0,3 м.

Апаратура і ємності, що працюють під тиском, повинні відповідати “Правилам устрою і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском”. Вимірювальні прилади на апаратах повинні бути досяжними для нагляду.

Обробка стін, стель і внутрішніх конструкцій складських приміщень для зберігання і розливу хлору і аміаку повинна захищати конструкції від хімічної дії хлору та накопичення на поверхні пилу, допускати легке очищення і миття поверхні. Підлоги складських приміщень для зберігання хлору повинні мати рівну гладку поверхню, що легко миється, а також достатній ухил для стоку і відведення вод, бути стійкими до дії СДОР.

У місці стоку необхідно влаштовувати резервуар для нейтралізації стічної води. Резервуар перекривають зйомними залізобетонними або дерев'яними ґратами.

Склади СДОР і хлораторні повинні мати внутрішній телефонний зв'язок із начальником споруд.

Приміщення для зберігання СДОР повинні бути обладнані приплинно-втяжною вентиляцією з механічною спонукою, постійно діючою, з 6-кратним повітрообміном за 1 годину і аварійною з додатковим 6-кратним

повітрообміном за 1 годину. Приміщення повинні мати також природну притоку повітря відповідно до вимог СНіП П-31-74 і діючих санітарних правил.

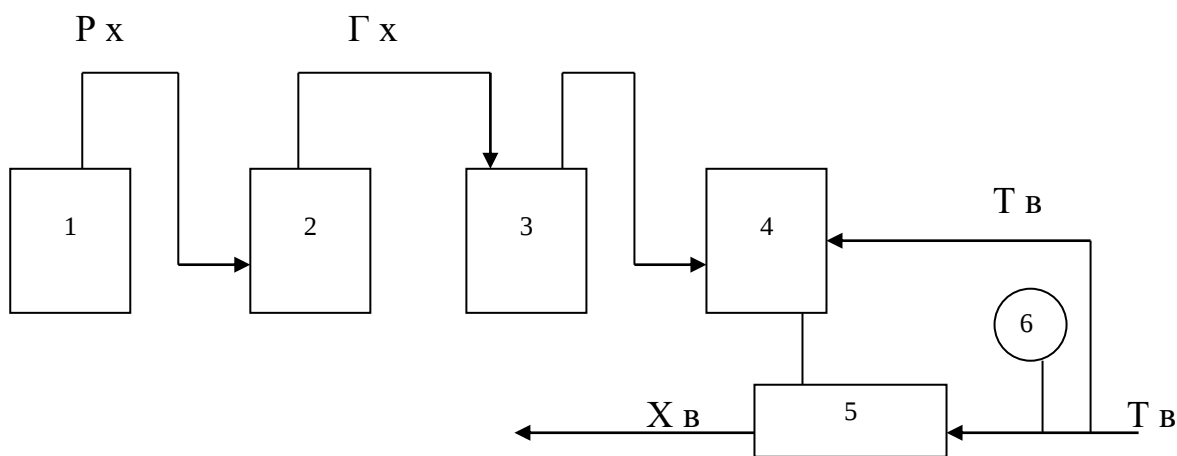
При місткості складів хлору більше 8 т слід передбачати автоматичне управління аварійною вентиляцією від газоаналізаторів типа ФКГ або ФЛ.

Крім того, повинні бути передбачені автоматичні або найпростіші індикаторні пристрої і засоби для сигналізації про присутність у повітрі цих приміщень отруйних газів.

Викид повітря з систем вентиляції витратних складів повинен проводитися відповідно до діючих ПБХ-93. Викид повітря здійснюється через вентиляційну трубу, яка повинна розташовуватися на висоті не менше 15 м від рівня землі.

Устрій хлораторних.

Устаткування хлораторної є системою, що включає ємність з хлором, встановлену на вагах, випарник рідкого хлору, фільтр, редуктор, хлородозатор, колектори рідкого і газоподібного хлору, вантажопідйомні механізми для установки контейнера або балона на ваги. З контейнера (балона), встановленого на ваги, рідкий хлор по хлоропроводу подається у випарник змієвикового типу, де переходить в газоподібний стан. Хлор-газ проходить через фільтр, в якому очищається від домішок, і через редуктор по колектору подається на хлордозатори. На рис 7.1. наведено принципову схему обладнання хлораторної.



1 – балон або контейнер на вагах; 2 – випарувач, що підігрівається водою 40-50 °С; 3 – фільтр; 4 – вакуумний хлоратор; 5 – ежектор; Рх – трубопровід з рідким хлором; Гх – трубопровід з газоподібним хлором; Тв – трубопровід з водою; Хв – трубопровід з хлорною водою.

Рисунок 7.1 – Принципова схема обладнання хлораторних

Гранично допустима концентрація хлору в повітрі 1 мг/м^3 . Газоподібний хлор в 2,5 рази важче за повітря, тому він накопичується унизу приміщення і поволі розсіюється в повітрі.

Всі хлораторні незалежно від продуктивності повинні бути побудовані за проектом. Реконструкція хлораторних повинна проводитися по схемах, погоджених із проектною організацією.

Хлордозаторні, що розташовуються в блоках очисних споруд, повинні бути ізольовані від інших приміщень, а хлордозаторні, суміщені з витратними складами хлору, повинні відділятися від них капітальною вогнестійкою стіною без отворів.

Хлордозаторні повинні бути обладнані двома виходами: один через тамбур, другий безпосередньо назовні. Всі двері повинні відкриватися назовні.

Якщо хлордозаторні з випарниками блокуються з очисними спорудами, продуктивність хлордозаторних не повинна перевищувати 2 кг хлору за 1 годину.

При розташуванні витратного складу хлору від очисних споруд на відстані більше ніж 100 м і добовій витраті рідкого хлору не більше ніж 3 балони допускається при хлордозаторній передбачати приміщення для зберігання тридобового запасу хлору, яке повинне мати окремий вихід назовні. До цього приміщення пред'являють такі ж вимоги, як і до витратних складів.

Хлордозаторні повинні бути обладнані відповідно до СНіП П-31-74 системами електроосвітлення, подачі води, водовідведення, центрального опалювання, що забезпечує температуру повітря в приміщенні не нижче 16°C , приточно-втяжною вентиляцією, що створює постійно 6-кратний повітрообмін за 1 годину, а також аварійною вентиляцією з додатковим 6-кратним повітрообміном за 1 годину.

Пристрій для забору повітря з приміщень слід розташовувати безпосередньо біля підлоги. Викид вентилязованого повітря повинен здійснюватися через трубу, розташовану на 2 м вище за коника даху найвищої будівлі, що знаходиться в радіусі 50 м .

Вентиляційні канали хлордозаторної не повинні з'єднуватися з вентиляційною системою інших приміщень і повинні мати антикорозійне покриття (поліетилен, ебоніт, свинець).

Хлордозаторні, склади хлору та інших сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) повинні мати аварійне електричне освітлення, живлення яких здійснюється від резервних джерел електроенергії, з установкою світильників в тамбурі і зовні. Освітлювальна арматура хлордозаторних повинна бути в газозахисному виконанні, герметичною, з розводкою кабелями СРГ або ВРГ.

Включення вентиляції і освітлення слід передбачати зовні приміщення хлордозаторної.

Двері з тамбуру в хлордозаторну повинні бути герметичними із заксленим оглядовим вікном.

Випаровування хлору може проводитися в балонах, бочках або випарниках. Знімання газоподібного хлору при температурі 16°C з одного балона становить 0,7 кг/годину, з бочки - 3 кг/годину з 1 м² поверхні бочки.

Збільшення знімання газоподібного хлору допускається за рахунок нахилу балонів (кут нахилу балона не більш 15°), обігріву їх водою з температурою не вище 30°C або використання спеціальних випарників.

Категорично забороняється підігрівати ємності з хлором відкритим вогнем. Забороняється для випаровування рідкого хлору підключати більше шести балонів або двох бочок. Збільшення кількості випарованого хлору за рахунок установки додаткових балонів або бочок - випарників забороняється. Забороняється зберігати ємності з рідким хлором біля хлораторних.

Для контролю витрати хлору обов'язковим є ваговий облік.

Бочки або балони на вагах з'єднують із трубопроводами через компенсатор, що забезпечує вільну роботу терезів і зручність підключення ємностей.

Забороняється при монтажі та ремонті устаткування використовувати матеріали, не стійкі до хлору: масляне або бавовняне набивання та ін. Можна застосовувати неіржавіючу сталь, леговану і вуглецеву сталь (Ст3, Ст2), ебоніт, поліетилен, скло, пароніт, асбестографітне набивання, свинець, мідні труби.

Місця проходу труб і каналів через стіни і стелю хлордозаторної повинні бути ретельно закладені та герметизовані.

Трубопроводи хлору підключають до балона-брудовика тільки через трійник з вентилями, вкручений у горловину балона.

У хлордозаторних повинні бути камери-футляри і ємності дегазації - ями глибиною не менше 1,5 м для відпрацювання несправних балонів і бочок. Ємності дегазації повинні бути обладнані системою подачі води, переливною трубою та випуском в систему водовідведення.

Біля ємності дегазації слід зберігати запас сухих реагентів (гіпосульфит і кальцинована сода у співвідношенні 1:2) з розрахунку, що на 1 кг хлору витрачається 30 л розчину з концентрацією 10%.

Вимоги до експлуатації.

При експлуатації хлорного господарства слід керуватися "Правилами безпеки при виробництві, зберіганні, транспортуванні та застосуванні хлору (ПБХ – 93), "Правилами устрою і безпечної експлуатації судин, що працюють під тиском".

По кожному об'єкту, що використовує хлор, необхідно вести журнал обліку витрат і надходження хлору, журнали перевірок хлорного господарства,

виконання графіка планово-запобіжного ремонту, а також проведення тренувальних занять по обслуговуванню хлорного устаткування.

На кожному підприємстві систем водопостачання і водовідведення, що використовує і зберігає рідкий хлор, необхідно наказом призначити працівників, відповідальних за експлуатацію хлорного господарства.

Перед входом до складу хлору, а також у хлораторну черговий персонал повинен переконатися в роботі вентиляції і відсутності газу в приміщеннях.

Загазованість приміщень визначають: на складах хлору за допомогою стаціонарних газоаналізаторів типа ФЛ або ФКГ, в хлордозаторних - за допомогою газоаналізатора типа УГ, а при їх відсутності за допомогою індикаторів - йодокрохмальних стрічок або нашатирного спирту.

За наявності хлору в повітрі нашатирний спирт «димить», а йодокрохмальні стрічки забарвлюються в синій колір.

Бочки і балони зі складу в хлордозаторну слід транспортувати на спеціальних ношах або візках з підкладками, що мають вирізи під відповідну тару. Не дозволяється доставляти балони в хлордозаторне приміщення на руках, а також перекочувати бочки і балони.

Перед подачею хлору з балонів і бочок у систему дозування необхідно перевірити підготовку устаткування, у тому числі випарників (наявність потоку води належної температури). Хлорний клапан на лінії подачі хлору у випарник слід відкривати поволі, створюючи тиск в хлоропроводі не вище 4 атм.

Ревізія балонів-брудовиків проводиться один раз у два роки, якщо до балона підключено два хлоратори, і щорічно, якщо до балона підключені два - шість хлораторів.

Після ревізії балонів-брудовиків обов'язково проводять пневматичні випробування хлоропроводів і балонів - брудовиків під тиском 8-10 кгс/см².

Щоквартально виконують ревізію хлораторів (перевірку запірної арматури, набивання сальників, заміну скловати у фільтрах, промивку ротаметрів).

Наявність хлору в балонах і бочках після їх використання визначають зважуванням. Залишковий тиск у використаних балонах повинен бути не менше 0,5 атм. На спорожнені балони і бочки перед відправкою їх на заводи-наповнювачі хлору необхідно скласти супровідні документи. Дефектні балони і бочки слід ізолювати від справних, помістивши їх в окреме приміщення, і відправляти на завод-виробник з дефектною відомістю.

Роботи по заміні бочок і балонів із хлором, відкручуванню ковпаків, маховиків кранів, трубок від використаних балонів і бочок, підключенню нових ємностей з хлором і в інших випадках, коли можливий витік газу, проводять в протигазах.

Витік хлору з балона або бочки можна усунути постановкою хомутів, заливкою місця витоку водою або накладенням мокрої ганчірки. При безперервному витoku газу пошкоджений балон слід закласти в аварійний футляр або опустити його в ємність для дегазації з 10%-ним розчином гіпосульфїту.

Правила зберігання рідкого хлору, аміаку, сірчистого газу та димлячих кислот на підприємствах систем водопостачання і водовідведення.

Викид повітря з систем вентиляції витратних складів повинен проводитися відповідно до діючих ПБХ93. Викид повітря здійснюється через вентиляційну трубу, яка повинна розташовуватися на висоті не менше 15 м від рівня землі.

Хвостові гази (абгази), що виділяються при передавлюванні стислим повітрям зріджених СДОР, а також повітря, що видаляється зі складських приміщень місцевими механічними установками (відсмоктуваннями) і системою аварійної вентиляції, перед викидом в атмосферу піддають очищенню. Хлорні хвостові гази можна використовувати при хлорванні.

Трубопроводи, призначені для зріджених СДОР, слід виготовляти із сталевих цільнотягнутих труб, що з'єднуються зварюванням із мінімальним числом фланців.

Трубопроводи промивають рідиною, що не вступає у взаємодію з сильнодіючими отруйними речовинами.

Трубопроводи, розташовані відкрито і в приміщеннях, фарбують олійною фарбою в два шари в різні кольори залежно від їх призначення: для повітря - у блакитний, для газоподібного хлору і абгазу - в зелений, для хлорної води - в цегляний, для рідкого хлору - в світло-сірий.

Для нормальної експлуатації складів зріджених СДОР і роботи всіх пристроїв відводу і дегазації, пов'язаних із застосуванням води, взимку на складах повинна підтримуватися температура не менш ніж 5°C.

Щоб уникнути підвищення тиску в тарі для зберігання зріджених СДОР температура на складах всіх видів не повинна перевищувати 35°C. Якщо не можна забезпечити необхідну температуру, застосовують штучне охолодження.

Склади СДОР повинні бути забезпечені системами водопостачання (з гідрантами і пожежними кранами), водовідведення і опалювання. Крім того, повинні бути передбачені внутрішньоскладські дороги, зв'язані із зовнішніми дорогами загального користування.

Порядок перевезення і зберігання балонів і бочок з рідким хлором.

При перевезенні рідкого хлору слід керуватися інструкцією МВС України «Про порядок перевезення сильнодіючих отруйних речовин».

При перевезенні рідкого хлору не можна допускати ударів і падіння бочок і балонів. При перевезенні та укладанні особливо ретельно необхідно оберігати місткості з рідким хлором від нагріву прямим сонячним промінням. Для цієї мети встановлюють тенти. Особи, супроводжуючі транспорт із хлором, призначаються наказом по підприємству, повинні бути в спецодязі, мати захисні засоби (обов'язково протигази) і аварійний інструмент (хомути, кліщі, розвідні гайкові ключі, болти, молотки, зубила, прокладки, асбесто-графітне набивання).

Перевозити рідкий хлор допускається тільки на транспорті, спеціально обладнаному для цієї мети, забезпеченому стелажми під балони, підставками під бочки. Під підставки і стелажі повинні бути підкладені амортизуючі прокладки. У всіх випадках при русі транспорту повинне бути виключено переміщення тари з хлором, взаємні удари. Транспортують рідкий хлор по асфальтованій дорозі зі швидкістю не більше 30 км/годину.

Маршрут і час транспортування рідкого хлору повинні бути погоджені з ДАІ МВС.

У поступаючих на склад балонах і бочках із хлором необхідно перевірити справність вентилів. Ці балони не слід змішувати з балонами і бочками, що вже знаходяться на складі, а треба укласти окремо, щоб виявити витіки.

Ємності з рідким хлором, що доставляються на склади, потрібно зберігати на спеціально обладнаних стелажах і підставках так, щоб забезпечити зручність їх обслуговування. Переміщення балонів і бочок усередині складів і біля них слід здійснювати за допомогою спеціальних візків, тельферів, кранів, забезпечених необхідними пристосуваннями для безпечного виконання робіт.

Розміщення посудин із хлором на складах повинно задовольняти таким вимогам:

- при горизонтальній укладці посудини з хлором розміщуються в один ряд біля стін і у два ряди в проходах. Висота штабелю не повинна перевищувати 5 ярусів для балонів і одного ярусу для контейнерів. Допускається розміщення балонів на стелажах. При цьому верхній ряд балонів повинен бути не вище 1,5 м від рівня підлоги;
- при вертикальній укладці біля стін повинно розміщуватися не більше двох рядів балонів і один ряд контейнерів. У проходах відповідно 4 і 2 ряди;
- розміщення посудин повинно виключати можливість їх падіння і забезпечувати вільний доступ до запірних вентилів (вентилі при горизонтальній укладці повинні розташовуватися в бік проходу);
- ширина проходів між посудинами з хлором повинна забезпечувати можливість евакуації зі складу будь-якого контейнеру або балону плюс 1м;

- крім поздовжніх повинні передбачатися поперечні проходи не більш ніж через 5 м по довжині ряду для балонів і через 10 м – для контейнерів.

Дегазацію приміщення складу і заражених хлором місць проводять розчином гіпосульфїту натрію і соди за допомогою гідропульту. Роботи проводять тільки в протигазах.

Ретельний технічний огляд балонів та бочок без їх пересування проводять не рідше одного разу на місяць. Для виявлення протікаючих балонів і бочок, приміщення складу і контрольні ліхтарі слід оглядати щодня.

Місце витоку хлору можна встановити по ряду ознак при огляді підозрюваних ділянок поверхні балонів або бочок: в місцях витоку можливі шипіння газу, що виходить, виділення пухирців при змочуванні нашатирним спиртом, більш низька температура, ніж на інших ділянках поверхні балону або бочки, нальоти кристалів у сиру погоду, характерний запах та ін.

В обов'язки оператора хлораторних установок входить: дотримання заданого технологічного режиму подачі хлору, ведення технологічної документації, ваговий контроль за відбором хлору з посудин, розвантаження і навантаження контейнерів і балонів, контроль наявності хлору у водянй сорочці випарника очищення хлоропроводів від трихлористого азоту та інших забруднень – один раз на 3 місяці, своєчасно виконувати ППР, контролювати справність вентиляційних систем, санітарних колон і систем дегазації витоків хлору і обладнання для дегазації аварійних ємностей з рідким хлором.

7.2 Озонування води

Одним з найбільш сильних окислювачів, що знищують бактерії, спори і віруси (зокрема, віруси поліомієліту), є озон. Безперечною перевагою озонування є те, що при цьому одночасно із знезараженням відбувається знебарвлення води, а також її дезодорація і поліпшення смакових якостей. Озон не змінює природні властивості води, оскільки його надлишок через декілька хвилин перетворюється на кисень.

Озон O_3 , який використовується для озонування, одержують з атмосферного повітря в апаратах - озонаторах, в результаті дії на нього «тихого» (тобто розсіяного) електричного розряду.

Озонаторний генератор є горизонтальним циліндровим апаратом з вмонтованими в нього з неіржавіючої сталі трубками по типу теплообмінника. Усередині кожної сталевій труби поміщена скляна трубка з невеликим (2-3 мм) кільцевим повітряним прошарком, що є розрядним простором. Внутрішня поверхня скляних трубок покрита графітомідним (або алюмінієвим) покриттям. Сталеві труби є одним з електродів, а покриття на внутрішніх стінках скляних трубок - іншим. До сталевих труб підводять електричний змінний струм напругою 8 - 10 кВ, а покриття на скляних трубках заземлюють. При

проходженні електричного струму через розрядний простір відбувається розряд коронного типу, в результаті якого утворюється озон. Заздалегідь осушене і очищене повітря проходить через кільцевий простір і таким чином озонується, тобто утворюється озоноповітряна суміш.

Озон (озоноповітряна суміш) вводять у воду через ежектори (емульгатори), через мережу пористих труб або розподільних каналів, що укладаються по дну контактного резервуару. Розподільні канали перекривають фільтросними пластинами.

Доза озону залежить від призначення озонування води. Якщо озон вводять тільки для знезараження у фільтровану воду (після її попередньої коагуляції), то дозу озону приймають 1 - 3 мг/л, для підземної води 0,75 -1 мг/л, при введенні озону для знебарвлення і знезараження води доза озону може доходити до 4 мг/л. Тривалість контакту знезаражуваної води з озоном становить 5-12 хв.

Озон - дуже сильний окислювач, його окислювальний потенціал 2,06 В. Патогенні мікроорганізми знищуються ним в 15- 20 разів, а спорові форми бактерій - в 300-600 разів швидше, ніж хлором. Механізм знезараження води озоном заснований на його здатності інактивувати складні органічні речовини білкової природи, що містяться в тваринних і рослинних організмах.

Чистий озон вибухонебезпечний, він не вибухає, якщо його концентрація в озono-повітряній суміші не перевищує 10%, тобто 140 г/м³. Озон токсичний і може вражати органи дихання. ГДК озону в повітрі приміщень, де знаходяться люди, не більше 0,0001 мг/л.

Для знезараження води доза озону змінюється відповідно до її температури і рН, а також вмістом в ній органічних речовин.

У ряді випадків озонування є універсальним методом водообробки, оскільки окрім знезараження води дезодорується і розкладаються органічні речовини, що обумовлюють кольоровість води, поліпшується процес коагуляції домішок. Концентрація залишкового озону після виходу води з контактної камери повинна бути 0,1- 0,3 мг/л.

При експлуатації споруд і обладнання знезараження води озонуванням персонал зобов'язаний:

- контролювати роботу обладнання і систематично реєструвати дані по витратах води, озону;
- контролювати фізико – хімічні і бактеріологічні показники якості води
- вести облікові журнали.

Загальну технічну експлуатацію озонаторного обладнання проводять відповідно до інструкцій заводів - виробників.

7.3 Експлуатація бактерицидного обладнання

Для знезараження підземних вод рекомендується застосовувати бактерицидне випромінювання за умови, якщо колііндекс початкової води не більше 1000 одиниць/л, вміст заліза до 0,3 мг/л, каламутність до 2 мг/л. Знезараження води бактерицидними променями має ряд переваг перед хлоруванням. Природні смакові якості і хімічні властивості води не змінюються. Бактерицидна дія променів протікає у багато разів швидше, ніж хлору; після опромінювання воду відразу можна подавати споживачам. Бактерицидні промені знищують не тільки вегетативні види бактерій, але і спороутворюючі.

Експлуатація установок для знезараження води бактерицидними променями, простіше і безпечніше хлорного господарства.

Встановлено, що найбільшою бактерицидну дію мають ультрафіолетові промені з довжиною хвилі від 295 до 200 нм. Цю область ультрафіолетового випромінювання називають бактерицидною. Максимум бактерицидної дії розташовується біля довжини хвилі у 260 нм.

В даний час для знезараження води застосовуються установки з занурюваними і незанурюваними лампами. Тривалість експлуатації ламп, що гарантується заводами, складає не менше 1500 годин.

Основним типом знезаражувальної установки, що використовується на міських водопроводах, є ОВ-АКХ-1 з лампами ПРК-7. На малих водопроводах продуктивністю до 20 - 30 м³/год застосовуються бактерицидні установки типу НВ-1П і ОВ-3Н з аргонртутними лампами низького тиску БУВ-30 і БуВ-6ОП. Умови пуску, наладки, можливі несправності і способи їх ліквідації приводяться в паспортах до цих установок.

Для збереження прозорості кварцевих циліндрових чохлів періодично (1-2 рази на місяць) поверхню їх необхідно очищати від осаду, випавшого з води. За станом чохла як при експлуатації, так і при очищенні скла спостерігають через верхнє оглядове вікно. Чохли очищують в процесі роботи установки, відключаючи послідовно окремі секції камери.

Якість опромінювання контролюється звичайними бактеріологічними аналізами.

При знезараженні бактерицидними променями неочищених каламутних, кольорових вод або вод з підвищеним вмістом заліза коефіцієнт поглинання виявляється настільки великим, що бактерицидний метод стає економічно недоцільним, а з санітарної точки зору - ненадійним. Тому застосування бактерицидних променів рекомендується тільки для знезараження води, що пройшла очищення, або для підземних вод, що не вимагають очищення, але потребують знезараження в профілактичних цілях.

Досвід експлуатації установок для знезараження води бактерицидними променями показує, що цей метод забезпечує надійну дезінфекцію води.

Експлуатаційні витрати на знезараження води опромінюванням не перевищують експлуатаційних витрат на хлорування, а на водопроводах, що використовують як джерела водопостачання підземні, джерельні або підрусові води, знезараження води опромінюванням дешевше в 2-3 рази в порівнянні з вартістю знезараження води шляхом хлорування.

Витрати електричної енергії на знезараження води з підземних джерел водопостачання опромінюванням не перевищує 10 - 15 Вт-ч/м³. Витрата електричної енергії на опромінювання води з відкритих джерел водопостачання, що пройшла обробку на водоочисних спорудах, складає до 30 Вт-ч/м³.

Недоліком даного методу знезараження є відсутність оперативного способу контролю за ефектом знезараження (на відміну від хлорування - по залишковому хлору). Крім того, метод опромінювання непридатний для знезараження каламутних вод.

Перед пуском бактерицидної установки в експлуатацію, а також після ремонтних робіт, що пов'язані з відкриванням камери, необхідно проводити її дезінфекцію хлорною водою з вмістом активного хлору 25 мг/л і контактом 2 год. Пуск бактерицидного обладнання в роботу з вмиканням ламп без наповнення камер не допускається. Подача води споживачам дозволяється через 10 – 15 хв. після вмикання ламп.

При експлуатації бактерицидних установок персонал виконує такі роботи:

- веде спостереження за роботою обладнання і реєструє дані по витратам води, часу роботи ламп, їх електричні параметри, фізико – хімічні і бактеріологічні показники якості води, про профілактичні огляди, очищення кварцевих чохлів, ремонт і заміну ламп;
- забезпечує подачу на установку заданої кількості води, не перевищуючи навантаження обладнання;
- очищує зовнішню поверхню кварцевих чохлів не рідше 1 – 2 рази на місяць;
- контролює режим роботи ламп.

Контрольні запитання до розділу 7

1. В чому полягає основне завдання експлуатації споруд знезараження води?
2. Які споруди входять до складу хлорного господарства?
3. Яке обладнання входить до складу хлораторних?
4. Які основні регламентуючі документи з питань експлуатації хлорного господарства ви знаєте?
5. В чому проявляється дія озону на воду?
6. В чому полягає принцип обробки води бактерицидними променями?

Розділ 8. Експлуатація регулюючих і запасних ємностей

8.1 Види регулюючих і запасних ємностей

Ємності, які використовувані в системах водопостачання, можуть бути класифіковані таким чином:

1. За функціональною ознакою (по їх призначенню):
 - а) регулюючі;
 - б) запасні;
 - в) запасно-регулюючі (тобто об'єднуючі в одній споруді функції акумуляції і зберігання води).
2. За способом подачі води з них у мережу:
 - а) напірні, які забезпечують тиск, необхідний для безпосередньої подачі води у водопровідну мережу;
 - б) безнапірні, з яких воду потрібно забирати насосами.

Напірні ємності залежно від конструкції підрозділяють на наступні основні типи:

- а) водонапірні башти (тиск забезпечується установкою резервуару на підтримуючій конструкції необхідної висоти);
- б) напірні резервуари (натиск забезпечується установкою резервуару на природних підвищеннях з необхідними відмітками);
- в) водонапірні колони (займають проміжне положення між наземними резервуарами і баштами);
- г) пневматичні водонапірні установки (тиск забезпечується тиском стислого повітря на поверхню води в герметично закритих резервуарах).

Регулюючі ємності дозволяють забезпечити рівномірну роботу насосних станцій, оскільки відпадає необхідність в подачі ними пікових витрат води, а також зменшити діаметр, а отже, і вартість водопроводів і транзитних магістралей водопровідної мережі.

8.2 Експлуатація резервуарів

При експлуатації підземних резервуарів для зберігання господарсько-питної і технічної води проводять: систематичний контроль за якістю води (щодня в резервуарі господарсько-питної води); щоденне спостереження за рівнем води в резервуарах, не рідше за один раз у три місяці огляд санітарного стану лазів у резервуар, вентиляційних труб, зливних і переливних пристроїв, люків і засувов тощо.

Місце розташування резервуарів питної води повинне входити в зону суворого режиму. Допуск до резервуарів сторонніх осіб категорично забороняється. Всі лази і люки камер перемикання засувками повинні бути закриті і запломбовані. Допуск і порядок входу в резервуар встановлюється місцевою інструкцією, узгодженою з органами держсаннагляду; територія, де

розташовуються резервуари чистої води, повинна бути добре освітлена в нічний час.

Резервуари слід очищати від осадів (піску, мула) один раз в 1-3 роки. При погіршенні фізико-хімічних і бактеріологічних показників якості води очищення і промивку проводять частіше.

Прохід в резервуар людей забезпечується тільки з дотриманням особливих санітарних заходів і лише з дозволу начальника станції і представника санітарно-епідеміологічної служби. Перед початком очищення або ремонту вода з резервуарів зливається, засувки на трубопроводах закриваються і опломбовуються. Очищення резервуару господарсько-питної води проводять в наступній послідовності:

- видаляють осад з дна;
- чистять поверхні стін і колон металевими щітками до повного видалення слизу;
- ретельно обмивають їх водою з брандспойту;
- обмивають днище резервуару;
- після цього повторно промивають всю поверхню з брандспойта.

Світлові люки в час роботи знаходяться в закритому стані, і робота проводиться при штучному освітленні. Після очищення або ремонту резервуару його хлорують (дозами хлора не менше 25 мг/л) при добовому контакті хлорної води з поверхнями резервуару.

Робочі, що проводять роботу по очищенню або ремонту резервуару, повинні бути одягнені в спеціальний одяг (гумові чоботи, чистий спецодяг). При виході з резервуару спецодяг повинен бути обов'язково знятий. На час робіт в резервуарі перед входом в нього встановлюється бачок з розчином хлорної води для обмивання гумових чобіт. Інструмент, що вноситься в резервуар, мітли, щітки й інший інвентар повинні хлоруватися 1%-ним розчином хлорного вапна. Виконані роботи по очищенню і ремонту резервуару оформляються актом, в якому указуються час зняття пломби із затворів резервуару, час початку і закінчення робіт по знезараженню резервуару, перераховуються особи, відповідальні за виконання робіт і виконавці.

Періодичність робіт по капітальному ремонту напірно-регулюючих пристроїв приведена у табл. 8.1.

8.3 Водонапірні башти

При експлуатації водонапірних башт необхідно дотримувати наступні правила: територію поблизу башти в радіусі менше 50 м дотримувати в чистоті; ця територія повинна бути захищена і упорядкована; всі виходи і лази у водонапірну башту повинні знаходитися в закритому і запломбованому стані; щорічно перед настанням зимового періоду слід перевіряти теплоізоляцію трубопроводу в башті;

металеві баки необхідно фарбувати не рідше одного разу на 3 роки, фарбування проводити в два прийоми залізним суриком на оліфі; при постійній експлуатації необхідно очищати резервуари не рідше за один раз на рік.

Таблиця 8.1 – Періодичність робіт по капітальному ремонту напірно–регулюючих пристроїв

Найменування робіт	Характер ремонту	Періодичність, рік
Резервуари чистої води:		
• залізобетонні заглиблені	Ремонт конструкцій	8
• цегляні з залізобетонним перекриттям	Ремонт конструкцій	5
• металеві	Ремонт конструкцій	3
Водонапірні башти:	Ремонт будівлі башти	8
• цегляні і залізобетонні	Ремонт баку	3
	Ремонт внутрішніх трубопроводів і арматури	5
	Ремонт баку	3
• металеві	Ремонт внутрішніх трубопроводів і арматури	5
	Ремонт будівлі башти	5
• дерев'яні	Ремонт баку	3
	Ремонт внутрішніх трубопроводів і арматури	5

Очищені, відремонтовані або знов фарбовані резервуари вводяться в експлуатацію тільки після їх знезараження, яке проводиться розчином хлорного вапна: для резервуарів великої місткості - методом зрошування з концентрацією активного хлору 200-250 мг/л (з розрахунку 0,3—0,5 л на 1 м² внутрішньої поверхні резервуарів); для резервуарів малої місткості - об'ємним способом з концентрацією активного хлору 75—100 мг/л при контакті 5—6 годин і дозами не менше 25—50 мг/л при добовому контакті хлорної води з поверхнями резервуару. Через 1—2 год після дезінфекції резервуар промивають фільтрованою водою. У роботу він може бути пущений після не менше ніж двох задовільних бактеріологічних аналізів, проведених з інтервалом часу повного обміну води між узяттям проб.

Резервуари чистої води і баки водонапірних башт повинні бути оснащені показниками рівнів води. Показання приладів виводяться в МДП систем водопостачання.

Контрольні запитання до розділу 8

1. Які види експлуатаційних робіт передбачаються на резервуарах чистої води ?
2. Який порядок дезінфекції резервуарів чистої води?

Практичні заняття і самостійна робота студентів

Вступ

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 водопостачання.

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

Практичні заняття розбиті на тематичні групи. В кожній тематичній групі передбачено питання для самоконтролю засвоєння теоретичного матеріалу.

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

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

Практичне заняття № 1

Тема заняття: Організація експлуатації систем водопостачання.

Диспетчерське керування системами водопостачання.

До початку занять необхідно вивчити матеріал лекцій за розділами 1.3, 1.5, 2.2, 2.3, 4.1, 5.1, 6.1.

Запитання для самоконтролю засвоєння матеріалу:

1. Які структурні підрозділи підприємств ВКГ вирішують задачі експлуатації?
2. Які основні завдання покладено на диспетчерську службу?
3. В яких випадках організовують одноступеневу структуру диспетчерського управління?
4. В яких випадках організовують багатоступеневу (комбіновану) структуру диспетчерського управління?
5. В яких випадках організовують місцеві диспетчерські пункти мережі?
6. Які основні підрозділи входять до складу цеху з експлуатації водопровідних мереж?

Завдання 1.1.

Розробить схему диспетчерського управління системи водопостачання населеного пункту.

Порядок виконання завдання:

1. Визначається загальна структура диспетчеризації до якої включаються об'єкти керування, серед яких:
 - Сverdловини (СВ);
 - Водозабірні споруди з поверхневого джерела (ВЗС);
 - Насосні станції I підйому (НС I);
 - Очисні станції (ОС);
 - Насосні станції II підйому (НС II);
 - Насосні станції підвищувальні (НСП);
 - Обладнання, що встановлене на мережі і керується безпосередньо диспетчерською службою дистанційно (РТ);
 - Місцева диспетчерська служби мережі (МДМ).
2. Визначається необхідність організації місцевих диспетчерських пунктів на очисних станціях і на мережі в залежності від добової продуктивності станції (ПС) і протяжності мереж (ПрМ).
3. Складається організаційна схема диспетчерського управління з визначенням підпорядкованості.

Завдання 1.2.

По отриманій схемі диспетчерського управління визначити об'єм і види інформації, що передаються з об'єкту управління в диспетчерську і керуючі команди з диспетчерської до об'єкту управління.

Завдання 1.3.

Визначити штатний розклад диспетчерської служби згідно отриманій схемі. Графік роботи – добовий. Варіанти завдань визначаються по таблиці 1 згідно з порядковим номером в журналі академгрупи.

Таблиця 1 – Варіанти завдань

Варіант	Об'єкти управління								
	СВ	ВЗС	НС I	ОС	НС II	НСП	РТ	ПС, тис м ³	ПрМ, км
1		1	1	1	1	2	4	2	250
2	6	2	2	2	2	5	8	30	1500
3	12	1	1	1	1	4	6	18	450
4		3	3	3	3	8	5	40	1800
5	5	2	2	1	1	2	3	50	900
6	4	1	1	1	1	3		6	380
7		2	2	2	2	4	3	24	670
8	8	3	3	3	3	12	16	100	4000
9		3	3	3	3	8	5	40	1800
10	5	2	2	1	1	2	3	50	900

Практичне заняття №2

Тема заняття: Експлуатація систем подачі і розподілу води.

До початку занять необхідно вивчити матеріал лекцій за розділами 4.1, 4.2, 4.3, 4.4.

Запитання для самоконтролю засвоєння матеріалу:

1. Які роботи передбачаються при зовнішньому огляді водопровідних мереж?
2. Які роботи передбачаються при технічному огляді водопровідних мереж?
3. Наведіть перелік видів очищення водопровідних труб.
4. В яких випадках проводять дезінфекцію арматури і труб?
5. Які види несправностей виникають на трубопроводах?

Завдання 2.1.

По заданій схемі ділянки мережі з вказаними недоліками (надається викладачем) навести результати зовнішнього огляду з занесенням їх в дефектну відомість.

В процесі зовнішнього огляду визначають:

- Наявність провалів ґрунту по трасі пролягання трубопроводу;
- Наявність провалів ґрунту біля колодязів;
- Наявність витоків води з колодязів;
- Наявність витоків води з землі;
- Наявність кришок люків;
- Стан кришок люків;
- Можливість вільного доступу до колодязів і трас (залиті асфальтом, засипані, висаджено рослини, забудовано);
- Виконання несанкціонованих робіт в зоні пролягання мережі (розриття, несанкціоновані під'єднання);
- Наявність і стан координатних табличок.

Завдання 2.2.

По заданій схемі ділянки мережі з вказаними недоліками (надається викладачем) навести результати технічного огляду з занесенням їх в дефектну відомість.

Огляду підлягають:

- Кришка люка;
- Люк;
- Скоби для опускання в колодязь (драбина);
- Шви в залізобетонних стінах;

- Цегляна кладка;
- Наявність інфільтрату в колодязі;
- Фундаменти під засувками;
- Проходи труб через стіни колодязя;
- Фундамент колодязя;
- Перекриття;
- Відмостка;
- Пожежні гідранти;
- Фланцеві з'єднання;
- Розтрубні з'єднання;
- Сальникові ущільнювачі на засувках;
- Проводиться прогонка шпінделя засувки;
- Засувки;
- Вантузи;
- Регулятори тиску;
- Прилади для вимірювання тиску і витрат.

Завдання 2.3.

За результатами технічного огляду розробить: план ремонту ділянки мережі; заявку на матеріали, комплектуючі деталі, інструмент.

Практичне заняття №3

Тема заняття: Визначення витрат і втрат води при проведенні експлуатаційних робіт на водопровідній мережі

До початку занять необхідно засвоїти наступний матеріал:

1. Об'єм води $W_{\text{сп}}$, м³, що витрачається при спорожненні заданих ділянок трубопроводів складає:

$$W_{\text{сп}} = 0,785 \sum_{i=1}^n D_i * L_i ,$$

де n – кількість ділянок трубопроводу;

D_i - діаметр i -ої ділянки трубопроводу, м;

L_i – довжина i -ої ділянки трубопроводу, м.

2. Секундні витрати води Q_i , м³/сек, на промивання i -ої ділянки мережі залежать від способу промивання, діаметру труб, D_i і швидкості руху води, V_i .

Способи промивання:

- гідравлічний – $V = 1-1,5$ м/сек;
- гідропневматичний - $V = 1,5 - 3$ м/сек;
- гідромеханічний - $V = 1,5 - 3$ м/сек.

$$Q_i = 0,785 * D_i * V_i$$

де D_i – діаметр i -ої ділянки трубопровода, м;

V_i - швидкість руху води, м/сек.

3. Об'єм води $W_{пр}$, м³/год, витрачений на профілактичне промивання ділянок складе:

$$W_{пр} = 2800 \sum_1^n D_i^2 * V_i * T_{пр} ,$$

$T_{пр}$ – тривалість промивання, год (не менше 4 год).

4. Об'єм води $W_{дез}$, м³, на дезінфекцію i -ої ділянки трубопровода довжиною L_i , м, складається із об'ємів води на заповнення і промивання трубопроводу.

$$W_{дез} = 0,785 * D_i^2 * L_i * (K_1 + K_2) ,$$

де D_i - діаметр i -ої ділянки трубопровода, м;

L_i – довжина i -ої ділянки трубопровода, м;

K_1 і K_2 – коефіцієнти, що враховують необхідне збільшення об'єму води на дезінфекцію і промивання для досягнення концентрації хлорної води 0,3 г/м³ в найбільш віддалених точках.

5. Втрати води із водопровідної мережі.

Витоки води із i -го отвору в трубах або арматурі складають:

$$Q_i = 3600 j * S^2 * g * H_i , \text{ м}^3/\text{год};$$

де $j = 0,6$;

S – площа живого перетину i -го отвору в м² ;

$g = 9,81$ м/сек²;

H_i – напір в мережі, м;

Об'єм води $W_{вит}$, що витекла за час T_{ivit} із отвору:

$$W_{вит} = 9600 * T_{ivit} * S * H_i , \text{ м}^3 ;$$

При пошкодженні стінок трубопроводу, зовнішніх стикових з'єднань, запірної арматури, зворотних клапанів, фланцевих з'єднань приймають:

$$S = 2 * 10^{-4} \text{ м}^2 ; T_{ivit} = 24 \text{ год.}$$

Тоді:

$$W_{вит i} = 46 * S * H_i$$

При тріщинах в трубопроводі приймають:

$$S = 0,04 * D^2 ; T_{вит} = 24 \text{ год};$$

Тоді:

$$W_{\text{вит}} = 9200 \cdot D^2 \cdot H_i$$

При ушкодженнях і розривах труб:

$$S = 0,59 \cdot D^2 \cdot m^2; \quad T_i = 3 \text{ год};$$

Тоді:

$$W_{\text{вит } i} = 17000 \cdot D_i \cdot B_i$$

де B_i – глибина закладання трубопроводу, м.

Завдання 3.1.

Визначити витрати води:

- при скиданні води перед ремонтом трубопроводу;
- при прочищенні трубопроводу;
- при дезінфекції трубопроводу.

Завдання 3.2.

Визначити втрати води при аваріях на трубопроводі.

Варіанти завдань визначаються по таблиці 2 згідно з порядковим номером в журналі академгрупи.

Таблиця 2 – Варіанти завдань

Вар.	Параметри									
	V м/сек	D м	L м	T _{пр} год	K ₁	K ₂	S мм ²	B м	T _{вит} год	Хар. пошк.*
1	2	0,6	800	6	0,7	0,7	56	4	24	Отв
2	1,8	0,3	600	8	0,7	0,7	84	6	24	Тріщ
3	1,5	0,8	1000	5	1	1	150	8	3	Розр
4	2,3	0,3	500	4	0,6	0,6	48	8	24	Отв
5	1,6	0,7	700	6	0,7	0,7	90	12	3	Розр
6	1,2	1	250	7	1	1	75	6	24	Тріщ
7	2,5	0,3	1000	5	1	1	32	7	24	Отв
8	2	1,2	300	7	1	1	70	6	24	Отв
9	1,5	0,6	500	6	1,1	1,1	120	4	3	Розр
10	2,5	0,8	700	8	0,6	0,6	80	8	24	Тріщ
11	1,3	1	850	4	0,9	0,9	36	10	24	Отв
12	2,5	0,3	650	6	1	1	200	12	3	Розр
13	2,7	0,6	750	7	0,6	0,6	50	6	24	Тріщ
14	1,8	0,8	450	6	0,7	0,7	37	8	24	Отв
15	2	1,2	500	6	0,8	0,8	80	4	3	Розр

* - умовні позначки: отв – отвір в трубопроводі; тріщ – тріщина в трубопроводі; розр – розрив трубопроводу.

Практичне заняття №4

Тема заняття: Експлуатація очисних станцій систем водопостачання.

Розрахунок витрат води на власні потреби водоочисних станцій.

До початку занять необхідно вивчити матеріал лекцій за розділами 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9.

Запитання для самоконтролю засвоєння матеріалу:

1. В чому полягає основне завдання експлуатації реагентного господарства?
2. З якою метою на очисних станціях використовують сітчасті (барабанні) фільтри?
3. Які експлуатаційні роботи проводять на камерах реакції?
4. Які експлуатаційні роботи проводять у відстійниках?
5. Які експлуатаційні роботи проводять на фільтрах і контактних прояснювачах?

До початку занять необхідно засвоїти наступний матеріал.

Витрати води на власні потреби (без витрат на пожежогасіння) на очисних станціях складають:

$$Q_{\text{ос}} = Q_{\text{прф}} + Q_{\text{рчв}} + Q_{\text{реаг}} + Q_{\text{проб}} + Q_{\text{сф}},$$

де $Q_{\text{ос}}$ – витрати води на власні потреби очисних споруд;

$Q_{\text{прф}}$ - витрати води на промивання фільтрів (контактних прояснювачів);

$Q_{\text{рчв}}$ - витрати води на профілактичне очищення РЧВ, змив осаду, дезінфекцію, промивання стін і днища;

$Q_{\text{реаг}}$ - витрати води на приготування розчинів реагентів;

$Q_{\text{проб}}$ - витрати води з пробовідбірних кранів;

$Q_{\text{сф}}$ - витрати води на промивання сітчастих (барабанних) фільтрів.

1. Витрати води на промивання фільтрів:

Сумарна площа швидких фільтрів визначається:

$$F = \frac{Q_{\text{доб}}}{T * V_{\phi} - 3,6 * Y * t_1 - N * t_2 * V_{\phi}},$$

де $Q_{\text{доб}}$ – добова продуктивність станції, м³;

T – тривалість роботи станції на протязі доби, год;

V_{ϕ} – швидкість фільтрування при нормальному режимі експлуатації, м/год;

N – кількість промивок кожного фільтра на добу;

Y – інтенсивність промивання, л/ (с * м²);

t_1 – тривалість промивання, год;

t_2 - тривалість простою фільтру, 0,33год.

Об'єм води на промивання фільтрів за добу:

$$Q_{\text{прф}} = 3,6 * F * N * Y * t_1 .$$

Завдання 4.1.

Визначить витрати води на промивання фільтрів за добу, місяць, рік.

Варіанти завдань визначаються по таблиці 3 згідно з порядковим номером в журналі академгрупи.

Таблиця 3 – Варіанти завдань

Варіант	Qдоб, м ³	T, год	Vф, м/год	N	Y, л/(с м ²)	t ₁ , год
1	5500	24	9	2	13	0,1
2	8000	24	7,5	3	12	0,1
3	12000	24	8	3	13	0,1
4	22000	24	9	3	17	0,1
5	25000	24	9	2	15	0,1
6	32000	24	10	3	17	0,1
7	16000	24	9	2	16	0,1
8	40000	24	7,5	3	14	0,1
9	45000	24	6	2	13	0,1
10	26000	24	9	3	18	0,1
11	50000	24	8	3	18	0,1
12	12000	24	8	2	14	0,1
13	70000	24	9	3	12	0,1
14	80000	24	7,5	3	14	0,1
15	65000	24	9	2	12	0,1
16	90000	24	6	3	13	0,1
17	100000	24	7,5	3	14	0,1
18	25000	24	9	2	15	0,1
19	110000	24	5	3	12	0,1
20	32000	24	10	3	17	0,1

2. Витрати води на профілактичне очищення резервуарів складається з витрат на змив осаду, витрат на приготування розчину (хлорної води для дезінфекції) і промивання стін і днища після дезінфекції.

$$Q_{\text{рчв}} = Q_{\text{змив}} + Q_{\text{дез}} + Q_{\text{пр}} .$$

Осад змивають струменем води з витратами 1–5 л/с на один струмінь за допомогою резинових шлангів або пожежного рукава.

Дезінфекція проводиться методом зрошування хлорною водою з розрахунку 0,5 л на 1 м² внутрішньої поверхні резервуару. Для резервуарів з об'ємом більше 100 м³:

$$Q_{\text{рчв}} = N [3,6 * q * n * (t_1 + t_2) + 0,5 * F * 10^{-3}], \text{ м}^3$$

де q - витрати струменю, л/с;

n – кількість струменів;

t_1 – тривалість змиву осаду, год;

t_2 – тривалість промивання після дезінфекції, год;

F – площа внутрішньої поверхні резервуару, m^2

A – довжина резервуару, м; B – ширина резервуару, м; H – висота резервуару, м;

N – кількість резервуарів.

Завдання 4.2.

Визначити витрати води на очищення і дезінфекцію резервуарів чистої води.

Варіанти завдань визначаються по таблиці 4 згідно з порядковим номером в журналі академгрупи.

Таблиця 4 – Варіанти завдань

Варіант	q , л/с	n	t_1 , год	t_2 , год	A , м	B , м	H , м	N
1	2	2	4	5	25	40	5	1
2	3	4	3	4	30	40	5	2
3	4	2	4	5	25	80	5	2
4	3	4	4	5	25	80	5	3
5	4	2	4	5	60	40	5	3
6	3	4	5	6	40	125	5	3
7	2	3	3	4	45	53	5	2
8	5	4	4	5	30	130	5	3
9	4	2	4	5	40	100	5	3
10	3	4	3	4	40	60	5	3
11	4	4	5	6	130	30	5	4
12	2	4	4	5	80	25	5	2
13	5	3	5	6	25	80	5	3
14	3	4	4	5	80	25	5	4
15	4	2	6	7	80	25	5	3
16	2	3	4	5	25	80	5	4
17	5	4	4	5	60	40	5	4
18	4	2	4	5	80	25	5	3
19	3	4	3	4	40	40	5	4
20	2	3	4	5	40	40	5	3

3. Витрати води на приготування розчинів реагентів **за рік** визначаються за формулою

$$Q_{\text{реаг}} = 0,105 \sum_{1}^n Q_{\text{ст}} * D * T / P,$$

де $Q_{\text{ст}}$ – добова продуктивність станції, m^3 ;

D – середня доза реагенту, $г/м^3$;

Р – концентрація розчину, %;

Т – тривалість використання реагенту за рік, діб;

п – кількість реагентів, (коагулянт, ПАА).

Завдання 4.3.

Визначити витрати води на приготування реагентів за добу, місяць, рік.

Варіанти завдань визначаються по таблиці 5 згідно з порядковим номером в журналі академгрупи.

Таблиця 5 – Варіанти завдань

Варіант	Qдоб, Тис. м ³	Коагул. Д,г/м ³	ПАА Д,г/м ³	Коагул. Р, %	ПАА Р, %	Коагул. Т, діб	ПАА Т, діб
1	5,5	30	0,2	3	0,3	365	365
2	8	35	0,3	6	0,4	365	365
3	12	40	0,25	8	0,5	365	365
4	22	45	0,27	9	0,25	365	365
5	25	30	0,35	4	0,15	365	365
6	32	40	0,38	6	0,26	365	365
7	16	50	0,45	7	0,15	365	365
8	40	55	0,40	8	0,31	365	365
9	45	60	0,45	10	0,1	365	365
10	26	35	0,35	7	0,26	365	365
11	50	40	0,38	6	0,31	365	365
12	12	55	0,5	5	0,42	365	365
13	70	45	0,45	4	0,27	365	365
14	80	40	0,55	7	0,17	365	365
15	65	35	0,45	8	0,2	365	365
16	90	55	0,4	6	0,22	365	365
17	100	60	0,35	4	0,24	365	365
18	25	45	0,3	5	0,31	365	365
19	110	40	0,35	6	0,26	365	365
20	32	35	0,45	7	0,27	365	365

4. Витрати води з пробовідбірних кранів

$$Q_{\text{проб}} = 8,64 * T * n ,$$

де Т – розрахунковий період;

п – загальна кількість пробовідбірних кранів.

Завдання 4.4

Визначити витрати води з пробовідбірних кранів за добу, місяць, рік.

Варіанти завдань визначаються по таблиці 6 згідно з порядковим номером в журналі академгрупи.

Таблиця 6 – Варіанти завдань

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n	8	10	6	9	8	7	9	6	8	12	11	10	13	11	12	16	15	17	14	8

Витрати води на промивання сітчастих барабанних фільтрів і мікрофільтрів визначаються

$$Q_{\text{бмф}} = 3,65 \sum_1^n 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot R_i \cdot P_i \cdot T,$$

де n_1 - кількість сітчастих барабанних фільтрів;

n_2 - кількість мікрофільтрів;

R_1 – продуктивність сітчастих барабанних фільтрів, тис. м³/добу;

$R_1 = 10$ тис. м³/добу;

P_1 – питомі витрати води на промивання сітчастих барабанних фільтрів, 0,5% профільтрованої води;

R_2 – продуктивність мікрофільтрів, тис. м³/добу; $R_2 = 8$ тис. м³/добу;

P_2 – питомі витрати води на промивання мікрофільтрів, 1,5% профільтрованої води;

T_1 - тривалість роботи сітчастих барабанних фільтрів, годин на добу;

T_2 - тривалість роботи мікрофільтрів, годин на добу.

Завдання 4.5

Визначити витрати води на промивання сітчастих барабанних фільтрів і мікрофільтрів за добу, місяць, рік.

Варіанти завдань визначаються по таблиці 7 згідно з порядковим номером в журналі академгрупи.

Таблиця 7 – Варіанти завдань

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n1	2	3	3	4	4	4	3	2	4	2	6	3	4	4	6	4	4	4	6	4
n2	2	2	2	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	4	4	6	4	6	4
T1	4	5	5	6	6	8	5	12	12	6	12	5	16	16	12	16	24	6	24	8
T2	4	5	5	6	6	8	5	12	12	6	12	5	16	16	12	16	24	6	24	8

Завдання 4.6.

- Визначити сумарні витрати води на власні потреби очисних станцій;
- Визначити процентне відношення витрат води на власні потреби до продуктивності очисної станції.

Питання до модульного контролю

Модуль 1.

1. Наведіть перелік основних завдань систем водопостачання.
2. Які основні задачі вирішують служби експлуатації підприємств ВКГ?
3. Які структурні підрозділи підприємств ВКГ вирішують задачі експлуатації?
4. Які основні завдання покладено на технічну службу підприємства?
5. Що слід розуміти під визначенням “поточна експлуатація”?
6. Які види документації забезпечують роботу з експлуатації систем водопостачання?
7. Наведіть визначення планово-профілактичного ремонту (ППР).
8. Виконання яких заходів передбачає система ППР ?
9. Що собою уявляють періодичні огляди?
10. Які роботи включають до поточного ремонту споруд, мереж?
11. Які роботи включають до капітального ремонту споруд, мереж?
12. Які види централізованого управління застосовуються в системах водопостачання?
13. Наведіть перелік об’єктів оперативного диспетчерського управління в системах водопостачання.
14. Які основні завдання покладено на диспетчерську службу?
15. В яких випадках організовують одноступеневу структуру диспетчерського управління?
16. В яких випадках організовують багатоступеневу (комбіновану) структуру диспетчерського управління?
17. В яких випадках організовують місцеві диспетчерські пункти мережі?
18. З якою метою організовують автоматизовані системи диспетчерського управління?
19. Які функції виконують автоматизовані системи управління технологічними процесами водопостачання?
20. Які основні технологічні і виробничі параметри контролюються на очисних станціях?
21. Які основні технологічні і виробничі параметри контролюються на насосних станціях?
22. З якою метою облаштовуються зони санітарної охорони?
23. З яких поясів складається зона санітарної охорони джерела водопостачання?
24. Які роботи проводяться при експлуатації поверхневих джерел водопостачання?

25. Які споруди і обладнання входять до технологічної схеми забору води з поверхневого джерела?
26. Що означає визначення “береговий забір роздільного типу”?
27. Які експлуатаційні роботи проводять на водозабірних спорудах берегового типу?
28. Що означає визначення “береговий забір руслового типу”?
29. Які експлуатаційні роботи проводять на водозабірних спорудах руслового типу?
30. Які експлуатаційні роботи проводять для запобігання біообростання?
31. Що означають визначення “статичний” і “динамічний” рівень води в підземному джерелі?
32. За яких причин зменшується дебіт свердловин і колодязів?
33. Які види спостережень проводять при експлуатації підземних джерел водопостачання?
34. Які завдання покладено на службу експлуатації мережі?
35. Які основні підрозділи входять до складу цеху з експлуатації водопровідних мереж?
36. Які види труб використовуються в системах водопостачання?
37. Які види арматури використовують при облаштування зовнішніх водопровідних мереж?
38. Які споруди влаштовують на мережі для встановлення арматури?
39. Які елементи облаштування застосовують при переході через шляхи, річки і яруги?
40. В яких випадках використовують дюкери?
41. Які роботи передбачаються при зовнішньому огляді водопровідних мереж?
42. Які роботи передбачаються при технічному огляді водопровідних мереж?
43. Наведіть перелік видів прочищення водопровідних труб.
44. В яких випадках проводять дезінфекцію арматури і труб?
45. Які види несправностей виникають на трубопроводах?
46. Які види робіт проводяться при відновлюванні ділянок трубопроводів траншейним методом?
47. Наведіть порядок виконання робіт при безтраншейних технологіях відновлення трубопроводів.
48. Які найбільш поширені методи безтраншейних технологій відновлення трубопроводів?
49. Наведіть послідовність виконання робіт по методу “труба в трубі”.
50. Наведіть послідовність виконання робіт по методу “панчохи”.

Модуль 2

1. Яке призначення мають насосні станції I підйому?
2. Яке призначення мають насосні станції II підйому?
3. Яке призначення мають підвищувальні насосні станції?
4. Яке обладнання входить до складу насосної станції?
5. Які основні підрозділи організовують для експлуатації насосних станцій?
6. В якому порядку проводиться планово-періодичний огляд обладнання насосних станцій?
7. В якому порядку проводиться формування плану ППР на насосних станціях?
8. Якими видами документації керуються при експлуатації насосних станцій?
9. В чому полягають обов'язки чергового персоналу насосних станцій?
10. В чому полягають обов'язки обслуговуючого персоналу насосних станцій?
11. Наведіть порядок дій чергового персоналу насосної станції у разі виникнення аварії.
12. Яка експлуатаційна документація ведеться на насосній станції?
13. Які роботи виконуються при першому пуску насосного агрегату?
14. Наведіть порядок дій персоналу при запуску насосного агрегату, що не знаходиться під заливом.
15. Які роботи проводяться при поточному обслуговуванні насоса?
16. В яких випадках забороняється експлуатація насосних агрегатів?
17. В чому полягають причини несправностей коли після пуску у роботу насос не подає воду?
18. В чому полягають причини несправностей коли подача насоса в процесі роботи зменшується?
19. В чому полягають причини несправностей коли тиск насоса в процесі роботи зменшується?
20. Як пересувається робоча точка насоса при дроселюванні?
21. Як пересувається робоча точка насоса при обточуванні робочого колеса?
22. Як пересувається робоча точка насоса при зміні числа обертів робочого колеса?
23. В чому полягають основні завдання експлуатації очисних станцій?
24. Яка технічна документація повинна зберігатися на очисних станціях?
25. Які основні підрозділи організують на очисних станціях для виконання експлуатаційних робіт?
26. Яка звітна документація ведеться на очисній станції?

- 27.З якою метою на очисних станціях організують лабораторно-виробничий контроль?
- 28.З якою метою на очисних станціях організують технологічний контроль?
29. В чому полягає основне завдання експлуатації реагентного господарства?
- 30.З якою метою на очисних станціях використовують сітчасті (барабанні) фільтри?
- 31.Які експлуатаційні роботи виконують на змішувачах?
- 32.З якою метою проводять аерацію оброблюваної води в змішувачах?
- 33.Які основні чинники, що впливають на процес пластівцеутворення?
- 34.Які експлуатаційні роботи проводять на камерах реакції?
- 35.Які експлуатаційні роботи проводять у відстійниках?
- 36.За якими ознаками класифікуються фільтри?
- 37.В чому полягає принцип контактного прояснення?
- 38.Наведіть порядок перемикань арматури при проведенні повітряно-водяного промивання фільтрів.
- 39.На які основні групи поділяються експлуатаційні роботи в фільтровому господарстві?
- 40.Що означає визначення “фільтроцикл”?
- 41.Які основні чинники впливають на тривалість фільтроциклу?
- 42.Які експлуатаційні роботи проводять на фільтрах і контактних прояснювачах?
- 43.Які вимоги встановлюються при улаштуванні розхідних складів хлору?
- 44.Які експлуатаційні роботи проводять в хлораторних?
- 45.Які вимоги встановлюються при перевезенні рідкого хлору?
- 46.Які заходи передбачаються у разі виявлення витoku хлору?
- 47.Які експлуатаційні роботи проводять на озонаторному обладнанні?
- 48.Які експлуатаційні роботи проводять на бактерицидному обладнанні?
- 49.Наведіть перелік експлуатаційних робіт та технологію їх виконання в резервуарах і водонапірних баштах.

Основні види та періодичність виконання ремонтних робіт

№ п/п	Найменування об'єкту	Тривалість періодів між			Характеристика основних робіт	
		Технічними оглядами, міс	Поточними ремонтами, міс	Капітальним и ремонтами, рік	Поточний ремонт	Капітальний ремонт
1	2	3	4	5	6	7
1	Централізовані диспетчерські пункти	1	6	3	Заміна окремих вузлів, пультів управління, ПК, засобів зв'язку	Переобладнання диспетчерських пунктів з модернізацією управління за новими технологіями (технологічними схемами), реконструкція, пов'язана з автоматизацією об'єктів, впровадження нових АСУ
2	Водозабори з поверхневих джерел:					
2.1.	Берегові приймальні колодязі і приймальні камери, суміщені з насосними станціями	Щоденно	6	5	Очищення від мулу, промивання колодязів, камер. Очищення і ремонт ґрат (сіток). Фарбування металевих поверхонь. Затирання стінок колодязів, камер, оголовків. Перевірка стану, дрібний ремонт шуго- та рибозахисних пристроїв	Обладнання водоприймальних колодязів додатковими комунікаціями. Ремонт стінок і дна колодязів, камер, водозаборів. Заміна ґрат (сіток) водоприймачів. Розбирання і ремонт приводів сіток, що обертаються. Ремонт брудових ежекторів і промивальних пристроїв. Заміна ходових скоб або драбин в камерах, колодязях. Ремонт укріплення берегової смуги біля водозаборів в приймальних ковшах.

1	2	3	4	5	6	7
2.2	Оголовок водоприймача	6	6	2	Очищення сіток і оголовка від наносів. Перевірка стану і дрібний ремонт шуго і рибозахисних пристроїв	Заміна ряжу з завантаженням буту. Демонтаж і монтаж самопливних труб оголовку. Ремонт або заміна шуго- та рибозахисних пристроїв, в тому числі обігрівальних ґрат
3	Водозабори підземних джерел					
3.1.	Свердловини	Щоденно	6	3	Перевірка стану свердловини, пробне відкачування. Визначення характеру замулювання і засмічення водоприймальної частини. Прочищення водоприймальної частини свердловини. Опускання водопід'ємних труб на нову позначку. Дезінфекція свердловини. Дрібний ремонт автоматики.	Побудова і розбирання бурової вежі. Монтаж і демонтаж існуючого водоприймача. Монтаж і демонтаж насосних та водоприймальних труб ерліфтів та їх заміна. Заміна обсадних труб фільтрів. Очищення стінок обсадних труб і фільтрів. Очищення свердловини від ґрунту. Укріплення свердловини новими колонами обсадних труб. Відновлення продуктивності свердловини реагентними, імпульсно – реагентними та іншими методами. Ремонт павільйону свердловини. Перебурювання малодебітних свердловин. Тампонаж свердловини. Інші роботи
3.2.	Горизонтальні водозабори	2	6	Місц. умови	Дрібний ремонт оглядових колодязів	Перекладання окремих ділянок водозаборів. Ремонт оглядових колодязів.
4	Очисні споруди водопостачання					
4.1	Барабанні сітки і мікрофільтри	1	12	5	Антикорозійне фарбування. Заміна сітчатих елементів, ремонт засувок. Очищення стін каналів і камер. Прочистка та заміна промивних сопел.	Заміна і фарбування конструкцій і деталей: елементів барабану, фільтрувальних рам. Заміна та ремонт електродвигунів. Заміна або ремонт промивних насадок. Антикорозійне фарбування

1	2	3	4	5	6	7
4.2	Змішувачі і камери реакції, ємності і обладнання для приготування і дозування реагентів	12	12	2	Дрібний ремонт обладнання. Регулювання розчинних і дозуючих пристроїв. Фарбування обладнання. Очищення стін камер реакції і змішувачів	Ремонт обладнання з заміною зношених деталей. Встановлення пристроїв, покращуючих розчинення коагулянту. Ремонт будівельної частини камер реакції. Переобладнання на більш сучасні конструкції. Встановлення додаткових перегородчатих пристроїв.
4.3.	Відстійники всіх типів	12	13	3	Ремонт засувок, щитових затворів, клапанів. Ремонт і фарбування люків, драбин, скоб. Гідравлічні випробування. Промивання та дезінфекція	Заміна засувок, ходових скоб, щитових затворів. Заміна дерев'яних елементів. Розтин і ремонт дренажу. Переобладнання відстійника в освітлювач з вищими технологічними показниками. Ремонт або заміна зношених щитових затворів і трубопроводів. Ремонт стін і дна відстійника.
4.4.	Фільтри всіх типів	3	12	3	Відмивання завантаження, очищення і промивання внутрішніх поверхонь. Ремонт засувок. Прочищення і промивання трубопроводів розподільчої системи. Ремонт повітопроводів. Перевірка Переливних кромок жолобів на горизонтальність. Гідравлічні випробування. Заміна окремих елементів системи управління засувками. Фарбування металевих поверхонь. Дезінфекція фільтрів. Перевірка точності показань регуляторів швидкості фільтрування і втрати напору. Ремонт гідравлічних комунікацій і приладів. Налагодження роботи фільтрів по заданому технологічному режиму.	Повне перегруження або догруження піску з пересівом і відмивкою. Догруження гравію. Ремонт дренажної системи, зміна конструкції дренажа. Вилучення піску з-під дренажу. Розбирання і ремонт засувок з заміною зношених деталей, заміна засувок і приводів засувок. Заміна ділянок трубопроводів. Заміна системи управління засувками. Переобладнання в фільтри більшої брудоемності. Часткова зміна комунікацій. Ремонт ізоляції трубопроводів. Зміна фільтруючих матеріалів на матеріали з більшим технологічним ефектом

1	2	3	4	5	6	7
5	Знезаражуючі пристрої					
5.1.	Хлораторне устаткування	Щоденно	6	1	Розбирання, чистка, збирання хлоропроводів з заміною окремих деталей і труб, прокладок. Огляд і промивання випарювачів хлору. Прочищення, промивання і регулювання редукторів, клапанів, ротаметрів, ежекторів. Фарбування металевих поверхонь. Перевірка на герметичність, регулювання	Заміна вентилів, фільтрів, мембран в камері манометрів і редукційному клапані, пошкоджених стекол змішувача, ротаметра. Перевірка на герметичність всіх з'єднань, налагодження роботи хлораторів. Ремонт або заміна зношених посудин–випарювачів хлору і газопроводів
5.2	Бактерицидне устаткування	Щоденно	6	1	Заміна бактерицидних ламп. Заміна сальникових ущільнювачів. Усунення протікань у вентилях і фланцевих з'єднаннях	Очищення корпусу від корозії. Заміна окремих елементів. Опресовування
5.3.	Озонаторне устаткування	Щоденно	3	2	Ремонт газодувки, Ремонт елементів озонатора і пускового обладнання	Повна ревізія з заміною силикагелю, газорозподільчих трубок, фільтрів
6	Насосні станції					
6.1	Відцентрові насоси горизонтальні, вертикальні, артезіанські, вакуум – насоси	1	3	3	Зміна прокладок, набивання сальників. Змазування ущільнюючих кілець. Фарбування насосу.	Повна ревізія з розбиранням, очищенням, регулюванням і заміною втулок, підшипників, прокладок. Балансування робочого колеса. Зміна валу, обточування, шліфування. Заміна робочих колес. Випробування з перевіркою і регулюванням після ремонту. Заміна насосів на більш економічні.

1	2	3	4	5	6	7
7	Водопровідні мережі					
7.1	Трубопроводи	2	12	За необхідністю	Обробка окремих місць з встановленням ремонтних муфт, хомутів або зварюванням. Підчеканювання розтрубів. Перевірка на витік окремих ділянок мережі. Очищення і гідропневматичне промивання Ліквідація замулювань і забруднень	Заміна ділянок труб (в тому числі на труби з іншого матеріалу). Обстеження мереж на витіки на ділянці, що підлягає капітальному ремонту. Механічне прочищення від обростань з промиванням водою. Заміна гідро- і теплоізоляції. Прокладання дублюючих ниток. Прокладання тимчасових трубопроводів для випуску води
7.2	Пристрої по захисту трубопроводів від корозії блукаючими токами	2	6	За необхідністю	Знімання потенціальних діаграм трубопровід-земля з метою виявлення анодних зон	Копання контрольних шурфів в місцях найбільшого позитивного потенціалу. Антикорозійний захист ділянок трубопроводів з нанесенням спеціального покриття. Ремонтно-відновлювальні роботи безтраншейними методами
7.3	Дюкери	6	12	2	Очищення дюкерів від бруду. Змазування і фарбування затворів і шиберів	Гідропневматичне промивання або механічне прочищення. Перекладання водовипусків. Повне відновлення гідроізоляції трубопроводів і колодязів. Заміна ділянок труб. Ремонт огорожі дюкерів. Заміна затворів, шиберів.
7.4	Колодязі і камери	2 (огляд без спуску в колодязь) 6 (внутрішній огляд)	12	5	Ремонт окремих ділянок штукатурки камер. Очищення колодязів і камер від бруду. Ремонт ходових скоб і драбин. Перевірка роботи встановленої арматури	Ремонт цегляної кладки з розбиранням та заміною перекриття, сталевих балок. Демонтаж і заміна зношеної арматури і фасонних частин. Заміна зношених люків і кришок. Влаштування нових колодязів і камер. Заміна і ремонт майданчиків в камерах з засувками великих діаметрів. Заміна драбин і ходових скоб. Повне відновлення гідроізоляції колодязів.

1	2	3	4	5	6	7
7.5	Засувки	6	12	2	Набивання сальників, підтягання гайок. Заміна болтів, прокладок. Фарбування корпусу.	Розбирання засувок, очищення змащення з заміною зношених частин. Заміна засувок.
7.6.	Пожежні гідранти	6	12	4	Ремонт кріплення. Фарбування корпусу.	Ремонт з заміною зношених частин. Заміна гідрантів.
7.7.	Водорозбірні колонки	2	12	2	Ремонт на місці з перевіркою роботи ежектору. Фарбування корпусу.	Ремонт з заміною зношених деталей. Заміна колонок. Бетонування майданчиків.
7.8.	Вантузи та запобіжні клапани	6	12	3	Регулювання роботи. Фарбування	Ремонт з заміною деталей. Заміна повністю вантузів і клапанів.
7.8.	Водопровідні введення в будинки	6	12	За необхідністю	Ремонт окремих пошкоджених місць. Перевірка працездатності водолічильника і арматури вузла. Перевірка пломб на водолічильнику і на засувці на обводній лінії. Перевірка водолічильників з використанням спеціальних приладів і обладнання.	Перекладання зношених труб вводу. Прочищення вводу для відновлення його пропускної спроможності. Заміна водолічильників на нові.
7.9.	Резервуари	3	24	5	Прочищення, промивання, дезінфекція. Ремонт стін і днища. Перевірка на витоки води. Перевірка і ремонт вентиляції	
7.10	Водонапірні башти	3	12	5	Дрібний ремонт будівлі, баків, внутрішніх трубопроводів, арматури. Прочищення, промивання, дезінфекція баків і трубопроводів	Ремонт будівлі, баків, трубопроводів, арматури.

**Перелік основних видів робіт по поточному і капітальному ремонтам
водопровідної мережі**

Найменування об'єкту	Поточний ремонт	Капітальний ремонт
Засувки	Набивання сальників, підтягування гайок, заміна болтів, прокладок, фарбування корпусу	Розбирання засувок, чистка, змащування, заміна зношених частин, заміна зношених засувок
Пожежні гідранти	Ремонт кріплення, заміна болтів, прокладок, фарбування корпусу	Ремонт з заміною зношених частин, встановлення нових пожежних підставок з встановленням гідрантів
Вантузи і запобіжні клапани	Заміна болтів, прокладок, регулювання, фарбування корпусу	Ремонт з заміною зношених частин, перевірка роботи, встановлення нових клапанів і вантузів
Будинкові водопровідні вводи	Ремонт окремих ушкоджених місць	Перекладання зношених труб, очищення для відновлення його пропускної спроможності, встановлення регуляторів тиску
Захист мережі від корозії блукаючим струмом	Знімання потенціальних діаграм трубопровід – земля з метою виявлення анодних зон	Встановлення захисту трубопроводів
Трубопроводи і мережі	Ліквідація місць витоків шляхом встановлення ремонтних муфт, хомутів або зварюванням. Підчеканювання окремих розтрубів Перевірка на витoki окремої ділянки мережі	Заміна ділянок труб Обстеження мереж на витoki на ділянці що підлягає капітальному ремонту Гідропневматичне промивання мережі; повна заміна гідроізоляції
Колодязі і камери	Ремонт окремих місць порушеної кладки, ремонт скоб, драбин, ремонт люків	Ремонт колодязів і камер з заміною перекриття, демонтаж і заміна зношеної арматури та фасонних частин, заміна кришок, заміна драбин і скоб, повне відновлення гідроізоляції
Дюкери і водовипуски	Очищення від бруду, фарбування, ремонт і заміна дюкерних знаків	Перекладання оголовків водовипусків і дюкерів, відновлення гідроізоляції

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 A.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 p. 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

<https://eprints.kname.edu.ua/30251/1/2009%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%2055%D0%9B%20%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%80.%20%20%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B2.%20%D1%81%D0%B8%D1%82.pdf>.

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 : НУБПГ, 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#Tex>.
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://icccw.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-merezh.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