

ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Навчальний посібник

У двох частинах

Частина 1



Київ 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

*Рекомендовано вченою радою Київського національного
університету будівництва і архітектури
як навчальний посібник для студентів спеціальностей
192 «Будівництво та цивільна інженерія» і 194 «Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні технології»*

У двох частинах

Частина 1

Київ 2019

УДК 628

E45

Автори: **В.П. Хоружий**, д-р техн. наук, професор кафедри водопостачання та водовідведення Київського національного університету будівництва і архітектури;
В.А. Кравченко, канд. техн. наук, директор Науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту міського господарства;
Т.П. Хомутецька, канд. техн. наук, доцент кафедри водопостачання та водовідведення Київського національного університету будівництва і архітектури;
О.В. Кравченко, канд. техн. наук, завідуючий відділенням житлово-комунального господарства Науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту міського господарства;
А.В. Василюк, канд. техн. наук, доцент кафедри водопостачання та водовідведення Одеської державної академії будівництва та архітектури;
І.П. Недашковський, канд. техн. наук, доцент кафедри водопостачання та водовідведення Одеської державної академії будівництва та архітектури

Рецензенти: **О.А. Василенко**, канд. техн. наук, професор кафедри водопостачання та водовідведення Київського національного університету будівництва і архітектури;
С.М. Епоян, д-р техн. наук, професор, завідуючий кафедрою водопостачання, каналізації та гідравліки Харківського національного університету будівництва та архітектури;
О.А. Ткачук, д-р техн. наук, професор, завідуючий кафедрою міського будівництва та господарства Національного університету водного господарства та природокористування

Затверджено на засіданні вченої ради Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол № 14 від 22 червня 2018 року.

Експлуатація систем водопостачання та водовідведення: навч. посіб.: у 2-х ч. – Ч. 1 / В.П. Хоружий та ін. – Київ: КНУБА, 2019. – 232 с.

ISBN 978-966-627-207-5

Викладено основні питання експлуатації систем водопостачання та водовідведення. Розглянуто питання організації служб експлуатації, а також способи виконання робіт під час експлуатації водозабірних споруд, водопровідних і каналізаційних мереж, насосних станцій, споруд з очищення води для питних цілей і очищення стічних вод. Висвітлено правила приймання систем водопостачання та водовідведення в експлуатацію.

Призначено для студентів спеціальностей 192 «Будівництво та цивільна інженерія» і 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології».

УДК 628

© В.П. Хоружий, А.В. Кравченко,
Т.П. Хомутецька та ін., 2019

ISBN978-966-627-207-5

© КНУБА, 2019

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Організація експлуатації систем водопостачання та водовідведення на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства	6
1.1. Мета та основні завдання служби експлуатації систем водопостачання і водовідведення.....	6
1.2. Структура експлуатаційного господарства систем водопостачання та водовідведення.....	9
1.3. Законодавча і нормативно-правова база діяльності підприємств водопровідно-каналізаційного господарства. Основна документація водопровідно-каналізаційного господарства.....	14
1.4. Якість природної води. Вимоги до якості питної води.....	21
1.4.1. Основні показники якості природних вод.....	21
1.4.2. Вимоги до якості води, які ставлять споживачі різних категорій.....	25
1.5. Характеристика якості стічних вод і вимоги до якості очищених вод.....	30
1.5.1. Класифікація забруднень стічних вод.....	30
1.5.2. Дослідження якості стічних вод, які надходять на очисні споруди....	33
1.5.3. Вимоги до якості очищених стічних вод.....	36
1.6. Замовлення на проектування та технічний нагляд за будівництвом (реконструкцією) систем водопостачання та водовідведення. Приймання в експлуатацію споруд систем водопостачання та водовідведення.....	39
1.6.1. Інвестиційні процеси у будівництві (реконструкції) та експлуатації систем водопостачання та водовідведення.....	39
1.6.2. Розробка проектної документації на будівництво (реконструкцію) систем водопостачання та водовідведення.....	43
1.6.3. Технічний нагляд за будівництвом (реконструкцією) систем водопостачання та водовідведення.....	47
1.6.4. Приймання в експлуатацію споруд систем водопостачання та водовідведення.....	48
1.7. Ліцензійні умови провадження господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення.....	54
1.8. Лабораторно-виробничий контроль якості питної та стічної води.....	59
1.8.1. Лабораторно-виробничий контроль якості питної води на водопровідних очисних станціях.....	59
1.8.2. Лабораторно-виробничий контроль якості стічної води на водовідвідних очисних станціях.....	64
1.8.3. Державний санітарний нагляд і лабораторний контроль водопостачання та водовідведення населених пунктів.....	67
1.9. Технологічний контроль роботи споруд систем водопостачання та водовідведення.....	71

1.10. Організація зон санітарної охорони систем водопостачання та санітарно-захисних зон споруд і мереж систем водовідведення.....	77
1.10.1. Зони санітарної охорони систем водопостачання.....	77
1.10.2. Санітарно-захисні зони споруд систем водовідведення і захисні охоронні зони каналізаційних мереж.....	82
Розділ 2. Системи водопостачання.....	85
2.1. Водозабірні споруди.....	85
2.1.1. Загальні положення.....	85
2.1.2. Експлуатація водозабірних споруд з поверхневих джерел.....	89
2.1.3. Експлуатація водозабірних споруд з підземних джерел.....	100
2.1.4. Приймання водозабірних споруд в експлуатацію.....	112
2.1.5. Планово-попереджувальні роботи, налагодження та інтенсифікація роботи водозабірних споруд. Капітальний ремонт.....	115
2.2. Очисні споруди систем водопостачання з поверхневих джерел.....	125
2.2.1. Завдання та організація експлуатації очисних споруд систем водопостачання. Склад і обов'язки експлуатаційного персоналу.....	125
2.2.2. Приймання очисних споруд в експлуатацію.....	131
2.2.3. Планово-попереджувальні роботи. Поточний та капітальний ремонт.....	134
2.2.4. Реагентне господарство. Змішувачі та камери утворення пластівців.....	141
2.2.5. Споруди попереднього освітлення води.....	151
2.2.6. Фільтри та контактні прояснювачі.....	160
2.2.7. Адсорбери.....	172
2.2.8. Інтенсифікація роботи та реконструкція очисних споруд.....	174
2.3. Очисні споруди систем водопостачання з водозабором із підземних джерел..	182
2.3.1. Організація експлуатації очисних споруд з водозабором із підземних джерел.....	182
2.3.2. Споруди для знезалізнення води.....	185
2.3.3. Фільтри для деманганації та пом'якшення води.....	191
2.3.4. Фільтри для знефторення природних вод.....	193
2.3.5. Фільтри для дегазації води.....	198
2.3.6. Фільтри для опріснення води.....	202
2.3.7. Доочищення водопровідної води.....	207
2.4. Водоводи, водопровідні мережі і споруди на них.....	208
2.4.1. Організація експлуатації зовнішніх систем подачі і розподілу води....	208
2.4.2. Випробування і приймання в експлуатацію водопровідних мереж і споруд.....	210
2.4.3. Нагляд за станом і утриманням мережі водопроводу.....	217
2.4.4. Поточний і капітальний ремонт. Ліквідація аварій.....	220
2.4.5. Управління і розробка економічних режимів експлуатації систем подачі і розподілу води.....	226
Список літератури.....	229

Вступ

Системи водопостачання та водовідведення є невід'ємною складовою життєдіяльності, які забезпечують населення питною водою, а також відводять з населених пунктів і промислових підприємств стічні води з подальшим їхнім очищенням.

Якість питної води й очищених стічних вод має відповідати вимогам чинних нормативних документів.

Забезпечення населення і промислових підприємств чистою водою у поєднанні зі своєчасним відведенням та очищенням стічних вод, обробкою і ліквідацією осадів – це обов'язкові умови екологічної безпеки.

З'явилося багато нових технологій водопідготовки та очищення стічних вод, що дає можливість отримувати чисту воду інтенсивнішими методами, ніж раніше. Одночасно підвищилися вимоги до надійності споруд і трубопроводів, мінімізації питомих будівельних та експлуатаційних витрат.

Недосконалість проектування та технології будівництва очисних споруд і мереж водопостачання й водовідведення, низька якість використовуваних будівельних матеріалів, будівництво без урахування впливу реальної якості води призводять до передчасного руйнування інженерних конструкцій і погіршення їхніх експлуатаційних характеристик.

Якісне управління роботою систем водопостачання та водовідведення нерозривно пов'язане з підготовкою висококваліфікованих кадрів, своєчасним упровадженням науково-технічних досягнень у виробництво, вдосконаленням господарського механізму. Введення в дію ряду нових нормативних документів має регламентувати порядок взаємовідносин між організаціями, які експлуатують системи водопостачання та водовідведення, і абонентами. Розробка і впровадження заходів щодо інтенсифікації роботи наявних систем, а також накопичення передового досвіду потребують систематичного узагальнення та вдосконалення рекомендацій з їхньої експлуатації.

На сьогодні сформовано основні завдання служб експлуатації систем водопостачання та водовідведення, які полягають у безперебійному постачанні населення, промислових підприємств і сільського господарства якісною водою, економії водних ресурсів, відведенні й очищенні стічних вод, а також у запобіганні забрудненню водних джерел і ґрунтів стічними водами та твердими відходами.

Далі зазначимо внесок кожного автора в написання конкретних розділів: В.П. Хоружий – передмова, розділи 1–7 (у співавторстві); В.А. Кравченко – розділи 1, 6 (у співавторстві); Т.П. Хомуцька – розділи 1, 2, 5, 7 (у співавторстві); О.В. Кравченко – розділи 1, 2, 4–7 (у співавторстві); А.В. Василюк – розділи 3, 4 (у співавторстві); І.П. Недашковський – розділи 3, 4 (у співавторстві).

Розділ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНОГО ГОСПОДАРСТВА

1.1. Мета та основні завдання служби експлуатації систем водопостачання і водовідведення

Метою технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення є забезпечення безперебійної і надійної роботи усіх мереж і споруд за високих і якісних техніко-економічних показників їх роботи з урахуванням вимог до якості стічних вод і забезпечення раціонального використання водних ресурсів. Для належної експлуатації систем водопостачання та водовідведення на підприємстві створюють спеціальну технологічну службу для експлуатації систем водопостачання та водовідведення, яка підпорядковується безпосередньо головному інженерові або технічному директору.

Основні вимоги і завдання служби експлуатації водопровідно-каналізаційного господарства:

– забезпечення безперебійної роботи мереж і споруд із заданими технологічними режимами і якістю води відповідно до вимог ДсанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» або СанПіН 4630-88 «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення»;

– забезпечення підприємства належною нормативно-технічною документацією;

– утримання у належному стані споруд, комунікацій та обладнання;

- забезпечення підрозділів необхідними матеріалами, запасними частинами, механізмами, спецодягом, інструментами та відповідними побутовими умовами;
- організація капітального і планово-попереджувального ремонтів;
- проведення заходів з попередження аварійних ситуацій, «відмов» у роботі, дотримання санітарно-епідеміологічних правил і норм, поліпшення стану техніки безпеки, запобігання випадкам травматизму і т. ін.;
- розробка планів організаційно-технічних заходів з підвищення надійності, економічності та якості надання послуг і систематичний контроль за їх виконанням;
- технічний нагляд за будівництвом і реконструкцією та технічне приймання в експлуатацію нових і реконструйованих споруд, комунікацій та обладнання;
- паспортизацію та інвентаризацію споруд, комунікацій та обладнання;
- створення системи збору та зберігання технічної документації;
- забезпечення підрозділів необхідною нормативною, технічною та робочою документацією, інструкціями з експлуатації споруд, механізмів і приладів, документацією з охорони праці і т. ін.;
- контроль складу і кількості стічних вод абонентів, які надходять у систему водовідведення населеного пункту;
- розробка перспективних програм (стратегій), схем оптимізації та інвестиційних програм з розвитку систем водопостачання та водовідведення;
- складання та передавання відповідним державним органам звітних документів за встановленими формами.
- технічне та адміністративно-господарське управління усіма структурними підрозділами;
- систематичний контроль якості вихідної й очищеної води на основних етапах її обробки;
- ведення обліку обсягів вод, які забирають, використовують та скидають, а також кількості забруднювальних речовин у них;
- розробка технологічних регламентів роботи;
- аналіз і контроль показників надійності окремих споруд, мереж та обладнання;

- складання експлуатаційних та посадових інструкцій, оперативних схем управління і диспетчеризації;
- укладання договорів зі споживачами на відпускання води і приймання стічних вод;
- видача за наявності відповідного рішення органу місцевого самоврядування дозволів і технічних умов на приєднання до систем водопостачання і водовідведення;
- зменшення витоків та втрат питної води, проведення технологічних та енергоаудитів, розроблення водних балансів систем;
- первинний облік кількості вод, які забирають з водних об'єктів і скидають у них, за формами і у строки, узгоджені з регіональними органами в галузі використання і охорони водного фонду, водопостачання та водовідведення.

Виконання завдань з експлуатації водопровідно-каналізаційного господарства (ВКГ) покладають на спеціалізовані підприємства, організації і їхні підрозділи.

Контроль за технічним станом основних будівель і споруд ВКГ (насосних станцій, очисних споруд, підземних резервуарів, шахт, водонапірних веж та ін.) проводять за затвердженими планами, в терміни, які встановлюють залежно від місцевих умов і стану об'єктів.

Адміністрація зобов'язана сприяти підвищенню технічних знань експлуатаційного персоналу шляхом організації технічного навчання, обміну досвідом роботи і впровадження світових досягнень у водопровідно-каналізаційній сфері. Для усіх працівників обов'язкове знання і дотримання спеціальних правил (санітарного нагляду, цивільної оборони, архітектурно-технічного нагляду, протипожежної безпеки), що належать до систем водопостачання і водовідведення.

Затверджувати на посаді всіх працівників ВКГ потрібно тільки після встановлених випробувальних термінів і перевірки знань правил експлуатації цих господарств і робочих інструкцій, а також «Правил безпеки під час експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд».

Періодично в установленій термін окремо перевіряють знання у робітників та інженерно-технічного персоналу.

Контрольні запитання

1. Яка мета технічної експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд?
2. Назвіть основні вимоги і завдання служби експлуатації ВКГ.

1.2. Структура експлуатаційного господарства систем водопостачання та водовідведення

Питаннями експлуатації водопровідних і водовідвідних систем займаються експлуатаційні служби, що належать ВКГ.

Через відмінності в розмірах і конфігурації територій, чисельності населення та інших факторів структури ВКГ дуже різні.

Форма організації водопровідно-каналізаційного господарства залежить від масштабу його діяльності, виробничої потужності і відомчої підпорядкованості. Питаннями експлуатації водопровідних і каналізаційних систем, як правило, займаються служби, що належать до складу виробничих управлінь водопровідно-каналізаційного господарства. До складу виробничих управлінь підприємства водопроводу та каналізації можуть належати окремі підрозділи, які функціонують за внутрішнім госпрозрахунком. Ці управління підпорядковуються міському управлінню комунального господарства.

Тут можна виділити групи основних підрозділів з однаковим (або близьким) складом служб з експлуатації споруд водопостачання та водовідведення, що пояснюється схожістю основних технологічних процесів і проведенням експлуатаційних робіт. До основних підрозділів належать служби насосних станцій, водопровідної та водовідвідної мереж, очисних споруд.

Діяльність обслуговуючих підрозділів (центральної лабораторії, ремонтно-будівельного управління, електроцеху, механічних майстерень та ін.) має забезпечити безперебійну роботу основних служб.

Найхарактернішу структуру підприємства ВКГ наведено на рис. 1.1.

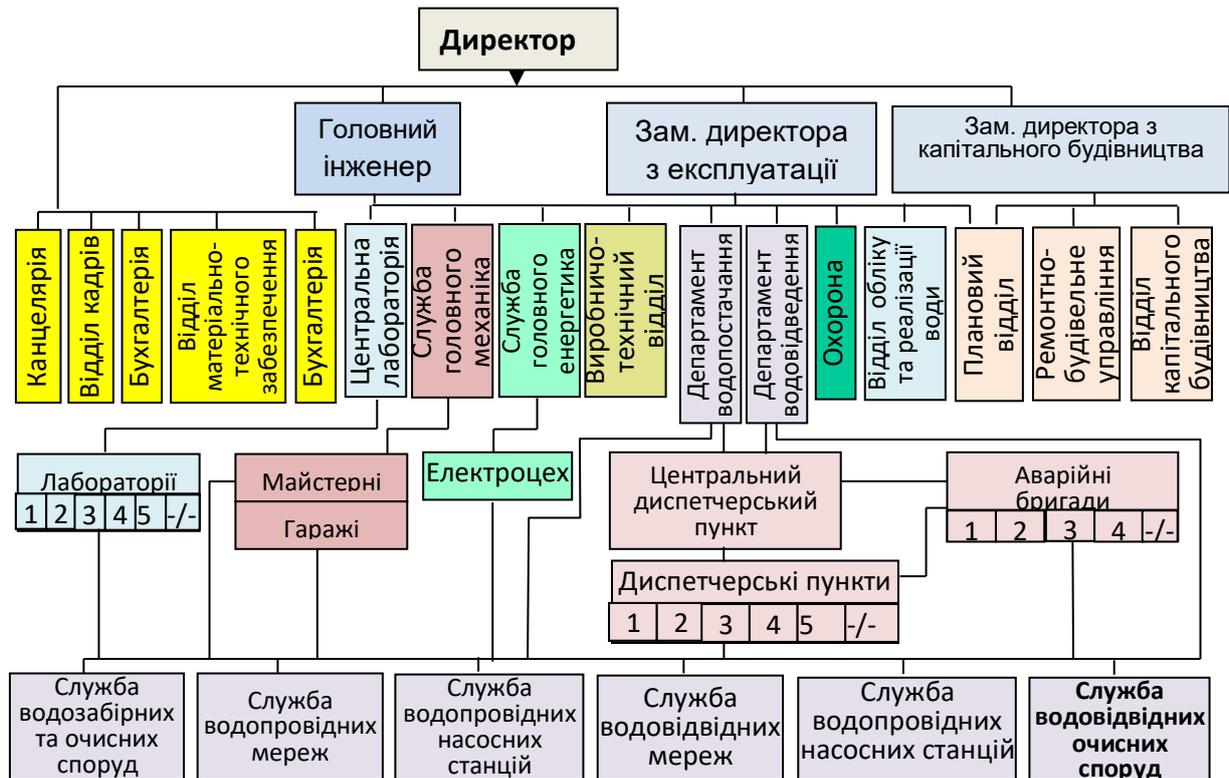


Рис. 1.1. Приблизна структурна схема підприємства з експлуатації ВКГ

Як в основних, так і обслуговуючих підрозділах може бути утворено спеціалізовані ланки, бригади, ділянки та ін. Це, як правило, дає можливість підвищити продуктивність праці, скоротити тривалість ремонтно-відновлювальних та інших робіт. У процесі створення організаційної структури ВКГ потрібно враховувати чисельність співробітників, технічну оснащеність служб, взаємозв'язок технологічних і обслуговуючих підрозділів з дотриманням пропорційності та відповідності розмірів, масштабів діяльності кожної виробничої ланки.

Організаційна структура управління водопровідно-каналізаційного господарства має бути досить гнучкою (динамічною) системою, яка дає можливість враховувати обсяги й основні умови проведення ремонтно-експлуатаційних робіт, що постійно змінюються.

Чисельність співробітників підрозділів, оснащених технікою, має забезпечувати виконання основних завдань з експлуатації ВКГ з найбільшою продуктивністю праці.

Під час складання штатного розкладу необхідно керуватись чинними нормативними документами.

На інженерно-технічні посади мають призначати спеціалістів з вищою або середньою спеціальною освітою.

Працівники, яких беруть на роботу, пов'язану з безпосереднім обслуговуванням, ремонтом, випробуванням та налагодженням роботи споруд, комунікацій, обладнання, під час прийому на підприємство повинні обов'язково проходити медичне обстеження на відповідність їхнього фізичного стану вимогам для даної професії, а потім періодичні огляди згідно з «Положенням про медичний огляд працівників певних категорій», затвердженого наказом МОЗ України 31.03.94 р., № 45.

До призначення або під час перевodu на іншу роботу (посаду) працівники зобов'язані пройти спеціальну підготовку, навчання на робочому місці, перевірку знань «Правил охорони праці при експлуатації систем водопровідно-каналізаційного господарства», виробничих та посадових інструкцій в обсягу, необхідному для даної посади, відповідно до «Типового положення про навчання, інструктаж та перевірку знань працівників з питань охорони праці», затвердженого наказом комітету Держнаглядохоронпраці України від 04.04.94 р.

Для спеціалістів, що обслуговують електрообладнання, обов'язкове знання «Правил технічної експлуатації електрообладнання споживачів» та «Правил техніки безпеки при експлуатації електрообладнання споживачів».

Для працівників, що обслуговують хлорне господарство та хлораторні установки, обов'язкове знання «Правил безпеки при виготовленні, зберіганні, транспортуванні та використанні хлору» (ПБХ-93), затверджених наказом Держнаглядохоронпраці України № 105 від 29.10.93 р.

Попередню перевірку знань повинен проходити весь персонал, включаючи керуючих та інженерно-технічних працівників, у строки, встановлені керівником підприємства.

Чергову періодичну перевірку знань необхідно проводити для працівників робочих професій – щорічно, для інженерно-технічного персоналу – один раз на три роки.

Знання має перевіряти кваліфікована комісія, що призначається керівником підприємства, в складі не менше трьох осіб.

Для перевірки знань працівників та інженерно-технічного персоналу, що обслуговують об'єкти, підконтрольні органам Державного санітарного нагляду України та Держнаглядохоронпраці України, до комісії обов'язково повинні залучатись представники інспекцій цих органів.

Особи, які успішно витримали попередню перевірку, мають отримати посвідчення. Працівникам, що обслуговують електрообладнання, повинні видаватись спеціальні посвідчення про присвоєння кваліфікаційної групи відповідно до правил охорони праці.

Працівник, який отримав під час попередньої перевірки знань незадовільну оцінку, повинен пройти повторну перевірку не пізніше ніж за місяць. За повторного незадовільного результату перевірки знань працівника має бути понижено на посаді у термін до трьох місяців з правом здачі нового іспиту за цей строк.

Працівника, який не склав іспит протягом трьох місяців, може бути звільнено з займаної посади.

Систематичну перевірку знань персоналу повинен організувати та контролювати особисто перший керівник та головний інженер підприємства.

Під час переходу на економічні методи управління (самофінансування) з метою скорочення управлінського апарату можливе створення багатогалузевих територіальних комплексів – виробничих об'єднань житлово-комунального господарства, до складу яких належать спеціалізовані підприємства водопровідно-каналізаційного господарства та інших галузей.

У невеликих містах та селищах структура підприємства з експлуатації систем водопостачання та водовідведення значно простіша. Окремі служби може бути об'єднано в один підрозділ або він взагалі може бути відсутнім, якщо відсутній певний технологічний процес з очистки природних або стічних вод.

У малих містах і селищах з невеликою чисельністю населення створюють єдині організації управління житлово-комунальним господарством, до яких належать підрозділи ВКГ.

Таким чином створюють комунальні комбінати, підпорядковані міським або селищним управлінням комунального господарства.

У великих містах існують окремі галузеві управління ВКГ, підпорядковані безпосередньо виконкомам міських Рад народних депутатів.

Багато населених пунктів забезпечують водою з водопроводів, що належать промисловим підприємствам і організаціям, або з відомчих і комунальних водопроводів одночасно.

Права й обов'язки організацій, що займаються експлуатацією ВКГ, регламентуються чинним законодавством у галузі комунального господарства.

Організація ВКГ може припинити або обмежити відпускання питної води і (або) прийом стічних вод без попереднього повідомлення абонентів у таких випадках:

- припинення енергопостачання об'єктів організації ВКГ;
- виникнення аварії в результаті стихійних лих і надзвичайних ситуацій;
- необхідність збільшення подачі питної води до місць виникнення пожеж.

Організація ВКГ може припинити або обмежити відпуск питної води і (або) прийом стічних вод, попередньо повідомивши абонента, органи місцевого самоврядування, місцеві санітарно-епідеміологічні служби, а також територіальний підрозділ Державної протипожежної служби МНС України, у таких випадках:

- різке погіршення якості води в джерелі питного водопостачання;
- потрапляння заборонених до скиду стічних вод та забруднювальних речовин у систему комунальної каналізації, які завдали збитків цій системі або призвели до аварії;
- усунення наслідків аварії;
- аварійний або незадовільний стан водопровідних і (або) каналізаційних мереж;
- проведення робіт з приєднання нових абонентів;
- проведення планово-попереджувального ремонту;
- несплата абсентом поданої йому питної води і (або) прийнятих стічних вод за два розрахункових періоди, що встановлено договором.

За повного припинення подачі питної води в населений пункт або в окремі його райони незалежно від причин, що призвели до нього, організація ВКГ вживає заходи щодо забезпечення тимчасового водопостачання населення і територіальних підрозділів Державної протипожежної служби МНС України.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні підрозділи, що належать до складу організації, яка займається експлуатацією ВКГ.
2. Як здійснюється приймання на роботу працівників ВКГ?
3. Як проходить перевірка знань працівників ВКГ?
4. У яких випадках організація ВКГ може припинити або обмежити постачання питної води і прийом стічних вод?

1.3. Законодавча і нормативно-правова база діяльності підприємств водопровідно-каналізаційного господарства. Основна документація водопровідно-каналізаційного господарства

Підприємства водопровідно-каналізаційного господарства здійснюють свою діяльність відповідно до «Правил користування системами централізованого питного водопостачання та водовідведення в населених пунктах України», у яких визначено порядок користування системами централізованого питного водопостачання та водовідведення, а також регулюють відносини між власником систем водопостачання і водовідведення, суб'єктом господарювання та споживачем, який отримує або має намір отримувати ці послуги.

Ці Правила є обов'язковими для всіх юридичних осіб незалежно від форм власності і підпорядкування та фізичних осіб, що мають у власності, господарському віданні або оперативному управлінні, оренді та концесії об'єкти систем водопостачання та водовідведення і з якими виробником та (або) виконавцем укладено договір на отримання питної води, скидання стічних вод.

Порядок технічної експлуатації систем водопостачання і водовідведення населених пунктів України здійснюється відповідно до «Правил технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України».

Ці Правила є обов'язковими для всіх підприємств, які надають послуги з водопостачання та (або) водовідведення і здійснюють експлуатацію систем водопостачання (водовідведення) в цілому або їх елементів незалежно від відомчої приналежності та форм власності.

Правила розроблено з урахуванням положень Законів України «Про житлово-комунальні послуги», «Про питну воду і питне водопостачання», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону праці», Водного кодексу України, відповідних Санітарних норм і правил та інших чинних нормативних документів.

Під час проектування, будівництва (реконструкції) й експлуатації систем водопостачання та водовідведення потрібно дотримуватись положень основних нормативно-правових документів:

1. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 р. № 4004-ХІІ зі змінами та доповненнями, що діє в редакції з 22.05.2008 р.

2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», документ № 1264-12, редакція від 04.06.2017 р.

3. ДсанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

4. СанПіН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» («Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення»).

5. СанПіН 4631-88 «Санитарные правила и нормы охраны прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения» («Санітарні правила і норми охорони прибережних вод морів від забруднення у місцях водокористування населення»).

6. Правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України (Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 27 червня 2008 року № 190.

7. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України № 37 від 19.02.2002 р.

8. НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні».

9. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

10. НПАОП 0.00-1.01-07 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів».

11. НПАОП 0.00-1.23-10 «Правила охорони праці при виробництві, зберіганні та транспортуванні хлору».
12. НПАОП 45.24-1.08-69 «Правила безопасности при строительстве подземных гидротехнических сооружений» («Правила безпеки під час будівництва підземних гідротехнічних споруд»).
13. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».
14. ДБН В.2.5 – 75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».
15. ДБН А.3.1-3-94 «Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення».
16. ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва».
17. ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд».
18. ДБН А.2.2-3-2012 «Склад та зміст проектної документації на будівництво».
19. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення».
20. ДБН 360-92** «Планування і забудова міських і сільських поселень».
21. ДБН В.1.1-3-97 «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення».
22. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
23. ДБН В.1.1-25-2009 «Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення».
24. ДБН В.1.2-5:2007 «Науково-технічний супровід будівельних об'єктів».
25. ДБН В.1.2-7-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека».
26. ДБН В.1.2-8-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища».
27. ДБН В.1.2-10-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму».
28. ДБН В.1.2-11-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії».

29. ДБН В.2.4-3:2010 «Гідротехнічні споруди. Основні положення».

30. ДБН В.2.5-28:2006 «Природне і штучне освітлення».

31. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід і каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво».

32. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Для експлуатації і оперативного технічного управління роботою систем водопостачання та водовідведення підприємства ВКГ забезпечують зберігання в архіві відповідної технічної, експлуатаційної і виконавчої документації, а також матеріалів інвентаризації та паспортизації.

Структурні підрозділи і служби підприємств ВКГ забезпечують копіями відповідних документів, необхідних для повсякденного використання під час експлуатації споруд, комунікацій та устаткування.

Виробничі та технічні служби зобов'язані вчасно вносити у документацію виправлення, які відображають зміни у процесі та умовах експлуатації споруд, комунікацій і устаткування. Зміни вносять відразу після оформлення відповідних актів приймання та пуску їх в експлуатацію.

Постійному зберіганню в архіві підприємства підлягають:

- технологічні регламенти;
- повні комплекти затверджених технічних проектів на будівництво (реконструкцію) систем водопостачання та водовідведення з усіма додатками, у т.ч. проекти зон санітарної охорони;
- робочі креслення і виконавча документація на будівництво (реконструкцію), які відповідають реально побудованим об'єктам та спорудам будинків, споруд, устаткування, комунікацій і т. ін.;
- геоінформаційні системи (ГІС) з нанесеними на них об'єктами водопостачання та водовідведення, а за відсутності – оперативні схеми систем водопостачання і водовідведення населених пунктів чи їх районів з розташуванням усіх споруд, основних комунікацій, засобів регулювання, автоматизації і диспетчеризації. На комунікаціях систем водопостачання та водовідведення мають вказувати діаметр, довжину, матеріал та рік прокладання труб; повне обладнання і номери колодязів (камер) з геодезичними відмітками ґрунту, труби чи лотка; пожежні гідранти; аварійні випуски; абонентські приєднання та їхні реєстраційні номери;

– акти приймання в експлуатацію споруд, комунікацій та обладнання, а також акти на приховані роботи;

– повний комплект паспортів та інструкцій заводів-виготовлювачів на устаткування, агрегати, механізми, контрольно-вимірювальні прилади, що перебувають в експлуатації;

– повний комплект технічних паспортів (карт) на споруди, устаткування, комунікації, агрегати, підйомно-транспортне устаткування тощо.

– дозволи на спецводокористування та гранично допустиме скидання (ГДС);

- повний комплект посадових інструкцій, інструкцій з експлуатації, техніки безпеки та охорони праці.

У технологічних регламентах конкретизуються вимоги для реального технологічного процесу певної системи водопостачання та (або) водовідведення.

Технологічний регламент є основним робочим документом, згідно з яким підприємства ВКГ здійснюють експлуатацію систем водопостачання та (або) водовідведення.

Технологічні регламенти розробляють і погоджують відповідно до Порядку, затвердженого органом виконавчої влади з питань житлово-комунального господарства.

На підприємстві ВКГ (залежно від його структури) розробляють єдиний технологічний регламент, самостійні регламенти для систем водопостачання і водовідведення або регламенти для окремих елементів систем.

Підготовку технологічних регламентів здійснюють за методичними рекомендаціями та у відповідному порядку.

Експлуатацію всіх споруд, комунікацій і устаткування здійснюють підприємства ВКГ згідно з посадовими та експлуатаційними інструкціями, які розробляють на підставі «Правил технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України», технологічних регламентів, інших документів, інструкцій заводів-виготовлювачів та ін.

У процесі налагоджувальних робіт мають бути розроблені інструкції з експлуатації агрегатів, механізмів, споруд і мереж водопроводу або каналізації, посадові інструкції для експлуатаційних працівників з усіх питань експлуатації.

В інструкціях за експлуатації має бути чітко визначено:

- призначення та характеристики споруд (обладнання);
- склад та технічні характеристики основного та допоміжного обладнання;
- послідовність операцій з пуску, зупинки та здійснення технологічних процесів;
- порядок обслуговування споруд та обладнання в експлуатаційному режимі та під час його порушення;
- порядок технологічного контролю роботи споруд, необхідні параметри та умови для ефективної роботи;
- порядок і строки проведення оглядів, ревізій та ремонтів споруд і обладнання;
- заходи із запобігання аварій та дії персоналу під час їх виникнення та ліквідації;
- заходи з охорони праці;
- перелік посадових осіб, для яких знання інструкцій обов'язкове;
- особиста відповідальність за виконання операцій, передбачених в інструкціях з обслуговування та ремонту обладнання;
- строки перегляду, затвердження та впровадження в дію.

За будь-яких змін у системах водопостачання та водовідведення, режимах їх експлуатації, нормативних документах інструкції, відповідно, переглядають і коригують та негайно доводять до відома обслуговуючого персоналу.

Обов'язково потрібно вказати дотримання правил безпеки ведення робіт.

Посадові інструкції потрібно розробляти на кожну посаду та встановлювати вимоги, права й обов'язки експлуатаційного персоналу, необхідні та достатні для забезпечення роботи споруд (обладнання) відповідно до експлуатаційних інструкцій та інструкцій з охорони праці та протипожежної безпеки.

У посадових інструкціях має бути наведено:

- повну назву інструкцій та посад, для яких їх складено;
- визначені вимоги до осіб (вік, освіта, стан здоров'я), які можуть займати дану посаду;
- виробничі обов'язки;
- чітке визначення взаємовідносин, підлеглості, виробничої дисципліни;

- перелік нормативно-технічних документів, знання яких необхідне;
- обсяг професійних знань з експлуатації та вимог до охорони праці;
- визначення прав посадової особи;
- строки перегляду, затвердження та введення в дію.

Посадові інструкції для чергового персоналу повинен затверджувати керівник підприємства ВКГ, а інструкції з експлуатації споруд та обладнання – головний інженер підприємства ВКГ.

Експлуатаційні журнали заповнюють і зберігають у паперовому вигляді, а за можливості – в електронному з прив'язкою до єдиної бази даних та ГІС.

Експлуатаційні служби зобов'язані щомісячно складати технічні звіти за затвердженою формою про результати роботи виробничого підприємства.

У звіт необхідно вносити основні показники роботи споруд, обладнання, комунікацій. До технічного звіту потрібно додавати пояснювальну записку з аналізом роботи всіх споруд та обладнання за звітний період, а також результати запровадження заходів з інтенсифікації роботи систем, удосконалення технологічних процесів, поліпшення роботи окремих споруд та обладнання.

На основі місячних та квартальних у річних звітах має бути висвітлено основні результати роботи кожного підрозділу протягом року. На основі річних звітів потрібно складати перспективні плани розвитку систем водопостачання та каналізації, удосконалення їх роботи, поліпшення техніко-економічних показників.

Строки зберігання звітної документації:

- журналів з експлуатації – 2 роки;
- зведених відомостей, діаграм приладів – 3 роки;
- місячних та квартальних звітів – 4 роки;
- річних звітів – безстроково.

Контрольні запитання

1. Згідно з яким нормативним документом здійснюють порядок технічної експлуатації систем водопостачання і водовідведення населених пунктів України?

2. Положень яких основних нормативно-правових документів потрібно дотримуватись під час реконструкції та експлуатації систем водопостачання і водовідведення?

3. Які документи підлягають постійному зберіганню в архіві підприємства?

4. Що таке технологічний регламент?

5. Що вказують в інструкціях з експлуатації споруд?

6. Що таке посадові інструкції?

7. Яка звітна документація є на підприємствах ВКГ?

1.4. Якість природної води. Вимоги до якості питної води

1.4.1. Основні показники якості природних вод

Якість природної води характеризують її фізичні і хімічні властивості та бактеріальне забруднення.

Під забрудненням розуміють збільшення вмісту тих чи інших компонентів порівняно з гранично допустимими концентраціями (ГДК).

До фізичних властивостей належить температура води, каламутність (або прозорість), кольоровість, смак і запах. Хімічні властивості обумовлює вміст у ній різних хімічних речовин.

Температура води в різних джерелах неоднакова. У відкритих водоймах вона залежить, головним чином, від температури повітря і коливається в дуже широких межах протягом року та глибини розташування струменя у потоці. Вода підземних джерел, особливо артезіанських, має постійну температуру (зазвичай 5–12 °С) протягом усього року.

Завислі речовини у воді поверхневих джерел містяться завжди. Піщані і глинисті частинки потрапляють у джерело внаслідок ерозії берегів і русла річок. Вміст завислих речовин (мг/дм³) у воді відкритих джерел коливається в дуже широких межах.

Вміст завислих речовин характеризує прозорість води. Її виражають у сантиметрах. Прозорість – це максимальна товщина шару налитої в циліндр води, через який можна ще прочитати текст, який надруковано «стандартним» шрифтом або розглянути хрест, який намальовано чорними лініями товщиною 1 мм з чотирма точками між ними. Тому розрізняють прозорість «за шрифтом» і «за хрестом».

Кольоровість – це забарвлення, яке може мати природна вода і яке пояснюють наявністю гумінових речовин або фульвокислот. Кольоровість виражають у градусах платиново-кобальтової шкали.

Вода у природних джерелах може мати різні смак і запах. Так, за смаком вода може бути гіркою, солоною, кислою, солодкуватою. Решта видів смакових відчуттів (наприклад, металевий) називають присмаками.

Запах води може бути природного і штучного походження. Природні запахи (болотний, глинистий, сірководневий, трав'янистий та ін.) обумовлюють живі та відмерлі організми, продукти розмиву русел. Запахи штучного походження (фенольний, нафтовий, хлорний та ін.) з'являються в результаті скидання у водойму стічних вод і обробки води реагентами.

Запах і смак оцінюють за порогом розведення або п'ятибальною системою:

- 1) дуже слабкий (визначається тільки досвідченим лаборантом);
- 2) слабкий (виявляється споживачем, якщо звернути на це його увагу);
- 3) помітний;
- 4) виразний;
- 5) дуже сильний.

Хімічний склад природної води може бути надзвичайно різноманітним. У загальних випадках для оцінювання води з точки зору її використання мають значення такі показники: щільний залишок, окиснюваність, активна реакція, вміст заліза, магнію, хлоридів, сульфатів, фтору та ін.

Щільний залишок виражають у мг/дм³, він характеризує загальний вміст у воді органічних і неорганічних речовин (крім газів). Його визначають як залишок від випарювання відомого обсягу нефільтрованої проби води і висушеного за 105–110 °С до постійної маси.

Жорсткість води (мг-екв/дм³) є важливим хімічним показником, який визначає ступінь її придатності для водопостачання. Жорсткість води обумовлена вмістом у ній розчинених солей кальцію і магнію.

Жорсткість розрізняють карбонатну і некарбонатну. Суму карбонатної і некарбонатної жорсткості називають загальною. Карбонатною називають жорсткість, обумовлену наявністю двовуглекислих (бікарбонатних) і вуглекислих (карбонатних) солей кальцію і магнію.

Некарбонатною називають жорсткість, обумовлену вмістом некарбонатних солей кальцію і магнію – сульфатів, хлоридів, силікатів і нітратів.

Лужність води обумовлюється наявністю в ній бікарбонатів, карбонатів, гідратів і солей інших слабких кислот, її виражають у мг-екв/дм³. Розрізняють лужність бікарбонатну, карбонатну, гідратну, гуматну, силікатну і т. ін. Лужність природної води зазвичай дорівнює її карбонатній жорсткості.

Окиснюваність вказує на вміст у воді розчинених органічних і деяких легко окиснювальних неорганічних речовин. Її виражають у мг/дм³ вмісту молекул кисню.

Активна реакція води показує ступінь лужності або кислотності і характеризується концентрацією у воді водневих іонів. Концентрацію водневих іонів позначають через рН (потенціал водню) і умовно виражають логарифмом її величини з протилежним знаком. Інакше кажучи, для нейтральної реакції рН = 7, для кислої рН < 7, для лужної рН > 7.

Залізо (мг/дм³) міститься у воді у вигляді двовалентного заліза або комплексних сполук тривалентного заліза.

Марганець (мг/дм³) у підземних водах найчастіше супроводжує залізо у вигляді бікарбонату марганцю.

Хлориди і сульфати (мг/дм³) трапляються майже в усіх природних водах найчастіше у вигляді кальцієвих, магнієвих і натрієвих солей.

Йод і фтор (мг/дм³) найчастіше наявний у природних водах в іонній формі. Вони мають винятково важливе гігієнічне значення для здоров'я людей.

Для формалізованої комплексної оцінки якості поверхневих вод використовують індекс забрудненості води.

Ступінь забруднення або коефіцієнт забруднення визначають за формулою:

$$K_z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{ф.i}}$$

де K_z – коефіцієнт забруднення водою домішками; C_i – вміст контрольованих забруднювальних речовин; $C_{ф.i}$ – ГДК забруднювальних речовин у водоїмі; n – кількість контрольованих забруднювальних речовин.

На основі визначення коефіцієнтів забруднення стоками поверхневих вод розроблено рекомендації для визначення класу їхньої якості (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

**Коефіцієнти забруднень поверхневих вод домашками
для екологічної оцінки їх якості за відповідними категоріями**

№ пор.	Показники якості води	С _ф (ГДК)	К _з для класу якості води				
			1 відмінно	2 добре	3 посередньо	4 низько	5 погано
1	Загальна мінералізація, мг/дм ³	200	1	1,5–2,5	2,6–5,0	5,1–7,5	>7,5
2	Вміст сульфатів, мг/дм ³	10	1	3–6	6,1–18	18,1–50	>50
3	Вміст хлоридів, мг/дм ³	10	1	2–5	5,1–15	15,1–30	>30
4	Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	8,0	1	0,95	0,9–0,8	0,5–0,6	<0,5
5	Завислі речовини, мг/дм ³	5	1	2–4	6–10	15–20	>20
6	Азот амонійний, мгN/дм ³	0,10	1	1,5–2	5–10	15–25	>25
7	Азот нітритний, мгN/дм ³	0,002	1	1,5–5	10–25	30–50	>50
8	Азот нітратний, мг/дм ³	0,2	1	1,5–2,5	3–5	6–12,5	>12,5
9	Загальний азот, мгN/дм ³	1,0	1	1,1–2	2,1–6	6,1–10	>10
10	Вміст фосфору, мгP/дм ³	0,015	1	1,5–4	8–10	14–20	>20
11	Вміст вуглецю, мгC/дм ³	3,0	1	1,5–2,5	3–6,5	7–10	>10
12	Перманганатна окиснюваність, мгО ₂ /дм ³	3,0	1	1,5–2,5	3–5	5,1–6,5	>6,5
13	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	1,0	1	1,1–2,1	2,2–7	7,1–12	>12
14	Залізо загальне, мг/дм ³	0,2	1	1,1–5	5,1–10	10,1–20	>20
15	Марганець, мг/дм ³	0,01	1	1,5–5	5,1–50	51–125	>125
16	Фториди, мг/дм ³	0,10	1	1,1–1,5	1,6–5,0	5,1–10	>10
17	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,01	1	1,1–5	5,1–20	20,1–30	>30
18	Сумарна бета-активність, 10 ⁻¹² Ку/дм ³	4,4	1	1,1–1,8	2–30	35–60	>60
19	Біомаса фітопланктону, мг/дм ³	0,5	1	1,1–4	4,1–20	20,1–100	>100

На основі узагальнених даних моніторингових досліджень розробляють рекомендації щодо запобігання або мінімізації можливих негативних наслідків, розробки заходів для оптимізації водокористування та зниження забрудненості і поліпшення санітарного стану водних об'єктів.

Бактеріальне забруднення води залежить від кількості внесених у джерело забруднень зі стічними, дощовими і талими водами.

Бактеріальна забрудненість води характеризується числом бактерій, що містяться в 1 мл води, і колі-титром.

Для оцінки якості в санітарно-епідеміологічному відношенні визначають вміст у воді індикаторних бактерій, які називають кишковою паличкою. Сама по собі вона нешкідлива, але наявність її у воді свідчить про забруднення виділеннями людей і тварин, а, отже, можливістю попадання серед інших і патогенних бактерій. Колі-титром називають найменшу кількість води, в якій можна знайти кишкову паличку.

У відкритих водоймах містяться також різноманітні дрібні рослинні і тваринні організми, що знаходяться у підвішеному стані (планктон) або прикріплені до дна водойми (бентос). Рослинний планктон називають фітопланктоном, тваринний – зоопланктоном; бентос називають, відповідно, фітобентосом і зообентосом.

1.4.2. Вимоги до якості води, які ставлять споживачі різних категорій

Вимоги до якості господарсько-питної води диктуються турботою про охорону здоров'я населення. Регламентують їх у ДСТУ Б А.2.4 - 31: 2008.

До цих вимог належать: запах і присмак за температури 20 °С – не більше 2-ох балів; кольоровість за платинокобальтовою шкалою – не більше 20; прозорість «за шрифтом» – не менше 30 см («за хрестом» – не менше 300 см), каламутність – не більше 1,5 мг/дм³; загальна жорсткість води має бути не більше 7 мг-екв/дм³.

У виняткових випадках, за погодженням з органами Державного санітарного нагляду, дозволено користуватися водою з жорсткістю до 14 мг-екв/дм³, кольоровістю до 35 і каламутністю до 2 мг/дм³.

У воді допускають вміст речовини, мг/дм³ (не більше): свинцю – 0,1, миш'яку – 0,05, фтору – 1,5, міді – 1, цинку – 5.

Загальна кількість бактерій за посіву в 1 мл нерозбавленої води, яку визначають числом колоній після 24-годинного вирощування за 37 °С – не більше 100; кишкових паличок в 1 дм³ води – не більше трьох (колі-титр – не менше 300); вміст заліза і марганцю (за наявності споруд для знезалізнення води) не має перевищувати 0,3 мг/дм³; активна реакція рН за освітлення і пом'якшення води не менше 6,0 і не більше 9,0. Під час хлорування води не має бути хлорфенольних запахів.

Показники епідемічної безпеки питної води згідно з ДсанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» наведено в табл. 1.2, а санітарно-хімічні показники безпеки та якості питної води – в табл. 1.3.

Таблиця 1.2

Показники епідемічної безпеки питної води

№ пор.	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої
1. Мікробіологічні показники					
1	Загальне мікробне число за 37 °С	КУО/см ³	≤100	не визначають	≤20
2	Загальне мікробне число за 22 °С	КУО/см ³	не визначають	не визначають	≤100
3	Загальні колиформи	КУО/100 см ³	відсутні	≤1	відсутні
4	E. coli	КУО/100 см ³	відсутні	відсутні	відсутні
5	Ентерококи	КУО/100 см ³	відсутні	не визначають	відсутні
6	Синьогнійна паличка (Pseudomonas aeruginosa)	КУО/100 см ³	не визначають	не визначають	відсутні
7	Патогенні ентеробактерії	наявність у дм ³	відсутні	відсутні	відсутні
8	Коліфаги	БУО/дм ³	відсутні	відсутні	відсутні
9	Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та ін.	наявність у 10 дм ³	відсутні	відсутні	відсутні
2. Паразитологічні показники					
10	Патогенні кишкові найпростіші: ооцисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидія кишкового та ін.	клітини, цисти у 50 дм ³	відсутні	відсутні	відсутні
11	Кишкові гельмінти	клітини, яйця, личинки у 50 дм ³	відсутні	відсутні	відсутні

Таблиця 1.3

Санітарно-хімічні показники безпечності та якості питної води

№ пор.	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1. Органолептичні показники					
1	Запах: за 20 °С за 60 °С	бали	≤2 ≤2	≤3 ≤3	≤0 (≤2 ⁴) ≤1 (≤2 ⁴)
2	Забарвленість	градуси	≤20 (≤35 ¹)	≤35	≤10 (≤20 ⁴)
3	Каламутність	НОК (1 НОК = = 0,58 мг/дм ³)	≤1 (≤3,5 ¹); ≤2,6 (≤3,5 ¹) – для підземних вододжерел	≤3,5	≤0,5 (≤1 ⁴)
4	Смак та присмак	бали	≤2	≤3	≤0 (≤2 ⁴)
2. Фізико-хімічні показники					
5	Водневий показник	одиниці рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5 (≥ 4,55)
6	Діоксид вуглецю	%	не визначають	не визначають	0,2–0,3 – слабо-, 0,31–0,4 – середньо-, 0,41–0,6 – сильногазована
7	Залізо загальне	мг/дм ³	≤0,2 (11)	≤1	≤0,2
8	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	≤7 (≤101)	≤10	≤7
9	Загальна лужність	ммоль/дм ³	не визначають	не визначають	≤6,5
10	Загальний органічний вуглець	мг/дм ³	≤812	не визначають	≤3
11	Йод	мкг/дм ³	не визначають	не визначають	≤50
12	Кальцій	мг/дм ³	не визначають	не визначають	≤130
13	Магній	мг/дм ³	не визначають	не визначають	≤80
14	Марганець	мг/дм ³	0,05 (≤0,5 ≤1)	≤0,5	0,05 ≤
15	Мідь	мг/дм ³	≤1	не визначають	≤1
16	Нафтопродукти	мг/дм ³	≤0,1	не визначають	<0,01
17	Перманганатна окиснюваність	мг/дм ³	≤5	≤5	≤2 (≤54)
18	Поверхневоактивні речовини аніонні	мг/дм ³	≤0,5	не визначають	<0,05
19	Поліфосфати (за PO ₄ ³⁻)	мг/дм ³	≤3,5	не визначають	≤0,6 (≤3,54)
20	Сульфати	мг/дм ³	≤250 (≤5001)	≤500	≤250
21	Сухий залишок	мг/дм ³	≤1000 (≤15001)	≤1500	≤1000
22	Феноли леткі	мг/дм ³	≤0,001	не визначають	<0,0005
23	Хлор залишковий вільний	мг/дм ³	≤0,5	≤0,5	<0,05

Таблиця 1.3 (продовження)

№ пор.	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
24	Хлор залишковий зв'язаний	мг/дм ³	≤1,2	≤1,2	<0,05
25	Хлориди	мг/дм ³	≤250 (≤3501)	≤350	≤250
26	Хлорфеноли	мг/дм ³	≤0,0003	не визначають	≤0,0003
27	Цинк	мг/дм ³	≤1	не визначають	≤1
3. Санітарно-токсикологічні показники					
28	Алюміній	мг/дм ³	≤0,2 (≤0,52)	не визначають	≤0,1
29	Амоній	мг/дм ³	≤0,5 (≤2,61)	≤2,6	≤0,1 (≤0,54)
30	Бензопірен	мкг/дм ³	≤0,005	не визначають	<0,002
31	Берилій	мг/дм ³	≤0,0002	не визначають	≤0,0002
32	Бор	мг/дм ³	≤0,5	не визначають	≤0,5
33	Бензол	мг/дм ³	≤0,001	не визначають	≤0,001
34	Дибромхлорметан	мкг/дм ³	≤10	не визначають	≤1
35	1,2-дихлоретан	мкг/дм ³	≤3	не визначають	≤0,3
36	Діоксид хлору	мг/дм ³	≤0,1	не визначають	не визначають
37	Кадмій	мг/дм ³	≤0,001	не визначають	≤0,001
38	Кобальт	мг/дм ³	≤0,1	не визначають	≤0,1
39	Кремній	мг/дм ³	≤10	не визначають	≤10
40	Миш'як	мг/дм ³	≤0,01	не визначають	≤0,01
41	Молібден	мг/дм ³	≤0,07	не визначають	≤0,07
42	Натрій	мг/дм ³	≤200	не визначають	≤200
43	Нікель	мг/дм ³	≤0,02	не визначають	≤0,02
44	Нітрати (за NO ₃)	мг/дм ³	≤50	≤50	≤10 (≤504)
45	Нітриди	мг/дм ³	≤0,5 (≤0,13)	≤3,3	≤0,5 (≤0,17)
46	Озон залишковий	мг/дм ³	0,1-0,3	не визначають	не визначають
47	Пестициди 8, 9	мг/дм ³	≤0,0001	не визначають	≤0,0001
48	Пестициди 8, 10 (сума)	мг/дм ³	≤0,0005	не визначають	≤0,0005
49	Поліакриламід залишковий	мг/дм ³	≤2	не визначають	<0,2
50	Ртуть	мг/дм ³	≤0,0005	не визначають	≤0,0005
51	Свинець	мг/дм ³	≤0,01	не визначають	≤0,01
52	Селен	мг/дм ³	≤0,01	не визначають	≤0,01
53	Срібло	мг/дм ³	не визначають	не визначають	≤0,025

Таблиця 1.3 (закінчення)

№ пор.	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
54	Стронцій	мг/дм ³	≤7,0	не визначають	≤7,0
55	Сурма	мг/дм ³	≤0,005	не визначають	≤0,005
56	Тетрахлорвуглець	мкг/дм ³	≤2	не визначають	≤0,2
57	Тригалогенметани 11 (сума)	мг/дм ³	≤0,1	не визначають	≤0,1
58	Трихлоретилен і тетрахлоретилен (сума)	мкг/дм ³	≤10	не визначають	≤1
59	Формальдегід	мг/дм ³	≤0,05	не визначають	≤0,05
60	Фториди	мг/дм ³	для кліматичних зон: IV – ≤0,7; III – ≤1,2; II – ≤1,5	≤1,5	≤1,56 для кліматичних зон: IV – ≤0,7; III – ≤1,2; II – ≤1,5
61	Хлорити	мг/дм ³	≤0,2	не визначають	не визначають
62	Хлороформ	мкг/дм ³	≤60	не визначають	≤6
63	Хром загальний	мг/дм ³	≤0,05	не визначають	≤0,05
64	Ціаніди	мг/дм ³	≤0,05	не визначають	≤0,05

Якщо вода у природному стані не задовольняє деякі з цих оптимальних вимог, але є нешкідливою і придатною для господарсько-питного водопостачання, то її можна використовувати без улаштування відповідних споруд для обробки. Придатність води в цьому випадку встановлюється органами Державного санітарного нагляду. Оптимальна температура господарсько-питної води – 7–10 °С, гранично допустима – 35 °С.

Згідно з ДСТУ Б А.2.4-31:2008, для питного водопостачання має бути обрано таке джерело, у воді якого сухий залишок не перевищує 1000 мг/дм³, причому вміст у воді сульфатів має бути не більше ніж 500 мг/дм³ і хлоритів не більше ніж 350 мг/дм³. Якщо таке джерело відсутнє – необхідне опріснення води. У виняткових випадках з дозволу органів Державного санітарного нагляду допустиме використання води з великим сухим залишком.

Вимоги, які ставлять до якості виробничої води диктуються технологією виробництва. Вони різноманітні, оскільки залежать від виду виробництва та його технологічного обладнання.

Найчастіше воду на заводах витрачають для охолодження агрегатів чорної і кольорової металургії, обладнання ковальських, механічних, ливарних та інших цехів, компресорів та конденсаторів парових турбін електростанції. Велику кількість води витрачають на хімічних, нафтопереробних та інших заводах для охолодження продуктів у теплообмінних апаратах.

Основні вимоги, які ставлять до якості виробничої води полягають у тому, що вона повинна мати невелику карбонатну жорсткість і містити якомога менше завислих речовин. Суворі вимоги ставлять до якості води для котельних установок. Жорсткість води для водотрубних котлів з тиском 1,6–3,0 МПа не має перевищувати 0,02 мг-екв/дм³, а для котлів з тиском 3,0–10,0 МПа – 0,01 мг-екв/дм³. У такій воді неприпустима наявність завислих речовин.

Контрольні запитання

1. Які фізичні властивості води?
2. Чим визначають хімічний склад природної води?
3. Охарактеризуйте бактеріальне забруднення води.
4. Які основні вимоги ставлять до якості господарсько-питної і виробничої води?

1.5. Характеристика якості стічних вод і вимоги до якості очищених вод

1.5.1. Класифікація забруднень стічних вод

Стічні води населених пунктів надзвичайно різноманітні за своїм складом, а отже і за своїми властивостями. Знання складу стічних вод і характеристики наявних у ній домішок є головною умовою, яка дає можливість правильно вибрати методи їх очищення і скласти оптимальну технологічну схему очисних споруд.

Забруднювальні домішки можна класифікувати за різними ознаками, найважливішими з яких є їх походження і фазово-дисперсний стан. За походженням забруднення стічних вод поділяють на мінеральні, органічні, біологічні і бактеріальні.

До мінеральних забруднень належать пісок, глина, шлак, розчини мінеральних солей, кислот та лугів, мінеральні масла та ін.

Органічні забруднення, що містяться в господарсько-побутових стічних водах бувають рослинного і тваринного походження.

До забруднень рослинного походження належать залишки овочів, фруктів, паперу тощо. Основним хімічним елементом забруднень цього виду є вуглець. До забруднень тваринного походження належать фізіологічні відходи, залишки м'язових та жирових тканин тварин тощо. Такі забруднення характеризуються високим вмістом азоту.

Органічні забруднення за хімічним складом поділяють на безазотисті, які містять вуглець, водень і кисень, та азотовмісні.

Головну частину безазотистих органічних домішок господарсько-побутових стічних вод становлять вуглеводи (моносахариди – глюкоза і лактоза, дисахарид – сахароза, полісахариди – целюлоза і крохмаль) і жири, які наявні у вигляді гліцерину та вищих карбонових кислот.

Вміст органічних сполук у складі господарсько-побутових стічних вод наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

**Вміст органічних сполук у складі
господарсько-побутових стічних вод, г/дм³**

Органічна сполука	Банно- пральні стоки	Кухонні води	Сеча	Фекалії
Жири	0,058–0,080	0,6–2,0	-	27,7–32,8
у тому числі за кислотами:				
- олеїною	0,023–0,053	0,37–0,07	-	-
- пальметиною	0,016–0,032	0,20–0,70	-	-
- стеариною	0,005–0,009	0,07–0,19	-	27,7–32,8
Мила	0,060–0,180	-	-	6,5–11,75
у тому числі:				
- стеарат натрію	0,060–0,180	-	-	-
- за жирними кислотами	-	-	-	6,5–11,75
Сечовина	-	-	15,6–32,9	
Креатин	-	-	0,42–1,33	
Гіпурова кислота	-	-	0,07–1,75	
Сечова кислота	-	-	0,14–0,84	
Інші амінокислоти	-	-	0,13–0,21	
Лимонна кислота	-	-	0,14–0,7	
Феноли	-	-	0,01–0,3	
Крохмаль (за глюкозою)	-	-	-	1,5–33,75
Зв'язані жирні кислоти	-	-	-	1,5–33,75

У стічних водах можуть бути й інші безазотисті органічні сполуки (кислоти, спирти, альдегіди, кетони тощо).

Для стічних вод населених пунктів кількість забруднень органічного походження становить 45–58 %.

Органічні забруднення, що містяться у стічних водах, є сприятливим середовищем для розвитку різноманітних мікроорганізмів і бактерій та зумовлюють епідемічну небезпеку.

До біологічних забруднень належать найпростіші, водорості, личинки комах, дріжджі, плісняві гриби і яйця гельмінтів.

Бактеріальні забруднення стічних вод представлені хвороботворними і нехвороботворними бактеріями та вірусами.

Кількість бактерій у стічних водах досить значна. В 1 мл стічних вод міститься від 10^8 до 10^{10} бактерій.

Відповідно до класифікації домішок за їх фазово-дисперсним станом, розробленої академіком Л.А. Кульським, усі домішки стічних вод, незалежно від їх природи, поділено на чотири групи залежно від розмірів частинок.

Першу групу домішок становлять нерозчинні речовини, що знаходяться у вигляді крупних завислих частинок діаметром більше десятих часток міліметра, а також у вигляді суспензії, емульсії і піни (0,1 мм–0,1 мкм). Ці домішки можуть бути органічної або неорганічної природи. До цієї групи належать біологічні забруднення, а також бактерії. За певних умов ці домішки можуть випадати в осад або спливати на поверхню води. Значну частину домішок першої групи можна видалити з води у результаті гравітаційного осадження.

Другу групу домішок становлять колоїдні речовини з розміром частинок від 0,1 мкм до 0,001 мкм. Домішки цієї групи представлені гідрофільними (легко змочуваними) колоїдами та органічними речовинами з великою молекулярною вагою (клітковина, целюлоза, крохмаль), білками (альбумін, гемоглобін, казеїн молока, тваринний і рибний клей), милами, більшістю органічних барвників. Тут також можуть бути представлені гідрофобні колоїди (глина, гідроксиди заліза й алюміній). Із бактеріальних забруднень до цієї групи належать віруси.

Домішки *третьої групи* знаходяться у вигляді молекулярно-дисперсних частинок діаметром менше ніж 0,001 мкм. Вони надзвичайно різноманітні за своїм складом і є показниками ряду якостей стічних вод, таких як запах, забарвлення, БСК, ХСК. Для

очищення стічних вод від цих домішок використовують біологічні і фізико-хімічні методи.

Домішки *четвертої групи* мають розміри частинок менше ніж 0,0001 мкм, що відповідає іонному ступеню дисперсності. Головним чином, це луки, кислоти та їх солі. Деякі з них (амонійні солі, фосфати) частково вилучають з води в результаті біологічної очистки. Для їх ефективнішого вилучення може бути застосовано фізико-хімічні методи: іонний обмін, зворотній осмос та ін.

Розподіл мінеральних і органічних домішок за ступенем дисперсності, згідно з даними проф. С.М. Строганова, представлено у табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Вміст мінеральних і органічних забруднень у побутових стічних водах

Забруднення	Розподіл, %			
	нерозчинні (осад)	у вигляді суспензії	колоїдні	розчинні
мінеральні	5	5	2	30
органічні	15	15	8	20

У розчині знаходиться приблизно 35 %, у колоїдному стані – 14 % і в грубо дисперсному стані – 51 % усіх органічних забруднень стічних вод. У результаті освітлення стічних вод в осад випадає біля 26 % органічних речовин.

До складу органічних і мінеральних речовин, які містяться в стічних водах, належить вуглець, а також основні біогенні елементи: азот, фосфор, калій, натрій, кальцій, сірка та ін. Наявність біогенних елементів дає можливість порівняно легко очищати стічні води біологічними методами з використанням мікроорганізмів.

1.5.2. Дослідження якості стічних вод, які надходять на очисні споруди

Забезпечення нормальних умов експлуатації очисних станцій, у першу чергу, залежить від дотримання технологічного режиму на промислових підприємствах. У зв'язку з цим на передньому плані має бути чіткий облік витрачання, скидання, утилізації та ліквідації матеріалів і реагентів на виробництві, що відображено у паспорті водного господарства.

До переліку обов'язкових аналізів на міських очисних спорудах належить визначення концентрації специфічних домішок, які

надходять в каналізаційну мережу від промислових підприємств. Стічні води досліджують за такими показниками: температура, забарвлення, запах, величина рН, прозорість, сухий залишок і втрати під час прокалювання, твердий залишок і втрати під час прокалювання, завислі речовини і втрати під час прокалювання, осідаючі речовини за об'ємом і масою, перманганатна окиснюваність, хімічне споживання кисню ХСК, біологічне споживання кисню (БСК), азот (загальний, амонійний, нітритний, нітратний), фосфати, хлориди, сульфати, важкі метали та інші токсичні елементи, поверхнево-активні речовини (ПАР), нафтопродукти, розчинений кисень, мікробне число, бактерії групи кишкової палички, яйця гельмінтів.

Для проходження процесів біологічної очистки стічних вод регламентується допустима концентрація забруднювальних елементів, яку наведено у табл. 1.6.

Характеристика промислових стічних вод залежить від типу промислового виробництва в населеному пункті. Для повноцінної їх очистки концентрація забруднювальних елементів у стічних водах не має перевищувати максимально допустимих значень табл. 1.6.

Таблиця 1.6

**Допустима концентрація забруднювальних елементів
для ефективного проходження процесів біологічного очищення
стічних вод**

Сполука	Допустима концентрація для біологічного очищення, мг/дм ³
Алюміній	0,75
Ацетон	40
Бензол	100
Ванадій	25
Вісмут	15
Залізо	5
Жири рослинні і тваринні	50
Кадмій	0,1
Кобальт	1
Барвники сірчисті і синтетичні	25
Марганець	30
Мідь	0,5
Метанол	30
Нафта і нафтопродукти	25
Нікель	0,5
Ртуть	0,005

Таблиця 1.6 (закінчення)

Сполука	Допустима концентрація для біологічного очищення, мг/дм ³
Свинець	0,1
Сірководень	1
СПАР:	
- аніонні	20
- неіоногенні	50
Титан	0,1
Толуол	15
Фенол	15
Хром тривалентний	2,5
Хром шестивалентний	0,1
Ціаніди	1,5
Цинк	1

Загальні вимоги до суміші стічних вод, що надходить на очистку, впливають з умов скидання виробничих стоків, кількість яких може максимально досягати 50–60 % від загальної витрати. В цьому випадку температура суміші не перевищить у літню пору 30 °С (допустима для виробничих вод температура 40 °С), рН не вийде за межі 6,5–8,5 (для промислових стоків 6,5–9), ХСК не перевищить БСК більше ніж в 1,4 раза (для промислових стоків не більше ніж в 1,5 раза). Звичайним для експлуатації споруд біологічного очищення є таке співвідношення БСК:азот:фосфор як 100:5:1, причому БСК обчислюють в освітленій пробі.

Для населених пунктів, стічні води яких достатньо вивчено і не містять забруднень промислових підприємств використовують скорочений аналіз прозорості, завислих речовин, перманганатної окиснюваності і розчиненого кисню.

Концентрації забруднень, які можуть міститись у побутових стічних водах, наведено в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Можливі концентрації забруднень у побутових стічних водах

Забруднення	Можлива концентрація у побутових стічних водах, мг/дм ³
Алюміній	0,5
Азот амонійний	18–20
Залізо	1–2
Жири	30–50
Мідь	0,01–0,03
СПАР (аніонні)	5–8
Сульфати	80–100
Хлориди	40–60
Цинк	0,02–0,3

1.5.3. Вимоги до якості очищених стічних вод

Ступінь чистоти води у природних водних об'єктах регламентується нормативними значеннями складу і властивостей води, що не призведуть до нанесення шкоди здоров'ю населення, і забезпечать нормальні умови водокористування та екологічне благополуччя водного об'єкта.

Норми якості води у поверхневих водних об'єктах встановлюють для господарсько-питного, комунально-побутового і рибогосподарського видів водокористування.

Речовини, які спричиняють порушення норм якості води називають забруднювальними.

Очищені стічні води впливають на водні об'єкти за такими показниками:

- санітарні – встановлюють мікробіологічні та паразитологічні показники якості води: число мікроорганізмів та число бактерій кишкової палички в одиниці об'єму води;
- токсикологічними – встановлюють нешкідливість хімічного складу води: визначають вміст хімічних речовин, який не має перевищувати встановлені норми;
- органолептичні і температура, прозорість, колір, запах, смак, жорсткість.

У випадку одночасного використання водного об'єкта для різних потреб господарювання до складу і властивостей води висувають найжорсткіші вимоги з числа встановлених. Створ на водному об'єкті, в якому необхідне встановлення найсуворіших обмежень на скид забруднювальних речовин зі стічними водами, називають лімітувальним контрольним створом.

Деякі загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів господарсько-питного, комунально-побутового та рибогосподарського водокористування наведено в табл. 1.8.

Показником максимально допустимої за одиницю часу маси речовини, що відводиться зі стічними водами у поверхневі, є гранично допустимий скид (ГДС) речовини, який гарантує дотримання норм її вмісту в заданих контрольних створах водного об'єкта.

У випадку надходження у водні об'єкти стічних вод від декількох розосереджених підприємств враховують суму скидуваних забруднень.

Таблиця 1.8

**Загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів
господарсько-питного, комунально-побутового
та рибогосподарського водокористування**

Показники	Водокористування				
	господарсько-питне	комунально-побутове	рибогосподарське		
			вищої категорії	I-ї	II-ї
1	2	3	4	5	6
Завислі речовини	Допускають приріст до фону не більше ніж на:				
	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³	
	Для водойм, що містять у межах більше ніж 30 мг/дм ³ природних мінеральних речовин, допускають збільшення вмісту на 5 %. Випускання зависі зі швидкістю осадження більше ніж 0,4 мм/с – для водотоків та більше ніж 0,2 мм/с – для водосховищ заборонено				
Плаваючі домішки	Не допускають				
Запахи, присмаки, забарвлення	Допускають запахи і присмаки інтенсивністю не більше ніж 2 бали. Забарвлення не має проявлятися у стовпчику води висотою		Сторонні запахи, присмаки та забарвлення, що впливають на м'ясо риб, не допустимі		
	20 см	10 см			
Температура	Допустиме підвищення не більше ніж на 3 °С стосовно середньомісячної температури найспекотнішого місяця року за останні 10 років		Допустиме підвищення не більше ніж на 5 °С стосовно природної температури води		
pH	Водний показник pH не має виходити за межі 6,5–8,5				
Мінеральний склад води	Сухий залишок не більше ніж 1000 мг/дм ³ , у тому числі хлоридів до 350 мг/дм ³ і сульфатів 500 мг/дм ³		Не нормують		
Розчинений кисень	Не має бути менше ніж 4 мг/дм ³ у будь-який період року в пробі, відібраній до 12-ї години дня		Не має бути менше ніж 6 мг/дм ³		Взимку під льодом – не менше ніж 4 мг/дм ³ , влітку – не менше ніж 6 мг/дм ³
БСК _{повн}	Не має перевищувати 20 °С:				
	3,0 мгО ₂ /дм ³	6,0 мгО ₂ /дм ³	3,0 мгО ₂ /дм ³ (якщо взимку вміст кисню у воді зменшується для водойм вищої і I категорії до 6 мг/дм ³ , II категорії до 4 мг/дм ³ , то дозволено тільки скид води, що не впливає на БПК)		

Таблиця 1.8 (закінчення)

Показники	Водокористування				
	господарсько-питне	комунально-побутове	рибогосподарське		
			вищої категорії	I-ї	II-ї
ХСК	Не має перевищувати:		Не встановлено		
	15,0 мгО ₂ /дм ³	30,0 мгО ₂ /дм ³			
Збудники хвороб	Не допускають (після знезаражування біологічно очищених вод коли-індекс не має перевищувати 1000 за вмісту залишкового хлору 1,5 мг/дм ³		–		

Примітка. Для рибогосподарських водойм допускають загальний вміст у воді: сульфатів – не більше 100 мг/дм³, хлоридів – 300 мг/дм³.

Величини ГДС забруднювальних речовин (г/год) для всіх категорій водокористувачів визначають як добуток максимальних годинних витрат стічних вод q (м/год) на допустиму концентрацію забруднювальної речовини в стічних водах $C_{ГДС}$ (г/м³).

Гранично допустимі концентрації нормованих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування наведено в СанПиН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» («Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення»).

Контрольні запитання

1. Як поділяють за своїм походженням забруднення стічних вод?
2. Як класифікують домішки за їх фазово-дисперсним станом?
3. Назвіть обов'язкові аналізи стічних вод на міських очисних спорудах.
4. Як впливають очищені стічні води на водні об'єкти?
5. Які гранично допустимі концентрації нормованих речовин у водних об'єктах?

1.6. Замовлення на проектування та технічній нагляд за будівництвом (реконструкцією) систем водопостачання та водовідведення. Приймання в експлуатацію споруд систем водопостачання та водовідведення

1.6.1. Інвестиційні процеси у будівництві (реконструкції) та експлуатації систем водопостачання та водовідведення

До будівництва систем водопостачання та водовідведення належить діяльність таких суб'єктів:

- інвестор – особа, що вкладає власні або позикові кошти у будівництво;
- забудовник – особа, що забезпечує будівництво на приналежній їй земельній ділянці;
- замовники – уповноважені інвесторами особи, які здійснюють реалізацію інвестиційних проектів. Замовниками можуть бути самі інвестори;
- підрядники – безпосередні виконавці або посередники, які укладають договори субпідряду з виконавцями-субпідрядниками.

Держава в особі органів державної влади та місцевого самоврядування є специфічним суб'єктом будівельної діяльності. Вона визначає містобудівельну і житлову політику, здійснює правове (в тому числі технічне) регулювання, а також державний будівельний нагляд.

Інвестиції – грошові кошти, цінні папери, інше майно, в тому числі майнові права, що мають грошову оцінку, їх вкладають в об'єкти підприємницької та (або) іншої діяльності з метою отримання прибутку і (або) досягнення іншого корисного ефекту.

До 1991 р поняття «інвестиції» не використовували, а застосовували термін «капітальні вкладення». Капітальні вкладення – це витрати на будівництво, реконструкцію, розширення і технічне переозброєння основних фондів. Поняття «капітальні вкладення» не тотожне поняттю «інвестиції», а вужче і є однією з форм інвестицій (реальні інвестиції).

Інвестиційна діяльність – вкладення інвестицій і здійснення практичних дій з метою отримання прибутку та (або) досягнення іншого корисного ефекту.

На етапі проектування найважливіша роль належить кошторисами.

Кошторис – документ, в якому обчислюють суму витрат на проект, розписану за статтями витрат (заробітна плата, податки і відрахування із заробітної плати, господарські витрати, придбання комплектуючих та ін.).

Кошторисна вартість – сума грошових коштів, необхідних для здійснення будівництва відповідно до проектних матеріалів. Вона є основою для визначення розміру капітальних вкладень, фінансування будівництва, формування договірних цін на будівельну продукцію, розрахунків за виконані підрядні (будівельно-монтажні, ремонтно-будівельні та ін.) роботи, оплати витрат з придбання обладнання та доставку його на будівництва, а також відшкодування інших витрат за рахунок коштів, передбачених у зведеному кошторисному розрахунку.

Кошториси розробляють з метою визначення засобів, необхідних для фінансування капітального будівництва будівель та споруд.

Капітальне будівництво – сукупність усіх видів діяльності, що забезпечують здійснення інвестиційного процесу від передпроектної стадії до введення об'єкта в експлуатацію. Конкретну мету капітального будівництва на сучасному етапі визначено його зовнішнім середовищем (народним господарством у цілому) – введення об'єктів в експлуатацію в нормативні терміни з належною якістю.

Будь-яке будівництво, як і будь-який виробничий процес, потребує забезпечення його сировиною, матеріалами і робочою силою.

Витрати на капітальне будівництво становлять головну частину капітальних вкладень.

Капітальні витрати під час будівництва нових, а також технічне переозброєння, реконструкцію і розширення діючих підприємств складаються з витрат за такими основними статтями:

- витрати на будівельно-монтажні роботи зі зведення об'єктів, будівництва комунікацій, допоміжних споруд і т. ін.;

- витрати на придбання основного обладнання, машин і механізмів та ін.;

- створення початкових оборотних коштів, необхідних для поточного фінансування експлуатаційних робіт від моменту їх початку до моменту надходження коштів від реалізації виробленої продукції;

- інші капітальні витрати: на проектно-вишукувальні роботи, утримання дирекції споруджуваного підприємства та ін.

Капітальні витрати призначають для таких цілей:

1. Нове будівництво – будівництво об'єктів на новостворюваних підприємствах.

2. Технічне переозброєння – процес безперервного технічного й організаційного вдосконалення виробництва на базі впровадження передової техніки і технології, механізації та автоматизації виробництва, модернізації та заміни обладнання.

3. Реконструкція – істотна комплексна технічна й організаційна перебудова виробництва з метою переведення його на вищий організаційний і технічний рівень. Як правило, реконструкція обумовлена періодичним оновленням основних фондів.

4. Розширення діючого підприємства – будівництво додаткових виробництв, а також розширення існуючих цехів основного і допоміжного виробництва.

Капітальне будівництво – це довготривалі витрати, що потребують чіткого планування освоєння цих коштів. Планування капітального будівництва необхідно вести за такими показниками:

– введення в дію виробничих потужностей і об'єктів, у тому числі за рахунок технічного переозброєння і реконструкції;

– терміни введення в дію основних виробничих і невиробничих фондів.

Витрати експлуатаційні – поточні витрати на утримання та ремонт механізмів, технологічного устаткування, будівель, споруд та систем інженерного обладнання.

Окупність витрат – показник економічної ефективності капітальних вкладень, який визначають відношенням капітальних вкладень до економічного ефекту, що забезпечується ними.

Ефективність інвестицій може виражатися в натурально-речовій і вартісній (грошовій) формі.

Показником ефективності інвестицій в натуральній формі є відношення величини обсягу або площі будівлі до трудовитрат в люд.-днях, необхідних для зведення даної будівлі.

За вартісної форми ефективність інвестиційного проекту визначають співвідношення результату до інвестиційних витрат. Результатом є приріст доходу, економія праці, зниження поточних витрат, енергоємності та ресурсоємності виробництва, зменшення рівня забруднення навколишнього середовища.

До витрати належить вартість:

– розробки техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) або бізнес-плану реалізації інвестиційного проекту;

- проектно-вишукувальних робіт;
- будівельно-монтажних робіт;
- придбання та монтажу устаткування, обладнання, меблів та інвентарю;
- оренди або придбання у власність землі;
- підготовки або перепідготовки кадрів для подальшого обслуговування зданого в експлуатацію об'єкта.

На сьогодні вартісні показники економічної ефективності інвестицій є більш пріоритетними показниками обґрунтування проектів.

Техніко-економічні показники (ТЕП) розраховують для кожної споруди з метою порівняння конструктивних і об'ємно-планувальних варіантів будівництва та вибору економічно вигідного рішення.

Під час будівництва будівель і споруд виробничого призначення необхідно спочатку виконати техніко-економічне обґрунтування. Оцінку обґрунтування проводять на основі техніко-економічних показників.

У процесі оцінювання нового будівництва або реконструкції вже наявної споруди виробничого призначення потрібно обґрунтувати заплановану виробничу потужність, перелік, місце розташування і т. ін. Також необхідно розрахувати заплановану ефективність капітальних вкладень і техніко-економічні показники, характерні для систем водопостачання та водовідведення.

Для порівняння всі перераховані вище показники зіставляють з аналогічними вітчизняними та зарубіжними дієвими передовими підприємствами.

Техніко-економічні показники є основою для оцінки всієї запроєктованої споруди в будь-якій його частині (технологічній, будівельній та ін.). Показники дають можливість обґрунтувати ефективність ухвалених проектних рішень.

Кінцевою метою розробки та розрахунку техніко-економічного обґрунтування є отримання найбільшої віддачі від капітальних вкладень. Об'єктивність у розрахунках впливає на кінцевий результат і, як підсумок, на ухвалення остаточного рішення про ефективність і доцільність будівництва або реконструкції.

Для споруд виробничого призначення основними техніко-економічними показниками є:

- собівартість продукції, яку випускають;
- капітальні вкладення;
- продуктивність праці, час, який витрачають на будівництво.

Такий важливий показник як собівартість визначають на основі калькуляцій, складених за допомогою прийнятих і розроблених раніше нормативів на витрату сировини і матеріалів, витрат праці і т. ін. Усі нормативи можна знайти у спеціальних довідниках.

Для об'єктів, що мають невиробничий характер, до такого показника як витрати на експлуатацію належать:

- розрахунок амортизації;
- витрати на використання устаткування, наприклад, решіток, жиросилоуловлювачів і т. ін.;
- витрати на опалення та ін.

Підсумковий і найважливіший показник – це питомі капітальні вкладення.

Цей показник для виробничих об'єктів обчислюють як відношення всієї прорахованої вартості будівництва об'єкта до планової річної потужності виробленої продукції.

Одиницями вимірювання основних техніко-економічних показників для оцінки об'єктів систем водопостачання та водовідведення є такі одиниці в натуральному вираженні: обсяг води – метри кубічні, тонни, штуки тощо, а також у вартісному вираженні – гривні випущеної продукції.

1.6.2. Розробка проектної документації на будівництво (реконструкцію) систем водопостачання та водовідведення

Проектну документацію на будівництво (реконструкцію) об'єктів розробляють на основі затверджених «Обґрунтувань інвестицій» у будівництво систем і споруд водопостачання та водовідведення. У проектній документації деталізовано ухвалені в «Обґрунтуваннях ...» рішення і уточнено основні техніко-економічні показники.

В «Обґрунтуваннях інвестицій» наведено загальні висновки про господарську необхідність, технічну можливість, комерційну, економічну та соціальну доцільності інвестицій у будівництво об'єкта з урахуванням його екологічної й експлуатаційної безпеки, а також основні техніко-економічні та фінансові показники об'єкта інвестицій, рекомендовані для затвердження (схвалення).

Основним проектним документом на будівництво об'єктів є техніко-економічне обґрунтування (проект) будівництва. На підставі цього обґрунтування (проекту) розробляють робочу документацію.

Основним документом, що регулює правові та фінансові відносини, взаємні зобов'язання і відповідальність сторін, є договір (контракт), укладений замовником з проектними, проектно-будівельними організаціями, іншими юридичними і фізичними особами, що залучаються ним для розробки проектної документації. Невід'ємною частиною договору (контракту) має бути завдання на проектування.

Проектування об'єктів будівництва систем водопостачання та водовідведення має здійснюватися юридичними та фізичними особами, які отримали в установленому порядку право на відповідний вид діяльності.

Разом із завданням на проектування замовник видає проектній організації вихідні матеріали:

- обґрунтування інвестицій будівництва даного об'єкта;
- рішення місцевого органу виконавчої влади про попереднє погодження місця розташування об'єкта;
- акт вибору земельної ділянки (траси) для будівництва та матеріали до неї;
- архітектурно-планувальне завдання, складене в установленому порядку;
- технічні умови на приєднання проектованого об'єкта до джерел постачання, інженерних мереж і комунікацій;
- відомості про проведені з громадськістю обговорення рішень про будівництво об'єкта;
- вихідні дані про обладнання, в тому числі індивідуального виготовлення;
- необхідні дані щодо виконаних науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, пов'язаних зі створенням технологічних процесів і обладнання.

Склад і зміст завдання на проектування для об'єктів систем водопостачання і водовідведення наведено в табл. 1.9.

Таблиця 1.9

**Завдання на проектування об'єктів водопостачання
та водовідведення**

№ пор.	Перелік основних даних
1	Підстава для проектування
2	Вид будівництва
3	Стадійність проектування
4	Вимоги до варіантної та конкурсної розробки
5	Особливі умови будівництва

Таблиця 1.9 (закінчення)

№ пор.	Перелік основних даних
6	Основні техніко-економічні показники об'єкта, в т.ч. потужність, продуктивність, виробнича програма
7	Вимоги до якості конкурентоспроможності та екологічних параметрів продукції
8	Вимоги до технології, режиму роботи підприємства
9	Вимоги до архітектурно-будівельних, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень
10	Виділення черг і пускових комплексів, вимоги до перспективного розширення підприємства
11	Вимоги та умови до розробки природоохоронних заходів
12	Вимоги до безпеки праці
13	Вимоги щодо асиміляції виробництва
14	Вимоги до розроблення інженерно-технічних заходів цивільної оборони та заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій
15	Вимоги до виконання дослідно-конструкторських і науково-дослідних робіт
16	Склад демонстраційних матеріалів

Під час реконструкції систем водопостачання та водовідведення замовник надає проектній організації такі документи:

- матеріали інвентаризації, оціночні акти і рішення органів місцевої адміністрації про характер компенсації за будівлі і споруди, які зноситимуть;

- матеріали, отримані від місцевої адміністрації та органів державного нагляду, в тому числі характеристика соціально-економічної ситуації, природних умов і стану довкілля, дані про існуючі джерела забруднення та інші відомості відповідно до вимог природоохоронних органів, санітарно-епідеміологічні умови в районі будівництва;

- наявні матеріали інженерних вишукувань та обстежень, обмірювальні креслення наявних на ділянці будівництва і споруд, підземних і наземних мереж і комунікацій;

- завдання на розробку тендерної документації на будівництво (за потреби);

- висновки та матеріали, виконані за результатами обстеження діючих виробництв, конструкцій будинків і споруд;

- технологічні планування діючих цехів, ділянок зі специфікацією обладнання і відомостями про його стан, дані про умови праці на робочих місцях;

- умови на розміщення тимчасових будівель і споруд, підйомно-транспортних машин і механізмів, місць складування будівельних матеріалів;

- інші матеріали.

Проектну документацію розробляють за наявності затвердженого рішення про попереднє погодження місця розташування об'єкта, на основі затверджених (схвалених) «Обґрунтувань інвестицій у будівництво» чи інших передпроектних матеріалів, договору, завдання на проектування і матеріалів інженерних вишукувань.

Під час проектування систем водопостачання та водовідведення потрібно враховувати рішення, які ухвалено у схемах і проектах районного планування, генеральних планах міст, селищ і сільських поселень, проектах планування житлових, промислових та інших функціональних зон.

Проект на будівництво підприємств, будівель і споруд виробничого призначення складається з таких розділів:

- Загальна пояснювальна записка.
- Генеральний план.
- Технологічні рішення.
- Організація та умови праці.
- Управління виробництвом і підприємством.
- Архітектурно-будівельні рішення.
- Інженерне обладнання, мережі і системи.
- Організація будівництва.
- Охорона навколишнього середовища.
- Інженерно-технічні заходи цивільного захисту. Заходи щодо попередження надзвичайних ситуацій.
- Кошторисна документація.
- Ефективність інвестицій.

Проекти, робочі проекти на будівництво (реконструкцію) об'єктів водопостачання та водовідведення, незалежно від джерел фінансування та форм власності, підлягають державній експертизі.

1.6.3. Технічний нагляд за будівництвом (реконструкцією) систем водопостачання та водовідведення

За будівництвом споруд водопостачання та каналізації зі сторони замовника здійснюється технічний нагляд незалежно від вартості об'єкта. З цією метою в кошторисі на будівництво передбачено відповідні кошти.

Адміністрація підприємства ВКГ призначає представника для ведення технічного нагляду за будівництвом, який заносить у журнал свої зауваження і пропозиції.

Технічний нагляд під час будівництва систем водопостачання та водовідведення – це комплекс експертно-перевірних заходів. Його суть – забезпечити точне дотримання умов проекту. Зокрема, це стосується термінів, вартості, обсягів і якості, згідно з якими має бути проведено роботу. Технічний нагляд у будівництві проводять і відносно використовуваних матеріалів.

Технагляд будівництва полягає в організації контролю над здійсненням робіт безпосередньо на будівельних майданчиках. Частота контрольних заходів визначається ступенем складності реалізованого проекту.

Для кожної з виконаних дій у рамках технічного нагляду формують звіти, у яких:

- відображено встановлені порушення;
- дано посилання на правові норми і проектно-технічні документи;
- здійснено фотофіксацію вироблених робіт;
- створено актуальні графіки реалізації будівельних процесів;
- сформовано таблиці витрат фінансових ресурсів.

Представник замовника в рамках технічного нагляду за будівництвом має право і зобов'язаний:

- призупиняти роботи і вимагати їх переробку у разі виявлення дефектів, низької якості матеріалів або робіт, відхилення від проекту та технічних умов;
- вносити зміни у проект за погодженням з проектною організацією і інстанцією, що затвердила його;
- брати участь у комісіях з приймання прихованих робіт.

1.6.4. Приймання в експлуатацію споруд систем водопостачання та водовідведення

Під час приймання в експлуатацію об'єктів водопостачання і водовідведення потрібно дотримуватися положення ДБН А.3.1-3-94 «Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення», в редакції від 13 квітня 2011 р., № 461.

Заборонено введення в експлуатацію: нових і реконструйованих об'єктів, не забезпечених пристроями, що запобігають забрудненню і засміченню природних вод, або шкідливий вплив на них; водозабірних споруд без рибозахисних пристроїв відповідно до затверджених проектів; гідротехнічних споруд до готовності пристроїв для пропуску паводкових вод і риби відповідно до затверджених проектів; свердловин на воду без обладнання їх водорегулювальними пристроями і встановлення зон санітарної охорони.

Закінчені і підготовлені до експлуатації об'єкти водопостачання та водовідведення приймає державна комісія. Заборонено приймати в експлуатацію об'єкти з недоробками, що перешкоджають їх нормальній експлуатації і погіршують санітарно-гігієнічні умови та безпеку праці, а також без випробування і перевірки роботи споруд і устаткування.

Перед пуском очисних споруд в експлуатацію з подачею питної води споживачам або з очистки стічних вод проводять їх пробний пуск та експлуатацію.

До пред'явлення державним приймальним комісіям об'єкти в експлуатацію приймають робочі комісії, призначені замовником. Робочі комісії приймають закінчені будівництвом об'єкти за актами, які затверджує замовник. Якщо об'єкти не прийняті робочою комісією, замовник не має права використовувати їх для потреб експлуатації.

Робочу комісію створюють не пізніше ніж у п'ятиденний строк після отримання замовником письмового повідомлення від генерального підрядника про закінчення будівництвом об'єкта з проханням утворити робочу комісію.

До складу робочої комісії мають входити представники генерального підрядника, субпідрядної організації, генерального проектувальника (автора проекту), експлуатаційної організації, інспекції державного архітектурно-будівельного контролю, органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду, державного пожежного нагляду, промислової безпеки, охорони праці та гірничого

нагляду, державного енергетичного нагляду, охорони довкілля, державної інспекції з енергозбереження та інших органів, що здійснюють державний нагляд відповідно до призначення об'єкта.

Спочатку наказом керівника підприємства або організації замовника створюється робоча комісія, яка проводить гідравлічні й технологічні випробування.

Нормативні терміни наладки водопровідних споруд наведено у табл. 1.10.

Таблиця 1.10

Нормативні терміни технологічної наладки водопровідних споруд

Продуктивність комплексу споруд, тис. м ³ /добу	до 0,8	12,5	40	80	125	160	200	250	320
Тривалість технологічної наладки, міс.	2	4	5	6	7	8	9	10	11

Гідравлічні випробування проводять з метою встановлення водонепроникності залізобетонних ємностей (резервуарів, баків, каналів тощо). При цьому випробовувану ємність заповнюють водою до найвищого проектного рівня: всі засувки і шибери закривають і опломбовують. Після закінчення певного терміну (не менше трьох діб) фіксують величину добового зниження рівня води в ємності; спад води за добу не має перевищувати 3 дм³ на 1 м³ змоченої поверхні стін і дна. За гідравлічного випробування дотримуються черговості у проведенні робіт. Виявлені під час огляду і випробувань будівельно-монтажні та проектні дефекти і недоробки фіксують в акті із зазначенням терміну їх ліквідації. Після виправлення недоліків, зазначених в акті, всі споруди і трубопроводи станції дезінфікують розчином з концентрацією активного хлору 75–100 мг/дм³ протягом 5–6 годин або концентрацією 40–50 мг/ дм³ протягом не менше ніж 24 год контакту.

Хлорну воду після дехлорування викидають на прилеглі до споруд території або у водойми. Пусконаладжувальні роботи (технологічні випробування) можуть здійснюватися як експлуатаційним персоналом станції, так і спеціалізованими пусконаладжувальними організаціями; в тому і другому випадках обов'язкова присутність представників проектної організації.

За період пусконалагоджувальних робіт необхідно встановити і порівняти з проектним всі технологічні параметри роботи очисних споруд; режими роботи регулювальної і контрольної-вимірювальної апаратури, дозаторів, витратомірів, рівнемірів, регуляторів витрати і швидкості тощо; дози реагентів, послідовність їх введення і т. ін. Після закінчення пусконалагоджувальних робіт і пробного пуску станції, який має тривати не менше ніж 2-4 доби, під час отримання води належної якості за погодженням із санітарно-епідеміологічною службою станцію здають державній приймальній комісії.

У підготовчий період, а також період пусконалагоджувальних робіт і пробного пуску інженерно-технічний персонал станції спільно з представниками пусконалагоджувальної організації складають інструкції з технічної експлуатації споруд і посадові інструкції для кожного робочого місця, встановлюють режими роботи очисної станції, перевіряють її роботу за розрахунковими й аварійними режимами, умови скидання та обробки продувних і промивних вод, а також виробничих стічних вод. Усі матеріали, що характеризують кількість, склад і режими скидання виробничих стічних вод у водойми, а також розрахункові дані, у яких передбачено необхідний ступінь обробки цих вод, узгодження з відповідними організаціями, надають проектній організації.

Пробний пуск та експлуатацію мають проводити відповідно до вимог «Тимчасового технологічного регламенту очисних споруд», який розробляє установа, що запроектувала даний об'єкт.

Відповідно до чинних положень «Технологічний регламент» є основним документом, у якому визначено рецептуру, режим та порядок операцій технологічного процесу. Безумовне дотримання всіх вимог «Технологічного регламенту» є обов'язковим та забезпечує якість питної або очищеної стічної води, раціональне та економне проведення виробничого процесу, збереження обладнання та безпеку праці.

«Тимчасовий технологічний регламент» використовують під час пусконалагоджувальних робіт та експлуатації очисних споруд до їх повного освоєння.

Після повного освоєння вищестояща організація ухвалює рішення про заміну «Тимчасового технологічного регламенту» постійним, який надалі має щорічно переглядатись та затверджуватись керівництвом підприємства (управління).

До пуску очисних споруд у пробну експлуатацію потрібно вжити такі організаційно-технічні заходи:

- укомплектувати споруди штатом працівників, провести навчання експлуатаційного персоналу і стажування на аналогічних діючих очисних спорудах;
- забезпечити належний запас і зберігання необхідних реагентів, фільтрувальних матеріалів, вирішити питання про їх постачання у подальшому;
- перевірити готовність хіміко-бактеріологічної лабораторії для контролю якості вихідної води та води, яку обробляють і подають споживачеві;
- забезпечити всі технологічні ділянки і структурні підрозділи положеннями про них, посадовими та експлуатаційними інструкціями, інструкціями з охорони праці, журналами для реєстрації експлуатаційних показників роботи очисних споруд;
- провести інструктаж експлуатаційного персоналу з питань мети і завдань пробної експлуатації та техніки безпеки під час її проведення;
- нанести фарбою добре видимі порядкові номери на елементи устаткування (засувки, затвори, агрегати тощо) згідно з інвентарними номерами виконавчої документації.

Пробну експлуатацію очисних споруд проводять у режимі, який передбачено проектом (за витратою та технологією очищення води). У процесі пробної експлуатації перевіряють працездатність усіх очисних споруд, їх елементів, комунікацій, запірно-розподільного та контрольно-вимірювального обладнання.

Тривалість пробної експлуатації визначають залежно від часу досягнення якості води, який визначено у нормативах. Не допускають подачу води споживачам або скидання очищених стічних вод у водойми в період пробної експлуатації.

Після закінчення пробної експлуатації очисні споруди дозволено вводити у тимчасову експлуатацію з подачею споживачам якісної за нормативами води, проте не раніше ніж через 24 год після початку пробної експлуатації.

Введення очисних споруд у тимчасову експлуатацію оформлюють відповідним актом.

У процесі тимчасової експлуатації необхідно:

- провести технологічне налагодження;

- відпрацювати економічні експлуатаційні режими;
- уточнити дози реагентів;
- провести випробування споруд на проектну потужність і форсовані режими;
- виявити й усунути недоліки в роботі очисних споруд, комунікацій, запірно-регулювального і контрольно-вимірювального обладнання.

Приймання побудованих чи реконструйованих очисних споруд у постійну експлуатацію проводить Державна приймальна комісія після їх введення в тимчасову експлуатацію, проведення різнобічних комплексних випробувань і виведення очисних споруд на нормальний експлуатаційний режим з досягненням проектної продуктивності та складанням відповідного акта.

Для приймання в експлуатацію об'єкти водопостачання і водовідведення підключають до зовнішніх мереж. При цьому перевіряють окремі конструкції, вузли та устаткування і проводять приймання споруд і устаткування для пред'явлення їх Державній приймальній комісії.

На підставі проведеної перевірки робоча комісія визначає готовність закінченого будівництвом об'єкта до пред'явлення Державній приймальній комісії.

Результати перевірки робочою комісією готовності закінченого будівництвом об'єкта до пред'явлення Державній приймальній комісії оформляють актами, форми яких затверджуються Мінрегіонбудом.

Акти робочої комісії оформляються генеральним підрядником, підписуються головою та членами робочої комісії і передають Державній приймальній комісії.

У разі виявлення на закінченому будівництвом об'єкті недоліків, їх має бути усунуто у строки, визначені робочою комісією.

Після усунення недоліків та підписання робочою комісією відповідного акта закінчений будівництвом об'єкт передається генеральним підрядником замовнику під охорону і зберігання.

Водопровідні та водовідвідні споруди може бути пред'явлено Державній приймальній комісії за наявності проектно-кошторисної документації, виконавчих креслень, актів на приховані роботи і дозволу на спеціальне водокористування.

Орган виконавчої влади чи орган місцевого самоврядування зобов'язаний протягом 10-и днів після надходження звернення від замовника утворити Державну приймальну комісію.

До складу Державної приймальної комісії належать представники органу виконавчої влади чи органу місцевого самоврядування, що утворив комісію, виконавчого комітету місцевої ради, на території якої розташовано закінчений будівництвом об'єкт, замовника, генерального підрядника, генерального проектувальника (автора проекту), експлуатаційної організації, інспекції державного архітектурно-будівельного контролю, органів державного санітарно-епідеміологічного та державного пожежного нагляду.

Головою Державної приймальної комісії призначають представника органу виконавчої влади чи органу місцевого самоврядування, що утворив комісію.

Державна приймальна комісія зобов'язана перевірити готовність об'єкта до прийняття в експлуатацію та встановити факт подачі води або прийому стічних вод, оцінити якість будівельних і монтажних робіт, перевірити відповідність збудованого об'єкта затвердженому проекту і технічним умовам на виконання робіт.

Приймання в експлуатацію закінченого будівництвом об'єкта оформляється актом, підписаним усіма членами державної приймальної комісії. Підпис члена комісії є дозволом представленого ним органу або організації на введення об'єкта в експлуатацію.

Підготовку акта про прийняття в експлуатацію закінченого будівництвом об'єкта для підписання членами Державної приймальної комісії забезпечує замовник.

Датою введення в експлуатацію об'єктів є дата підписання акта Державною приймальною комісією.

Під час приймання в експлуатацію очисних споруд зміни проектної продуктивності, як правило, не допускають. У виняткових випадках зміну проектної продуктивності (потужності) може бути допущено лише органом, що затверджує акт приймання в експлуатацію, за поданням Державної приймальної комісії.

Приймання споруд після капітального ремонту здійснює робоча комісія за обов'язковою участю представників місцевих органів Державного санітарного нагляду.

Контрольні запитання

1. Що таке інвестиційні процеси у будівництві (реконструкції) та експлуатації систем водопостачання та водовідведення?
2. Охарактеризуйте капітальні та експлуатаційні витрати.
3. Як розробляють проектну документацію на будівництво (реконструкцію) об'єктів водопостачання та водовідведення?
4. Як проводять технічний нагляд під час будівництва систем водопостачання та водовідведення?
5. Як приймають в експлуатацію споруди систем водопостачання та водовідведення?

1.7. Ліцензійні умови провадження господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення

Ліцензійні умови встановлюють в організаційних, кваліфікаційних та технологічних вимогах провадження господарської діяльності на об'єктах систем водопостачання та водовідведення.

Ліцензійні умови є обов'язковими для суб'єктів господарювання незалежно від їх організаційно-правової форми та форми власності, які провадять або мають намір провадити діяльність з експлуатації систем водопостачання та водовідведення.

До заяви про ліцензування додають такі документи:

- відомості про наявність матеріально-технічної бази, необхідної для провадження господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення;
- відомості про відповідність чисельності персоналу та його освітнього і кваліфікаційного рівня нормативним вимогам щодо провадження господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення;
- відомості про наявність акредитованої лабораторії, яка здійснює виробничий контроль, або договору на виконання таких робіт з акредитованими лабораторіями інших організацій;
- відомості про потужності, річні обсяги видобування, виробництва та транспортування;
- перелік приладів обліку та місць їх встановлення;
- технічну характеристику мереж, споруд та інших об'єктів, їх схеми.

Суб'єкти господарювання, що здійснюють господарську діяльність з експлуатації систем водопостачання та (або) водовідведення, повинні дотримуватися актів законодавства, якими регулюється діяльність у сфері природних монополій і централізованого водопостачання та водовідведення.

Проведення господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення можливе за виконання таких умов:

- наявності у ліцензіата договорів (попередніх договорів) зі споживачами відповідно до чинного законодавства;

- ведення бухгалтерського обліку господарської діяльності з виробництва, транспортування та постачання питної води споживачам, відведення і (або) очищення комунальних та інших стічних вод окремо від обліку інших видів діяльності відповідно до національних положень (стандартів) бухгалтерського обліку;

- наявності в суб'єкта господарювання у власності або користуванні матеріально-технічної бази, необхідної для провадження відповідного виду господарської діяльності;

- відповідності освітнього і кваліфікаційного рівня персоналу нормативним вимогам щодо провадження відповідного виду господарської діяльності;

- наявності акредитованої лабораторії, яка здійснює виробничий контроль, або договору на виконання таких робіт з акредитованими лабораторіями інших організацій;

- наявності технологічних регламентів експлуатації об'єктів водопостачання та водовідведення;

- наявності встановлених приладів обліку для провадження відповідного виду господарської діяльності;

- документального підтвердження наявності у власності або користуванні мереж, споруд та інших об'єктів, необхідних для провадження відповідного виду господарської діяльності;

- недопущення зловживання монопольним становищем у будь-якій формі.

Суб'єкт господарської діяльності не має права відмовити у приєднанні до своїх мереж водопостачання та (або) водовідведення мереж споживача (створювати будь-які перешкоди) у разі виконання останнім відповідних технічних умов на підключення (приєднання).

Суб'єкти господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення не можуть припиняти свою діяльність або зменшувати обсяги постачання питної води та

водовідведення, якщо необхідність такого обмеження не встановлено законодавством України.

Суб'єкти господарювання зобов'язані:

– провадити господарську діяльність з експлуатації систем водопостачання та водовідведення відповідно до вимог чинного законодавства;

– надавати послуги споживачам згідно з умовами договору, укладеного відповідно до типового договору, затвердженого певним нормативно-правовим актом;

– надавати до органу ліцензування статистичну звітність в обсязі, порядку і строки, визначені законодавством;

– забезпечувати ліцензовану діяльність за принципом економічної доцільності та з метою досягнення найнижчої собівартості діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення.

Суб'єкти господарювання, які провадять (мають намір провадити) господарську діяльність з експлуатації систем водопостачання та (або) водовідведення, повинні забезпечити організаційні, кваліфікаційні та технологічні вимоги.

• Організаційні вимоги:

– наявність розподілу обов'язків та повноважень посадових осіб суб'єкта господарювання незалежно від організаційно-правової форми та форми власності, укомплектованість інженерно-технічними працівниками;

– своєчасне оформлення і ведення технічної документації, яку передбачено у нормативно-правових актах, що регулюють діяльність з експлуатації систем водопостачання та водовідведення;

– своєчасне забезпечення контрольно-вимірювальних інструментів і приладів, а також відповідних приладів обліку, перевірки або державної метрологічної атестації засобів вимірювальної техніки, на які поширюється державний метрологічний нагляд.

• Кваліфікаційні вимоги:

– склад, чисельність і кваліфікація обслуговуючого персоналу з експлуатації систем водопостачання та водовідведення визначають залежно від потужності та ступеня складності споруд, технологічних процесів з урахуванням обсягів роботи з обслуговування і ремонту діючих мереж і споруд;

– перелік спеціалістів та їх чисельність визначають відповідно до чинних норм чисельності працівників на підприємствах у сфері централізованого водопостачання та водовідведення;

– для провадження господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення фізична особа-підприємець повинна мати фахову освіту в галузі водопостачання та водовідведення.

- Технологічні вимоги:

– обов'язковий лабораторно-виробничий контроль зі сторони суб'єктів господарювання на відповідність якості питної води, що подають споживачам, Державним санітарним нормам та правилам «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10), затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року № 400, які зареєстровано у Міністерстві юстиції України 01 липня 2010 року за № 452/17747;

– технологічний контроль відповідно до Правил технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України, затверджених наказом Державного комітету України з житлово-комунального господарства від 05 липня 1995 року № 30, який зареєстровано у Міністерстві юстиції України 21 липня 1995 року за № 231/767;

– наявність технологічного регламенту з експлуатації споруд та мереж централізованого водопостачання, затвердженого керівником суб'єкта господарювання;

– наявність акредитованої лабораторії, яка здійснює виробничий контроль, або договору на виконання таких робіт з акредитованими лабораторіями інших організацій;

– наявність виробничо-технічної бази, необхідної для експлуатації споруд та мереж централізованого водопостачання;

– проведення планово-попереджувальних ремонтів об'єктів водопостачання відповідно до вимог законодавства;

– забезпечення відповідності господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання вимогам щодо кількісних та якісних характеристик, що відповідають параметрам, визначеним державними стандартами;

– здійснення водопостачання із застосуванням приладів обліку.

Суб'єкти господарювання, які здійснюють експлуатацію систем водовідведення, повинні:

– дотримуватися вимог «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами», затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999 року № 465;

- мати технологічний регламент з експлуатації споруд та мереж водовідведення, затверджений керівником суб'єкта господарювання;
- проводити лабораторно-виробничий контроль відповідно до «Правил технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України», затверджених наказом Державного комітету України з житлово-комунального господарства від 05 липня 1995 року № 30, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 21 липня 1995 року за № 231/767;
- мати сертифіковану лабораторію, у якій здійснюють виробничий контроль, або договір на виконання таких робіт з акредитованими лабораторіями інших організацій;
- забезпечувати наявність виробничо-технічної бази, необхідної для експлуатації споруд та мереж систем водовідведення;
- проводити планово-попереджувальні ремонти об'єктів водовідведення відповідно до вимог законодавства;
- здійснювати відведення стічних вод із застосуванням приладів обліку на етапах транспортування на очисні споруди та їх скиду після очищення;
- здійснювати очищення стічних вод із застосуванням приладів обліку.

У процесі господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення суб'єкт господарювання повинен також дотримуватися таких вимог:

- повідомляти орган ліцензування про всі зміни задокументованих даних, які додавали до заяви про видачу ліцензії; у разі виникнення таких змін протягом десяти робочих днів подати до органу ліцензування відповідне повідомлення у письмовій формі разом з документами або їх копіями, засвідченими в установленому порядку, які підтверджують ці зміни;
- надавати органу ліцензування інформацію про результати провадження (намір щодо провадження) інших видів діяльності;
- здійснювати закупівлю товарів, робіт та послуг на конкурсних засадах відповідно до Закону України «Про особливості здійснення закупівель в окремих сферах господарської діяльності»;
- ліцензіат здійснює експлуатацію систем водопостачання та водовідведення за тарифами, установленими органами місцевого самоврядування у межах повноважень, визначених законодавством;
- ліцензіат забезпечує цільове використання коштів, обсяги яких передбачено у структурі тарифів, одержаних у результаті провадження ліцензованої діяльності.

Контрольні запитання

1. Які документи додають до заяви про ліцензування?
2. За яких умов можливе провадження господарської діяльності з експлуатації систем водопостачання та водовідведення?

1.8. Лабораторно-виробничий контроль якості питної та стічної води

1.8.1. Лабораторно-виробничий контроль якості питної води на водопровідних очисних станціях

Лабораторно-виробничий контроль – це необхідна умова організації раціональної експлуатації водопровідних очисних споруд і забезпечення виробництва та подачі води споживачам, що відповідає вимогам ДСанПіН 4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Лабораторно-виробничий контроль має бути організовано на усіх етапах очищення питної води, як для оцінювання роботи очисних споруд, так і для реєстрації кількості та якості оброблюваної води.

У процесі експлуатації очисних споруд необхідно постійно аналізувати результати лабораторно-виробничого контролю для забезпечення високих техніко-економічних показників роботи споруд, удосконалення технологічних процесів, уточнення доз реагентів, способів, тривалості їх змішування, місць додавання у воду, швидкостей руху і фільтрування води тощо.

Систематичний аналіз результатів лабораторно-виробничого контролю має бути направлено на вчасне виявлення порушень технології очистки води та попередження її подачі споживачам, що не відповідає вимогам ДСанПіН 4-171-10.

Залежно від потужності очисних споруд та рівня складності технології очистки води для лабораторно-виробничого контролю має бути створено фізико-хімічні, бактеріологічні, гідробіологічні, технологічні та інші лабораторії.

На невеликих очисних спорудах усі аналізи може виконувати одна лабораторія.

Оснащення лабораторій контрольно-вимірювальними приладами, обладнанням, апаратами, реактивами має відповідати «Табелю оснащення аналітичних лабораторій на станціях з очистки

питних та стічних вод». Обладнання лабораторій має відповідати вимогам ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».

Обсяг та графік виконання лабораторно-виробничого контролю визначається з урахуванням місцевих умов та затверджується керівником підприємства (управління) за погодження з місцевими органами Державного санітарного нагляду.

Лабораторно-виробничий контроль потрібно проводити з використанням приладів на основі методик аналізів та визначень, які регламентовано у нормативних документах (табл. 1.11).

Прилади мають реєструвати:

1) витрати води:

- яка надходить на станцію та яку відводять з неї;
- на кожному відстійнику, освітлювачі з завислим осадом, фільтрі та контактному освітлювачі;
- на технологічні потреби станції (промивку фільтрів, приготування розчинів реагентів тощо);
- на господарсько-питні потреби станції від насосної станції другого підйому;

2) втрати напору:

- у фільтрах;
- контактних освітлювачах;

3) рівні:

- води в очисних спорудах, промивному резервуарі (баку) та резервуарах чистої води;
- осаду в очисних спорудах для обробки осаду;
- розчинів реагентів – у реагентних баках.

Для контролю якості води у процесі її обробки необхідно передбачити пробовідбірні крани, що встановлюють у зручних для експлуатації місцях. Потрібно організувати постійний відвід води з них.

Пристрій централізованого відбору проб необхідно розташовувати поблизу лабораторії.

Контролювати якість води за фізико-хімічними та бактеріологічними показниками потрібно у місцях водозабору, у процесі обробки води, перед надходженням у водопровідну мережу, а також у водопровідній мережі.

Таблиця 1.11

Орієнтовний графік лабораторно-виробничого контролю якості води

Найменування проб води	Місце відбору проб	Періодичність відбору проб	Визначувані показники	Склад виконавців
1	2	3	4	5
Вихідна вода	Перед змішувачем	1 раз на 2 години	Прозорість (каламутність), кольоровість, лужність	Змінний лаборант
		1 раз на зміну	Температура, запах, присмак	Змінний лаборант
		1 раз на добу	Окиснюваність, аміачний азот, нітрати, нітроти, загальне залізо, рН, хлориди, загальне число бактерій, колі-титр	Старший лаборант
		1 раз на місяць	Окис кальцію, загальна жорсткість, сульфати, сірководень, вільна й агресивна вуглекислота, свинець, фосфати, йод, фенол, розчинений кисень, окис магнію, фтор, кремній, БПК, марганець, калій і натрій, мідь, цинк, сухий залишок, зважені речовини, миш'як, ароматичні вуглеводні, нафтопродукти	Старший лаборант і частково завідувач лабораторії (за виконання складніших аналізів)
		1 раз на місяць і частіше (залежно від зміни складу води)	Пробні коагулянти і хлорування	Змінний і старший лаборанти
		За особливим планом	Радіологічний аналіз	Змінний і старший лаборанти
Коагульована вода	У кінці змішувача	Через 1–2 год за постійних доз реагенту і через 0,5–1 год за змінних доз	Лужність, рН, залишковий хлор	Змінний лаборант

Таблиця 1.11 (закінчення)

1	2	3	4	5
Освітлена вода	На виході з освітлювача	2 рази за зміну	Прозорість (каламутність), кольоровість, лужність	Змінний лаборант
	Загальний колектор освітленої води	1 раз за зміну	Прозорість (каламутність), кольоровість	Змінний і старший лаборанти
	Загальний колектор освітленої води	1 раз на добу	Запах, лужність, рН, колі-титр, загальна кількість бактерій, залишковий хлор	Змінний і старший лаборанти
Профільтрована вода	Після кожного фільтра та в загальному колекторі	Через кожні 4 год і частіше у міру погіршення якості води або зміни доз реагентів	Прозорість (каламутність), кольоровість, залишковий хлор, запах	Змінний лаборант
		1 раз за зміну	Окиснюваність, загальне число бактерій, колі-титр	Старший лаборант
Очищена вода	Після резервуара чистої води	Через 1 год	Остаточний хлор	Змінний лаборант
		Через 2 год	Прозорість, кольоровість, лужність, запах, присмак	Змінний лаборант
		1 раз за зміну	Температура	Змінний лаборант
		1 раз на добу	Загальне залізо, рН, окиснюваність, загальний рахунок бактерій, колі-титр, хлориди, аміачний азот, нітрати, нітроти	Старший лаборант
		1 раз на місяць	Окис кальцію, сульфати, свинець, фосфати, розчинений кисень, окис магнію, фтор, кремній, БПК, калій і натрій, мідь, цинк, миш'як, вуглекислота, сухий залишок	Старший лаборант
		За особливим планом	Радіологічний аналіз	Старший лаборант

Контроль здійснюють відповідно до затверджених графіків, які мають забезпечувати виявлення всіх можливих змін якості води на шляху її руху по водоводах та через споруди.

Контроль якості вихідної та очищеної води потрібно проводити за схемою короткого та повного санітарно-хімічного аналізу.

До короткого санітарно-хімічного аналізу, залежно від місцевих умов, можуть належати такі показники: температура, колір, запах, каламутність, залишковий хлор, показник рН, бактеріологічні та інші, які встановлено нормативними документами.

Об'єм показників повного санітарно-хімічного аналізу потрібно встановлювати згідно з ДСанПіН 4-171-10.

Якість очищеної води за відсутності коагулювання потрібно визначати:

- один раз за зміну – на мутність та колір;
- один раз на добу – на запах, смак, рН, загальну кількість бактерій в 1 мл та колі-індекс, загальне залізо (для підземних вод);
- один раз на місяць – на повний санітарно-хімічний аналіз.

Якість очищеної вихідної води за коагулювання потрібно визначати:

- один раз на годину – на мутність, колір та залишковий активний хлор;
- один раз на дві години – на лужність;
- один раз за зміну – на температуру, запах, присмак;
- два рази за зміну – на алюміній;
- один раз на добу – на окиснюваність, рН, загальну кількість бактерій в 1 мл та колі-індекс, загальне залізо (для підземних вод);
- один-два рази на місяць – на повний санітарно-хімічний та бактеріологічний аналіз.

За знезалізнення води фільтруванням додатково потрібно провести аналізи води з поверхні кожного фільтра (після збагачення киснем) на вміст загального й окисненого заліза та розчиненого кисню – один раз на добу.

Крім того, в цій же пробі періодично визначають вміст вуглекислоти.

Після змішувача кількість введених реагентів потрібно контролювати за постійних доз – кожну годину, за змінних доз – кожні півгодини.

Якість освітленої води після відстійників або освітлювачів із завислим осадом контролюють один раз за зміну.

При цьому визначають мутність, колір та залишковий хлор (за попереднього хлорування), один раз на добу – запах та присмак.

Із загального колектора освітленої води перед фільтрами необхідно відбирати проби для аналізу: один раз за зміну під час коагулювання – на мутність, колір та залишковий хлор (за попереднього хлорування), на залишкові реагенти (у процесі коагулювання та введення флокулянта), за відсутності коагулювання – на мутність та колір.

Після фільтрів якість води необхідно контролювати один раз на 2 год на мутність, колір, залишковий хлор та залізо (під час знезалізнення), кожні 7 діб – на загальну кількість бактерій та колі-індекс.

У загальному колекторі фільтрованої води кожні 2 год під час коагулювання та кожні 4 год за його відсутності необхідно визначати мутність та колір, вміст заліза (за знезалізнення води); один раз за зміну – запах, присмак та залишковий хлор; один раз на добу – окиснюваність, залишкові реагенти, загальну кількість бактерій, колі-індекс.

Орієнтовний графік лабораторно-виробничого контролю якості води наведено у табл. 1.11.

Крім контролю якості вихідної та питної води, лабораторно-виробничий контроль із залученням технологів станції очищення потрібно здійснювати і над реагентами, які використовують у процесі очищення води (сірчаноокислий алюміній, поліакриламід, вапно, кремне-фтористий натрій тощо) відповідно до нормативних документів на вид застосовуваних реагентів та з обов'язковим дослідженням кожної партії реагенту, що надходить.

Питну воду, яку подають населенню (після насосної станції іншого підйому), контролюють згідно з ДСанПіН 4-171-10 за погодження з місцевими органами санітарного нагляду.

1.8.2. Лабораторно-виробничий контроль якості стічної води на водовідвідних очисних станціях

Лабораторно-виробничий контроль необхідна умова організації ефективної експлуатації водовідвідних очисних споруд і забезпечення очистки стічних вод, що відповідає вимогам «Правил охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами».

Лабораторно-виробничий контроль має бути організовано на усіх етапах і стадіях очищення стічних вод і обробки осаду як для оцінювання кількісних та якісних показників роботи очисних споруд, так і для реєстрації кількості і якості оброблюваної води й осаду.

У процесі експлуатації очисних споруд необхідно постійно аналізувати результати лабораторно-виробничого контролю для забезпечення найвищих техніко-економічних показників роботи споруд, удосконалення технологічних процесів, уточнення доз реагентів для очищення стічних вод і обробки осадів.

Систематичний аналіз результатів лабораторно-виробничого контролю необхідно спрямувати на вчасне виявлення порушень у технології очищення стічних вод і обробки осаду та попередження відводу зі споруд води, що не відповідає за своїми показниками вимогам «Правил охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами».

Лабораторно-виробничий контроль здійснює персонал хімічної і бактеріологічної лабораторій, а також черговий персонал очисних споруд (рис. 1.2). Відповідальність за проведення контролю несе головний інженер (технолог) споруд.



Рис. 1.2. Сертифікована лабораторія станції біологічної очистки стічних вод «Північна», м. Одеса

Обсяг і графік лабораторно-виробничого контролю визначається з урахуванням місцевих умов і затверджується керівництвом виробничого підприємства за погодження місцевими органами з регулювання використання і охорони вод. Під час відведення очищених стічних вод у водойми, які використовують для купання, спортивних

змагань і відпочинку населення, обсяг і графік контролю узгоджують також з місцевими органами Державного санітарного нагляду.

Лабораторно-виробничий контроль проводять на основі об'єктивних способів обліку і вимірювань за допомогою приладів, а також на основі методик аналізів і визначень, що регламентують у відповідних нормативних документах, або узгоджених з місцевими органами з регулювання, використання і охорони вод.

За допомогою приладів реєструють:

- кількість стічних вод, що надходить на очисні споруди;
- рівень води в очисних спорудах та осаду у спорудах для його обробки.

Ефективність роботи окремих очисних споруд або їх комплексу контролюють за складом стічних вод і осаду до та після їх перебування на кожному етапі очищення.

Склад стічних вод контролюють за фізико-хімічними і бактеріологічними показниками:

Фізико-хімічні показники:

- температура стічних вод, °С;
- маса завислих речовин за 105 °С, мг/дм³;
- зольність, відсотки від маси завислих речовин;
- біхроматна окисненість (ХСК), мг/дм³;
- БСК₅ і БСК_{повне}, мг/дм³;
- азот загальний, мг/дм³;
- азот амонійних солей, мг/дм³;
- азот нітритів, мг/дм³;
- активна реакція (рН);
- розчинений кисень, мг/дм³;
- хлориди, мг/дм³;
- хлор активний, мг/дм³;
- фосфати, мг/дм³л;
- поверхнево-активні речовини (ПАР), мг/дм³;
- нафтопродукти, мг/дм³;
- солі важких металів, мг/дм³.

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

Бактеріологічні показники:

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

Склад осаду стічних вод контролюють за такими показниками:

- питомий опір фільтрування, см/г;
- вологість, %;
- зольність, %;
- хімічний склад (кількість жирів, білків та вуглеводів), мг/дм³;
- вміст ПАР, мг/дм³.

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

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

Проби для аналізу стічних вод, як неочищених, так і очищених, потрібно відбирати у місцях повного перемішування потоку з глибини 0,3–0,5 м. Періодичність відбору проб – не рідше одного разу на добу.

Бажано встановити автоматичні пробовідбірники для одержання середньодобової проби.

1.8.3. Державний санітарний нагляд і лабораторний контроль водопостачання та водовідведення населених пунктів

Відповідно до чинного законодавства забезпечити мешканців населених пунктів якісною питною водою в достатній кількості зобов'язані органи державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування (Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», ст. 18). Для вирішення проблеми раціонального водопостачання населених пунктів важливе значення має правильно організований і

систематичний санітарний нагляд. Державний санітарний нагляд за господарсько-питним водопостачанням здійснюють установи державної санітарно-епідеміологічної служби, насамперед, СЕС*. У сільській місцевості до контролю за місцевим водопостачанням залучають персонал лікарських дільниць та фельдшерсько-акушерських пунктів.

Державний санітарно-епідеміологічний нагляд полягає у контролі за дотриманням юридичними (відомствами, установами, підприємствами та ін.) і фізичними (громадянами) особами санітарного законодавства в галузі водопостачання та водовідведення населених пунктів і вживання заходів правового характеру до порушників. Державний санітарно-епідеміологічний контроль за господарсько-питним водопостачанням здійснюють у двох формах: попереджувального і поточного санітарного нагляду.

Під час попереджувального санітарного нагляду в процесі організації централізованого господарсько-питного водопостачання передбачають:

1) участь лікаря-гігієніста у виборі джерела водопостачання, місця розміщення водозабору і головних споруд водопроводу, а також у встановленні меж ЗСО;

2) розгляд проектів розширення та реконструкції діючих і будівництва нових водопроводів, у тому числі і проектів зони санітарної охорони (ЗСО);

3) санітарний нагляд під час будівництва водопроводів;

4) участь у прийманні в експлуатацію водопроводів та окремих водопровідних споруд.

Поточний санітарний нагляд має сприяти дотриманню правильного технологічного режиму обробки води, своєчасному виявленню дефектів у роботі очисних споруд і мережі та попередженню подачі населенню води, що не відповідає вимогам чинного державного стандарту.

Відповідно до закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (ст. 26) персонал водопровідних станцій та особи, що обслуговують водонапірні башти, резервуари чистої води і колонки, повинні проходити попередні (до прийняття на роботу) і періодичні медичні огляди. Перед тим як

*Нині – Держпродспоживслужба (об'єднала: ветмедицину, СЕС, фітоінспекцію та захист прав споживачів).

приступити до роботи, проходять огляд терапевта і дерматолога, флюорографію, обстеження на перенесення збудників кишкових інфекцій та гельмінтів. Надалі їх оглядають терапевт, дерматолог, роблять флюорографію 1 раз на рік, а обстеження на бактеріоносійство – за епідемічними показаннями. Результати обстеження заносять в індивідуальні санітарні книжки, які зберігають на об'єкті. Тих, хто у встановлений термін без поважних причин не пройшли медичний огляд у повному обсязі, не допускають до роботи, їх навіть можуть залучати до дисциплінарної відповідальності.

Лабораторно-виробничий контроль за якістю води регламентований чинним законодавством. Відповідно до нього під час аналізу проб питної води у розподільній мережі обмежуються визначенням загального мікробного числа, колі-індексу та органолептичних властивостей води (кольоровість, каламутність, запах, смак і присмак).

Місця взяття проб з мережі (з віддалених вуличних водорозбірних колонок, тупикових ліній) і періодичність систематичного контролю відомчими лабораторіями обов'язково погоджують із СЕС. Обсяг аналізів води з розподільчої мережі залежить від кількості населення, що обслуговується водопроводом.

Крім того, органи та установи державної санітарно-епідеміологічної служби погоджують усі види робіт, які проводять або планують на головних спорудах водопроводів і водопровідній мережі та пов'язані з ремонтом, реконструкцією, зміною технології очищення та знезараження води. Територіальна СЕС за епідпоказниками погоджує дозу та місце введення дезінфектантів та інших реагентів у процесі водопідготовки, а також графік контролю за залишковою кількістю цих реагентів.

СЕС керує відомчою лабораторією, погоджує графіки періодичності взяття проб, їх загальну кількість і зміст аналізів лабораторно-виробничого контролю за якістю води.

Програмою для проведення лабораторно-виробничого контролю за якістю води у системах централізованого господарсько-питного водопостачання передбачено взяття проб у місцях водозабору, у процесі обробки води в очисних спорудах, перед надходженням у зовнішню розподільну систему й у водопровідній мережі. Періодичність проведення аналізів води у зазначених точках визначають, виходячи з потужності водопроводу (обсягу подачі води),

а у водорозподільній мережі – з урахуванням кількості обслуговуваного населення.

Лабораторії територіальних органів державної санітарно-епідеміологічної служби здійснюють контрольні дослідження якості води з періодичністю, яка визначається типом конкретного водного джерела, об'ємом води, який подають населенню, розміщенням точок взяття проб води.

Розрізняють декілька типів контролю за якістю води:

1) повний аналіз або контроль за усіма показниками, регламентований чинним державним стандартом на питну воду. Є обов'язковим під час введення нового водопроводу в експлуатацію або після простою протягом більше п'яти діб;

2) скорочений аналіз або контроль за деякими показниками епідемічної безпеки води (загальне мікробне число, індекс бактерій групи кишкової палички), її хімічним складом (рН, нітрати, залізо, активний залишковий хлор, зміст тригалометанів), органолептичними властивостями (запах, смак і присмак, каламутність, кольоровість). Такий аналіз є обов'язковим після капітального ремонту, реконструкції та переобладнання водопроводу і розподільної мережі, під час зміни технології обробки води;

3) загальний фізико-хімічний контроль (визначення речовин, що характеризують показники нешкідливості хімічного складу води);

4) спеціальний контроль епідемічної безпеки питної води (мутність, загальне мікробне число, індекси бактерій групи кишкової палички, фекальні колі-форми та колі-фаги, патогенні мікроорганізми, вірусологічні і паразитологічні показники);

5) спеціальний токсикологічний контроль (визначення високотоксичних речовин, за потреби – біотестування);

6) спеціальний контроль радіаційної безпеки питної води (визначення об'ємної сумарної активності випромінювачів і за потреби – її радіонуклідного складу).

Порушення санітарно-гігієнічних і санітарно-протиепідемічних правил і норм, а також невиконання приписів органів державного санітарно-епідемічного нагляду тягне за собою відповідальність (дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову, кримінальну) згідно з чинним законодавством.

Контрольні запитання

1. Як проводять лабораторно-виробничий контроль якості питної води?
2. У чому полягає лабораторно-виробничий контроль якості стічної води на водовідвідних очисних станціях?
3. Що таке державний санітарний нагляд і державний лабораторний контроль водопостачання та водовідведення населених пунктів?

1.9. Технологічний контроль роботи споруд систем водопостачання та водовідведення

Основне завдання технологічного контролю – оцінка технологічної ефективності роботи очисних споруд для вчасного вжиття заходів, які забезпечують їх безперебійну роботу із заданими продуктивністю і ступенем очистки води.

Технологічний контроль здійснюють регулярно. Всі дані спостережень і вимірювань заносять до журналів встановленої форми.

◆ На водопровідних очисних станціях

Технологічний контроль має бути організовано на усіх етапах і стадіях обробки води. Систематичний аналіз результатів технологічного контролю необхідно спрямувати на вчасне виявлення порушень в технології очищення води, попередження надходження в РЧВ води, що не відповідає за своїми показниками вимогам ДСанПіН 4-171-10 та інтенсифікацію роботи водоочисної станції в цілому.

Персонал очисних споруд зобов'язаний:

- вести контроль за перебігом технологічного процесу і якістю обробки води;
- регулювати кількість води, яку подають на споруди і відводять у резервуари чистої води;
- вести спостереження за рівнями і розподілом води між окремими спорудами та їх блоками, рівнями води в резервуарах чистої води, осадів у камерах, відстійниках, освітлювачах, реагентних баках, втратами напору у фільтрах тощо;
- перевіряти правильність перемикання окремих споруд, їх секцій, трубопроводів, а також реагентних установок;
- утримувати у справному стані механічне обладнання, КВП і автоматику, дросельні та вимірювальні прилади тощо;

- контролювати запас і якість реагентів, фільтрувальних матеріалів, вести нагляд за правильним їх зберіганням;
- слідкувати за приготуванням розчинів реагентів необхідної концентрації;
- перевіряти горизонтальність краю жолобів, лотків, водоприймальних вікон тощо.

За допомогою приладів реєструють:

1. Витрату води:

- а) яка надходить на станцію і відводиться зі станції в цілому;
- б) на кожному відстійнику, освітлювачі зі зваженим осадом, фільтрі і контактному освітлювачі за групового регулювання – на групі фільтрів;
- в) на технологічні потреби станції (промивання споруд, приготування розчинів реагентів та ін.);
- г) надходить на господарсько-побутові потреби станції.

2. Втрати напору:

- а) у фільтрах за групового регулювання на групі фільтрів;
- б) у контактних освітлювачах.

3. Рівень:

- а) води в очисних спорудах, промивних баках і резервуарах чистої води;
- б) розчинів хімічних реагентів – в розчинних і витратних баках.

Для кожної водоочисної станції встановлюють обсяг технологічних аналізів залежно від місцевих умов і дійсної потреби в цих аналізах.

На водоочисних станціях проводять аналізи реагентів – коагулянту, вапна та ін. Проводять перевірку фільтрувального матеріалу, аналіз різних відкладень у спорудах.

Так, для розвитку біологічних обростань має значення наявність у воді біогенних елементів – азоту, вуглецю фосфору і заліза, а також органічних речовин, які за наявності у воді кисню і за сприятливої температури забезпечують сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів.

Чим більше у воді гідрокарбонатних іонів та іонів кальцію за лужності води 2,0–2,5 мг-екв/дм³, тим більша ймовірність утворення карбонатних відкладень.

Аналізи відкладень, що утворилися у спорудах, проводять з метою визначення їх складу.

Спочатку пробу відкладень піддають мікроскопічному аналізу, потім хімічному.

Усе контрольно-вимірювальне та випробувальне обладнання (прилади) слід використовувати таким чином, щоб похибка вимірювання була відома й адекватна призначенням необхідних вимірювань. Усі прилади має бути перевірено у терміни, зазначені в їх технічній характеристиці організацією, яка має ліцензію на відповідний вид діяльності.

◆ На очисних станціях систем водовідведення

Основне завдання технологічного контролю – всебічна оцінка технологічної ефективності роботи водовідвідних очисних споруд для вчасного вжиття заходів щодо забезпечення безперебійної роботи споруд з визначеною потужністю, необхідним ступенем очищення води й обробки осадів.

Технологічний контроль регулярно здійснюють черговий оператор разом з черговим персоналом лабораторії під загальним керівництвом головного інженера (технолога) і завідуючого лабораторією. Усі дані спостережень і вимірювань заносять до журналів установленної форми.

На весь комплекс і кожную споруду окремо складають технологічний паспорт із зазначенням технічних даних, проектної і фактичної продуктивності споруд. Під час визначення фактичної продуктивності необхідно враховувати неминучість періодичного вимкнення споруд на профілактичний, поточний і капітальний ремонт. Кількість споруд, які зупиняють на ремонт, потрібно погодити з допустимим перевантаженням споруд, що залишаються в експлуатації.

Під час організації та встановлення обсягу технологічного контролю необхідно розмежувати обов'язки між черговими операторами і працівниками лабораторії та визначити операції з контролю, які виконуються спільно.

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

- нагляд і контроль за технологічним процесом і якістю очищення води й обробки осадів;
- контроль і регулювання кількості води й осадів, що подають на споруди;

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

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

- решітки – кількість покидьків, їх вологість, зольність і густина – не рідше одного разу на місяць;
- піскоуловлювачі – кількість осаду за об'ємом, його густина, вологість, вміст піску – не рідше одного разу на місяць;
- первинні відстійники (у тому числі двох'ярусні) – кількість сирого осаду, його вологість, хімічний склад, кількість завислих речовин на виході, тривалість перебування стічної рідини у відстійнику – не рідше одного разу на декаду;
- аеротенки – повне БСК стічної води перед і після перебування в аеротенку – один раз на тиждень; тривалість та інтенсивність аерації; кількість активного мулу, що надходить в аеротенки, та надлишкового мулу, що відводиться в мулоущільнювачі, або на мулові майданчики; концентрація, ступінь рециркуляції і регенерації активного мулу, кількість повітря, поданого в аеротенки, вміст розчиненого кисню у воді – один раз на зміну;
- вторинні відстійники – тривалість відстоювання, винос мулу, концентрація рециркуляційного мулу – один раз на тиждень; муловий індекс – два рази на тиждень, у випадку «спухання» мулу – кожної зміни;
- мулоущільнювачі – кількість, вологість, зольність мулу на вході і виході зі споруди, тривалість ущільнення мулу, кількість завислих речовин в освітленій воді – один раз на декаду;

– преаератори – доза мулу, кількість повітря, тривалість аерації – один раз на зміну;

– біокоагулятори – доза мулу, кількість повітря, час перебування води у споруді, вміст завислих речовин на вході і виході зі споруди, кількість осаду, його вологість, зольність – один раз на зміну;

– біофільтри – БСК_{повне}, ХСК, вміст завислих речовин, навантаження за повним БСК – один раз на декаду; температура води на вході і виході зі споруди, вміст розчиненого кисню – один раз на зміну.

Роботу споруд з обробки осадів контролюють за такими показниками:

– метантенки – кількість і температура сирого осаду і мулу, а також збродженого осаду, що вивантажують зі споруди, кількість газу і витраченої пари – щоденно; вологість, зольність осаду на вході і виході зі споруди, температура бродіння і хімічний склад осаду – щомісячно;

– мулові і піскові майданчики, мулові ставки – кількість і вологість осадів, що надходять і видаляються зі споруд; тривалість сушіння, питомий опір фільтрування; повне БСК і вміст завислих речовин у дренажних водах – один раз на декаду;

– споруди механічного зневоднення осадів – кількість, вологість, зольність осадів перед обробкою і після неї; кількість фільтрату, вміст у ньому завислих речовин; дози і витрата реагентів, продуктивність вакуум-фільтрів – один раз на зміну; повне БСК дренажної води – один раз на декаду;

– аеробні стабілізатори осадів – тривалість та інтенсивність аерації, кількість осадів з первинних відстійників і надлишкового мулу, кількість повітря, поданого у споруду, вміст розчиненого кисню – один раз на зміну; вміст сухої речовини, зольність, вологість та питомий опір фільтруванню стабілізованого осаду – один раз на тиждень;

– споруди термічного сушіння осаду – кількість, вологість, зольність сирого і висушеного осаду, температура топкових газів на вході і виході зі споруди, витрата пального (абсолютна і на одиницю продукції), продуктивність споруди – один раз на зміну;

– поля фільтрації – навантаження по воді на 1 га, БСК і вміст в очищеній воді завислих речовин, розчиненого кисню, бактеріальних забруднень – один раз на декаду;

– біологічні ставки – тривалість перебування стічних вод, повне БСК, вміст завислих речовин на вході і виході, кількість затриманих осадів та їх характеристика – один раз на місяць; періодичність очищення ставків.

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

У кожній партії хлорного вапна має бути визначено його активність. Активність хлорного вапна, яке зберігають на складі, мають перевіряти щомісячно.

На всіх спорудах необхідно вести облік витрати електроенергії, води і пари.

Дані про роботу очисних споруд, а також відомості про всі виявлені несправності черговий персонал зобов'язаний записувати в робочі журнали. Журнали заповнюють кожної зміни, в денну зміну підводять підсумки роботи споруд за добу.

За даними обліку складають зведену відомість роботи очисних споруд.

Основні дані технологічного контролю передають у центральний диспетчерський пункт.

Контрольні запитання

1. Як здійснюють технологічний контроль на водопровідних очисних станціях?
2. Як здійснюють технологічний контроль на станціях очистки стічних вод?
3. Як здійснюють технологічний контроль роботи споруд з обробки осадів?

1.10. Організація зон санітарної охорони систем водопостачання та санітарно-захисних зон споруд і мереж систем водовідведення

1.10.1. Зони санітарної охорони систем водопостачання

Зоною санітарної охорони (ЗСО) джерела водопостачання називають спеціально виділену територію, що охоплює використовувану водойму і частково басейн її живлення. Відповідно до постанови Державного санітарного нагляду проектні організації зобов'язані розробити проект зон санітарної охорони (рис. 1.3), який є обов'язковою і невід'ємною частиною проекту водопостачання, без якого він не може бути затверджений.

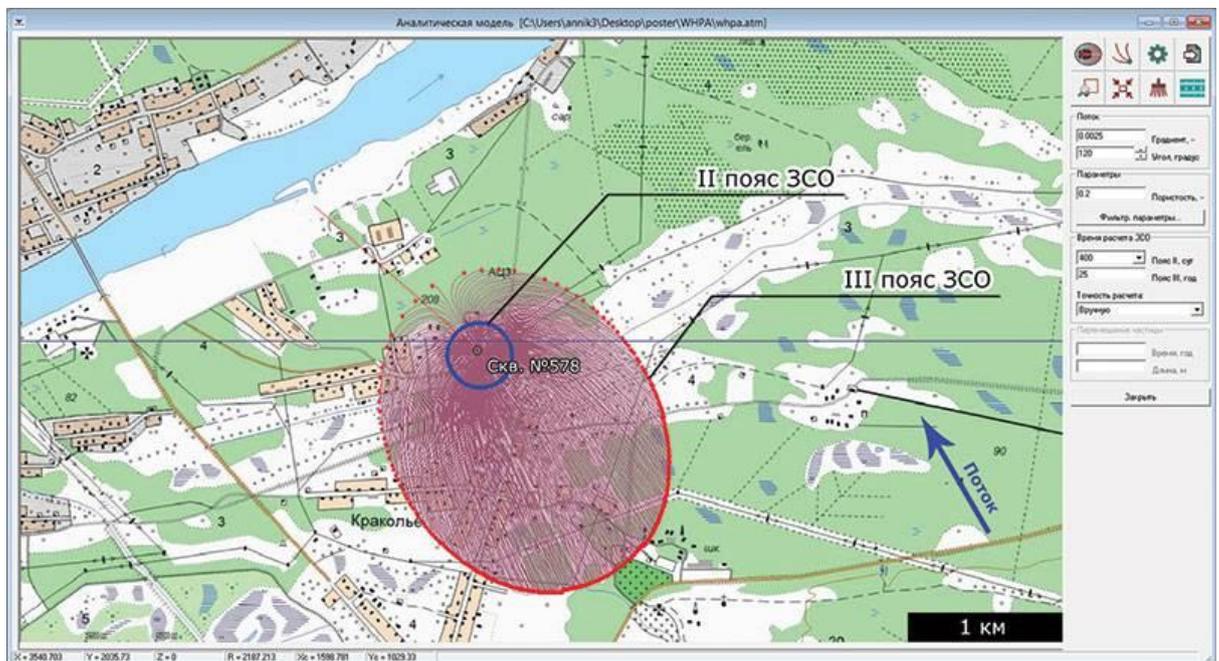


Рис. 1.3. Зони санітарної охорони підземних джерел водопостачання

Проект зони санітарної охорони узгоджується і затверджується представником місцевих органів Державного санітарного нагляду.

Зони санітарної охорони потрібні для забезпечення санітарно-епідеміологічної безпеки та охорони від випадкового або навмисного забруднення поверхневих чи підземних джерел і водопровідних споруд системи централізованого питного водопостачання (незалежно від форми власності або відомчої підпорядкованості), а також прилеглих до них територій.

Зона санітарної охорони має три пояси, в кожному з яких відповідний режим.

Перший пояс (зона суворого режиму) охоплює джерело на місці водозабору та територію розташування насосних і очисних станцій, резервуарів і водопровідних веж.

Межі першого поясу ЗСО підземних джерел водопостачання встановлюють від одиночної водозабірної споруди (свердловина, шахтний колодязь, каптаж тощо) або від крайніх водозабірних споруд, розташованих у групі, на відстані:

- для захищених – 30 м;
- для недостатньо захищених – 50 м.

Межі *другого поясу* ЗСО підземного джерела водопостачання визначають гідродинамічними розрахунками з урахуванням архітектурно-будівельного кліматичного району, як час просування мікробного забруднення потоком підземних вод до місця водозабору відповідно до ДБН В.2.5-74:2013.

Межі *третього поясу* ЗСО підземного джерела водопостачання визначають розрахунком, беручи до уваги час проходження хімічного забруднення води до водозабірної споруди, який має бути більше зазначеного терміну експлуатації водозабірної споруди, але не менше ніж 25 років.

Межу *першого поясу* ЗСО поверхневого джерела водопостачання, у тому числі водо-підвідного каналу або ковша, потрібно встановлювати на такій відстані від водозабірної споруди:

а) для водотоків (річки, канали):

- вгору за течією – не менше ніж 200 м;
- вниз за течією – не менше ніж 100 м;
- по прилеглому до водозабірної споруди берегу – не менше ніж 100 м (від урізу води під час літньо-осінньої межені);
- у напрямку до протилежного берега: за ширини водотоку менше ніж 100 м – уся акваторія та протилежний берег шириною 50 м від урізу води під час літньо-осінньої межені, а за ширини водотоку більше ніж 100 м – смуга акваторії шириною не менше ніж 100 м;

б) для водойм (водосховище, озеро, море):

- по акваторії в усіх напрямках – не менше ніж 100 м;
- по прилеглому до водозабірних споруд березі – не менше ніж 100 м (від урізу води за нормального підпірного рівня у водосховищі та під час літньо-осінньої межені в озері).

Для водозабірних споруд ківшового типу в межі першого поясу включають усю акваторію ковша та територію навколо нього смугою не менше ніж 100 м.

Межі *другого поясу* ЗСО на річках потрібно встановлювати:

– вгору за течією, включаючи притоки, з урахуванням швидкості течії, усередненої по ширині і довжині водотоку (або на окремих його ділянках), а також терміну проходження води від межі пояса до водозабірної споруди за середньомісячної її витрати під час літньо-осінньої межені 95 %. Імовірності повторення – не менше ніж 5 діб для I та II архітектурно-будівельних кліматичних районів. Для інших архітектурно-будівельних кліматичних районів – не менше ніж 3 доби;

– вниз за течією – не менше ніж 250 м;

– бокові межі – на відстані від урізу води під час літньо-осінньої межені за рівнинного рельєфу – 500 м, за гірського рельєфу – до вершини першого схилу, повернутого до водотоку, але не більше ніж 750 м за пологого схилу та 1000 м за крутого схилу.

За наявності у річці підпору чи зворотної течії відстань нижньої межі другого поясу від водозабірних споруд потрібно встановлювати залежно від гідрологічних та метеорологічних умов.

Межу другого поясу ЗСО на інших водоймах, включаючи притоки, встановлюють від водозабірних споруд по акваторії у всіх напрямках на відстані 3 км за кількості вітрів до 10 % в сторону водозабірної споруди та 5 км за кількості вітрів більше ніж 10 %.

Межі *третього поясу* ЗСО поверхневого джерела водопостачання мають бути вгору і вниз за течією водотоку або в усі сторони по акваторії водойми такими, як для другого поясу; бокові межі по водорозділу, але не більше ніж 5 км від водотоку чи водойми.

На території першого поясу заборонено перебування осіб, не пов'язаних з експлуатацією споруд, і постійне їх проживання. Для цього поясу встановлюють цілодобову охорону. Територію поясу за можливості оточують зеленими насадженнями.

До другого поясу зони санітарної охорони (зона обмежень) належать джерело водопостачання і басейн його живлення, тобто території акваторії, які можуть вплинути на якість води джерела. У межах зони проводять оздоровчі заходи й обмеження господарської діяльності для захисту джерела від погіршення якості води.

Кордон поясу встановлюють на підставі санітарно-гідрологічного і санітарного обстежень району джерела водопостачання та відзначають на карті.

ЗСО водопровідних споруд, розташованих поза територією водозабору, представлена першим поясом (суворого режиму) водоводів – санітарно-захисною смугою.

Кордон першого поясу ЗСО водопровідних споруд беруть на відстані:

- від стін запасних і регулювальних ємностей, фільтрів і контактних освітлювачів – не менше ніж 30 м;
- від водонапірних веж – не менше ніж 10 м;
- від інших приміщень (відстійники, реагентне господарство, склад хлору, насосні станції та ін.) – не менше ніж 15 м.

За погодженням з органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду перший пояс ЗСО для окремо розташованих водонапірних веж, залежно від їх конструктивних особливостей, можна не встановлювати. Під час розташування водопровідних споруд на території об'єкта зазначені відстані можна скорочувати за погодженням з органом державного санітарно-епідеміологічного нагляду, але не менше ніж до 10 м.

Ширину санітарно-захисної смуги беруть по обидва боки від крайніх ліній водопроводу:

а) за відсутності ґрунтових вод – не менше ніж 10 м за діаметра водоводів до 1000 мм і не менше ніж 20 м за діаметра водоводів більше ніж 1000 мм;

б) за наявності ґрунтових вод – не менше ніж 50 м незалежно від діаметра водоводів.

За потреби допускають скорочення ширини санітарно-захисної смуги для водоводів, що проходять по забудованій території, за погодженням з органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

За наявності витратного складу хлору на території розташування водопровідних споруд розміри санітарно-захисної зони щодо житлових і громадських будівель встановлюють з урахуванням правил безпеки під час виробництва, зберігання, транспортування та застосування хлору.

Заходи безпеки для першого поясу ЗСО. Територію першого поясу ЗСО має бути сплановано для відводу поверхневого стоку за її

межі, озеленено, огорожено і забезпечено охороною. Доріжки до споруд повинні мати тверде покриття.

Не допустимі посадка високостовбурних дерев, усі види будівництва, які не мають безпосереднього відношення до експлуатації, реконструкції та розширення водопровідних споруд, у тому числі прокладання трубопроводів різного призначення, розміщення житлових і господарсько-побутових будівель, проживання людей, застосування отрутохімікатів і добрив.

Будинки має бути обладнано каналізацією з відведенням стічних вод у найближчу систему побутової чи виробничої каналізації або на місцеві станції очисних споруд, розташовані за межами першого поясу ЗСО з урахуванням санітарного режиму на території другого поясу.

У виняткових випадках за відсутності каналізації має бути влаштовано водонепроникні приймальники нечистот і побутових відходів у місцях, що унеможливають забруднення території першого поясу ЗСО під час їх вивезення.

Водопровідні споруди, розташовані у першому поясі зони санітарної охорони, має бути обладнано з урахуванням запобігання можливості забруднення питної води через оголовки і гирла свердловин, люки та переливні труби резервуарів і пристрої заливання насосів.

Усі водозабори необхідно обладнати апаратурою для систематичного контролю відповідності фактичного дебіту під час експлуатації водопроводу проектної продуктивності, яку передбачено у процесі його проектування і обґрунтування меж ЗСО.

Заходи безпеки для другого поясу ЗСО. Крім заходів, про які йдеться вище, підлягають виконанню додаткові:

- не допустимо розміщення кладовищ, скотомогильників, полів асенізації, полів фільтрації, гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких і птахівницьких підприємств та інших об'єктів, що обумовлюють небезпеку мікробного забруднення підземних вод;

- не допустимо застосування добрив і отрутохімікатів;

- не допустимо вирубування лісу.

Заходи третього поясу ЗСО. Виявлення, тампонування або відновлення усіх старих, недіючих, дефектних або неправильно експлуатованих свердловин, які становлять небезпеку забруднення водоносних горизонтів.

Заборонено закачувати відпрацьовані води у підземні горизонти, підземне складування твердих відходів і розробка надр землі.

Заборонено розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів і мінеральних добрив, накопичувачів промислових стоків, шламосховищ та інших об'єктів, що призводять до хімічного забруднення підземних вод.

Розміщення таких об'єктів допустимо у межах третього поясу ЗСО тільки за умови виконання спеціальних заходів щодо захисту водоносного горизонту від забруднення.

1.10.2. Санітарно-захисні зони споруд систем водовідведення і захисні охоронні зони каналізаційних мереж

Розміри санітарно-захисних зон від каналізаційних очисних споруд і насосних станцій до межі житлової забудови, ділянок громадських установ, будинків і споруд, продовольчих складів, підприємств харчової промисловості (з урахуванням їх перспективного розширення) беруть відповідно до табл. 1.12.

Санітарно-захисні зони від каналізаційних споруд продуктивністю понад 280 тис. м³/добу встановлюють на підставі розрахунків розсіювання газів з неприємним запахом, розташування об'єктів, рози вітрів та інших факторів.

Таблиця 1.12

Розміри санітарно-захисних зон споруд каналізації

Споруди каналізації	Санітарно-захисна зона, м, за розрахункової продуктивності споруд, тис. м ³ /добу			
	до 0,2 включно	понад 0,2 до 5 включно	понад 5 до 50 включно	понад 50 до 280 включно
Споруди механічного і біологічного очищення з муловими майданчиками, а також окремо розташовані мулові майданчики	150	200	400	500
Те саме з термічною і/або механічною обробкою осадів у закритих приміщеннях	100	150	300	400
Поля фільтрації	200	300	500	-
Землеробські поля зрошення	150	200	400	-
Біологічні ставки	200	200	300	300
Споруди з циркуляційними окиснювальними каналами	150	-	-	-
Насосні станції, регулювальні резервуари закритого типу	15	20	20	30

Санітарно-захисні зони від споруд механічного і біологічного очищення з муловими майданчиками та від окремих мулових майданчиків за потужності більше 500 тис. м³/добу мають бути на відстані не менше ніж 1 км.

Якщо житлова забудова наявна з підвітряної сторони щодо очисних споруд, то розміри санітарно-захисної зони (табл. 1.13) можна збільшувати, але не більше ніж у 2 рази, за сприятливої рози вітрів – зменшувати не більше ніж на 25 %.

За відсутності мулових майданчиків на території очисних споруд потужністю понад 0,2 тис. м³/добу розміри санітарно-захисної зони зменшують на 30 %.

Санітарно-захисна зона від споруд механічного і біологічного очищення на біофільтрах продуктивністю до 50 м³/добу має бути на відстані 100 м.

Поля фільтрації, землеробські поля зрошення, біологічні ставки, а також циркуляційні окиснювальні канали з огляду на їх епідеміологічну небезпеку та рівень негативного впливу на довкілля проектувати поблизу населених пунктів не рекомендують.

Під час використання фільтрувальних траншей, фільтрувальних колодязів, а також піщано-гравійних фільтрів як споруд доочищення після аераційних установок або септиків, які використовують як основні очисні споруди стічних вод, санітарно-захисна зона має бути на відстані:

- від фільтрувальних траншей і піщано-гравійних фільтрів – 25 м;
- фільтрувальних колодязів – 8 м;
- септиків – 5 м;
- аераційних установок на повне окиснення з аеробною стабілізацією мулу за продуктивності до 700 м³/добу – 50 м.

Санітарно-захисна зона має бути на відстані:

- від очисних споруд поверхневих стічних вод відкритого типу з сельбищних територій, а також від окремо розташованих споруд глибокого доочищення біологічно очищених стічних вод – 100 м;
- насосних станцій поверхневих вод – 15 м;
- очисних споруд промислових підприємств – за узгодженням з територіальними органами СЕС.

Санітарно-захисні зони випусків очищених стічних вод і аварійних випусків визначають залежно від конкретних умов за узгодженням з територіальними органами ДСЕСУ. Санітарно-захисна зона від зливальних станцій має бути на відстані 300 м.

Відстань санітарно-захисних зон від шламонакопичувачів беруть залежно від складу і властивостей шламу згідно з ДБН В.2.4-5 (за погодження з територіальними органами ДСЕСУ).

Санітарно-захисну зону для очисних споруд малої каналізації (до 200 м³/добу) та дощової каналізації закритого типу за обґрунтованості і доцільності її зменшення беруть за погодження з територіальними органами ДСЕСУ.

Розміри захисних охоронних зон каналізаційних мереж наведено в табл. 1.13.

Таблиця 1.13

Розміри захисних охоронних зон каналізаційних мереж

Глибина укладання, м	Розміри захисних охоронних зон каналізаційних мереж (у різні сторони від трубопроводу), м		
	самопливні мережі	щитові колектори	напірні трубопроводи
< 4	3	-	5
> 4	5	10 м і більше (залежно від заглиблення і призми обвалення)	5

СЗЗ можна змінювати за відповідного розміщення локальних очисних споруд у закритих приміщеннях.

Контрольні запитання

1. Які існують зони санітарної охорони підземних джерел водопостачання?
2. Охарактеризуйте зони санітарної охорони поверхневого джерела водопостачання.
3. Що представляють собою санітарно-захисні зони споруд систем водовідведення?

РОЗДІЛ 2. СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

2.1. Водозабірні споруди

2.1.1. Загальні положення

Водозабірними спорудами (водозабором) називають комплекс гідротехнічних споруд, який слугує для забору розрахункової витрати води з відкритих або підземних водних джерела, її попереднього очищення і подачі під необхідним напором споживачеві або на очисні споруди.

Водозабірні споруди мають забезпечити захист системи водопостачання від забруднень (піску, мулу, сміття, наносів, льоду, водоростей тощо).

До водозабору належать такі основні елементи: водоприймач, обладнання попереднього очищення (решітки, сітки та ін.), насосна станція I підйому.

Вибір джерела водопостачання, місце розташування і тип водозабірної споруди має бути обґрунтований результатами топографічних, гідрологічних, гідргеологічних, іхтіологічних, гідротехнічних, гідробіологічних, гідротермічних і санітарних обстежень відповідно до вимог ДБН В.2.5-74:2013.

Для господарсько-питних водопроводів потрібно максимально використовувати наявні ресурси підземних вод, що задовольняють санітарно-гігієнічні вимоги.

За відсутності підземних вод як джерела водопостачання беруть водотоки (річки, канали) та водойми (озера, водосховища, ставки, моря).

Використовувані джерела водопостачання підлягають погодженню відповідно до «Інструкції про порядок погодження та видачі дозволу на спеціальне водокористування».

Місце розташування водоприймача вибирають залежно від призначення водозабору і джерела водопостачання.

Однак за будь-яких умов воно має відповідати таким основним вимогам:

- а) кількість і якість води має відповідати вимогам водоспоживачів;
- б) водозабір потрібно розташувати якомога ближче до водоспоживачів з урахуванням забезпечення сприятливих санітарних умов, що унеможливило забруднення джерела побутовими і промисловими стічними водами;

в) вибране місце розташування водоприймача має відповідати найбільш економічному і надійному технічному рішенню забору води з урахуванням витрат на створення зон санітарної охорони для господарсько-питного водопостачання;

г) топографічні, геологічні, гідрологічні та гідрологічні умови мають бути прийнятні для будівництва та експлуатації споруд протягом розрахункового терміну;

д) місце розташування водозабору має бути ув'язано з усіма іншими видами водокористування в даному районі (лісосплав, судноплавство, зрошення, рибальство та ін.).

Під час вибору місця розташування водозабору для господарсько-питного водопостачання вимога до якості води в джерелі є основною. Причому необхідно мати прогноз якості води на весь розрахунковий період експлуатації водозабору.

Для забезпечення надійної роботи водозабірних споруд систем водопостачання, необхідно постійно контролювати якість води та основні параметри і характеристики джерела водопостачання.

Під час експлуатації водозабірних споруд необхідно:

- забезпечити безперебійну і надійну роботу комплексу водозабірних споруд;

- систематично контролювати якість води, стан джерел водопостачання, роботу водозабірних споруд і устаткування та вести облік контрольних показників з їх реєстрацією у спеціальному журналі;

- проводити планові обстеження і ремонти споруд та устаткування, своєчасно усувати порушення й аварії.

У процесі експлуатації в технічну документацію водозабірних споруд вносять дані про результати планових перевірок, оглядів технічного стану споруд, спостереження за режимом їх роботи, аналізи води, а також відомості про всі зміни і перебудови в схемі комунікацій, заміни обладнання і проведені ремонти.

Для проведення спостережень за роботою споруд персонал забезпечується необхідними контрольно-вимірювальними приладами, обладнанням, транспортом, плавзасобами і спецодягом.

Періодичність та обсяг аналізів якості води визначають технологічним регламентом підприємства ВКГ.

Про всі зміни в стані джерела водопостачання і погіршення якості води в ньому керівництво підприємства ВКГ сповіщає власника

системи, органи місцевого самоврядування, Державного санітарного нагляду та надзвичайних ситуацій.

Рішення про припинення роботи водозабору у зв'язку із забрудненням водойми або підземного горизонту ухвалюється комісією з надзвичайних ситуацій за поданням місцевих органів Міністерства охорони здоров'я.

Під час погіршення якості води в джерелі, яке носить тривалий характер і не дає можливість забезпечити очищення необхідної кількості води до встановлених вимог якості, згідно з ДсанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», органи місцевого самоврядування за погодження з місцевим органом Державного санітарного нагляду можуть зменшувати обсяги оброблюваної води, якщо це забезпечить її належне очищення, або перевести цю воду у розряд технічної з обов'язковим повідомленням усіх споживачів та одночасним забезпеченням їх якісною водою в кількості, достатній для пиття і приготування їжі.

У разі значного і прогресуючого погіршення якості води в джерелі органи місцевого самоврядування за поданням керівництва підприємства ВКГ мають вимагати створення спеціальної комісії для з'ясування причин погіршення якості води в джерелі водопостачання і вирішення питання про умови і можливість подальшої експлуатації водозабірних та очисних споруд.

На водозабірних спорудах поверхневих вод систем водопостачання (додатково до основної документації) має зберігатись така технічна документація:

- генеральний план майданчика водозабірних споруд з нанесеними підземними комунікаціями і пристроями;
- проект зон санітарної охорони;
- оперативна технологічна схема комунікацій агрегатів і перемикачів;
- схема автоматизації і телемеханізації;
- паспорти на водозабірні споруди і встановлене обладнання;
- журнал обліку води, яку відбирають з джерела водопостачання;
- журнал контролю та обліку роботи споруд і обладнання, у т. ч. рибозахисних пристроїв.

На водозабірних спорудах підземних вод, крім того, мають зберігатись такі первинні документи на свердловини:

- буровий журнал;
- виконавчі гідрогеологічний і технічний розрізи свердловини;
- матеріали випробувань свердловини відкачуванням;
- акти про відхилення, які виникли під час буріння свердловини;
- дані аналізів води під час випробувань свердловини;
- паспорти на кожну свердловину.

У паспорті свердловини вказують:

- дані про район і координати її розташування, призначення і особливі вимоги до неї;

- геологолітологічний опис усіх горизонтів, які пройшла свердловина;

- гідрогеологічний опис з якісною і кількісною характеристиками всіх водоносних горизонтів;

- дані контрольних вимірювань глибини свердловини;

- опис конструкції свердловини, технологій і способів її буріння, каротажної діаграми фільтра, виконаної цементації (тип сальника, вирізування та витягнення обсадних колон), дані будівельного та пробного відкачування;

- висновок про можливість одержання проектної максимальної витрати води;

- рекомендації щодо вибору насосного обладнання для постійної експлуатації.

Усі документи мають бути підписані особою, що відповідає за виконання робіт, із зазначенням дати складання документа.

Якщо водозабірні споруди мають невелику потужність, автоматизовані і працюють без постійного експлуатаційного персоналу, тоді вказану документацію зберігають у підрозділі, який відповідає за експлуатацію цих споруд.

У процесі експлуатації в паспорти систематично вносять дані про результати генеральних перевірок, оглядів технічного стану споруд, спостережень за режимом їх роботи, аналізи води, а також про всі зміни в схемі комунікацій, заміни обладнання і ремонту.

2.1.2. Експлуатація водозабірних споруд з поверхневих джерел

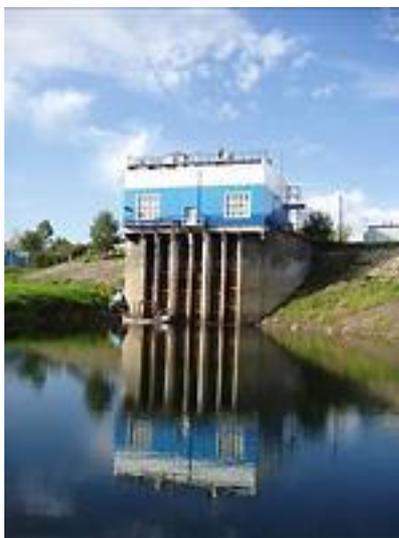
Найпоширеніші дві схеми водозабору, які відрізняються між собою розташуванням водоприймача щодо берега:

- берегового типу, у яких водоприймач розташовують на березі (його водоприймальні отвори завжди доступні для огляду, очищення і ремонту);
- руслового типу, водоприймачі яких затоплено і віддалено від берега (їх водоприймальні отвори в окремі періоди року можуть бути практично недоступними для обслуговування).

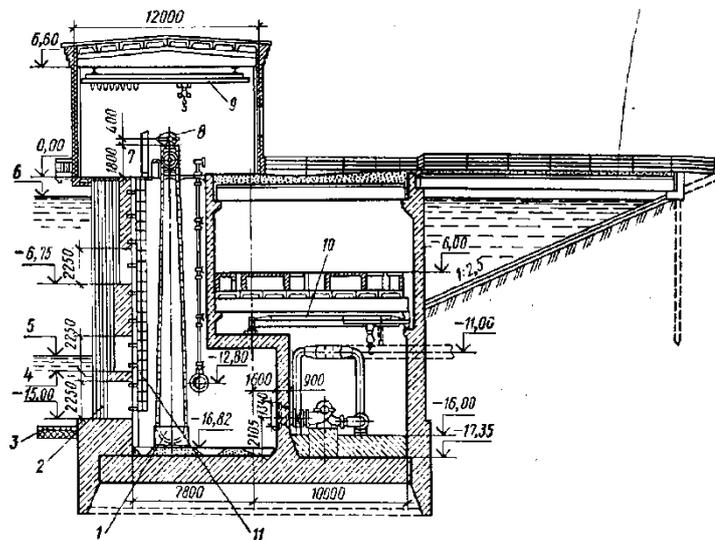
Водозабір берегового типу влаштовують на річках, береги яких мають крутизну не менше ніж 1:3 і глибину біля берега, достатню для розташування водоприймальних вікон.

Залежно від величини коливання рівня води в джерелі і продуктивності береговий водозабір може бути двох типів:

- суміщеного – коливання рівня більше ніж 6 м, продуктивність більше ніж 1,0 м³/с (рис. 2.1);
- роздільного – коливання рівня води в джерелі менше ніж 5 ... 6 м і продуктивність менше ніж 1,0 м³/с (рис. 2.2).



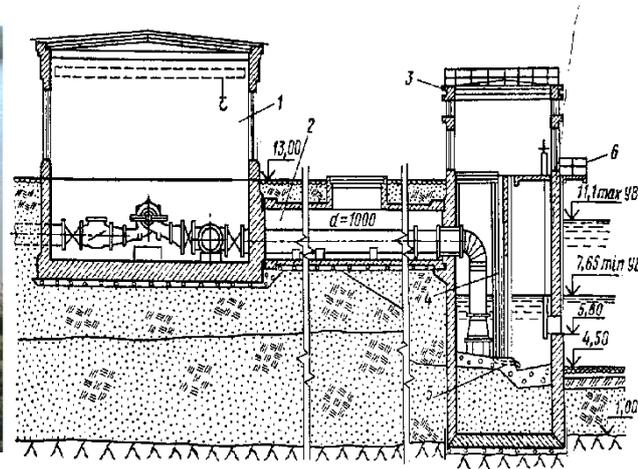
a



б

Рис. 2.1. Береговий водозабір суміщеного типу: *a* – фото; *б* – схема:

1 – обертова водоочисна сітка; 2 – плоска рибозахисна сітка; 3 – кам'яне накидання; 4, 5 – мінімальні рівні води в літній і зимовий періоди; 6 – максимальний рівень води в річці; 7 – промивний пристрій сітки; 8 – привід обертової сітки; 9 – підвісна кран-балка; 10 – радіальна кран-балка; 11 – сходи



a

б

Рис. 2.2. Береговий водозабір роздільного типу: *a* – фото; *б* – схема
 1 – насосна станція; 2 – галерея всмоктувальних труб; 3 – водоприймач;
 4 – сміттєзатримувальні плоскі сітки; 5 – ежектор для видалення осаду;
 6 – балкон

Для попереднього механічного очищення води від забруднень встановлюють сітки:

- плоскі за продуктивності менше ніж $1 \text{ м}^3/\text{с}$;
- обертові за продуктивності більше ніж $1 \text{ м}^3/\text{с}$.

Береговий водозабір суміщеного типу – це круглий у плані залізобетонний колодязь, у передній частині якого вбудовано незатоплюваний водоприймач, що забезпечує забір води з двох рівнів річки (через вікна нижнього і верхнього рядів). Водоприймальні отвори обладнано рибозахисними плоскими сітками з підводним промивним пристроєм. У водоприймачі встановлено обертові безкаркасні сітки типу СВБ-2350. Сітки промиваються з напірного водоводу. Сміття та забруднення, змиті з обертових сіток, відводяться від водозабору в річку нижче за течією. Осад із водоприймальних камер видаляють двома насосами СД (стічні динамічні), які встановлено у приміщенні машинного залу насосної станції.

У береговому водозабірі роздільного типу насосну станцію розміщують окремо від водоприймача.

Напірні водоводи обладнано зворотними клапанами й електрифікованими засувками і виведено за межі приміщення, а на березі через камери перемикання приєднано до двох напірних водоводів. Там же розміщено апаратуру й обладнання, що захищає насосну станцію і водоводи від гідравлічного удару.

Павільйон над насосною станцією використовують для розміщення електророзподільних пристроїв, щитів управління, побутових та підсобних приміщень для обслуговування водозабору.

На річках з пологими берегами, що мають недостатню глибину для розміщення водоприймача біля берега, влаштовують водозабір руслового типу (рис. 2.3). Водоприймач виносять у русло річки, де глибина джерела відповідає вимогам пристрою водоприймача, і з'єднують його з береговим колодязем самопливними трубопроводами. Залежно від рельєфу берега, продуктивності і коливання рівня води в джерелі береговий колодязь може бути об'єднано з насосною станцією I підйому або виконано в окремій будівлі.

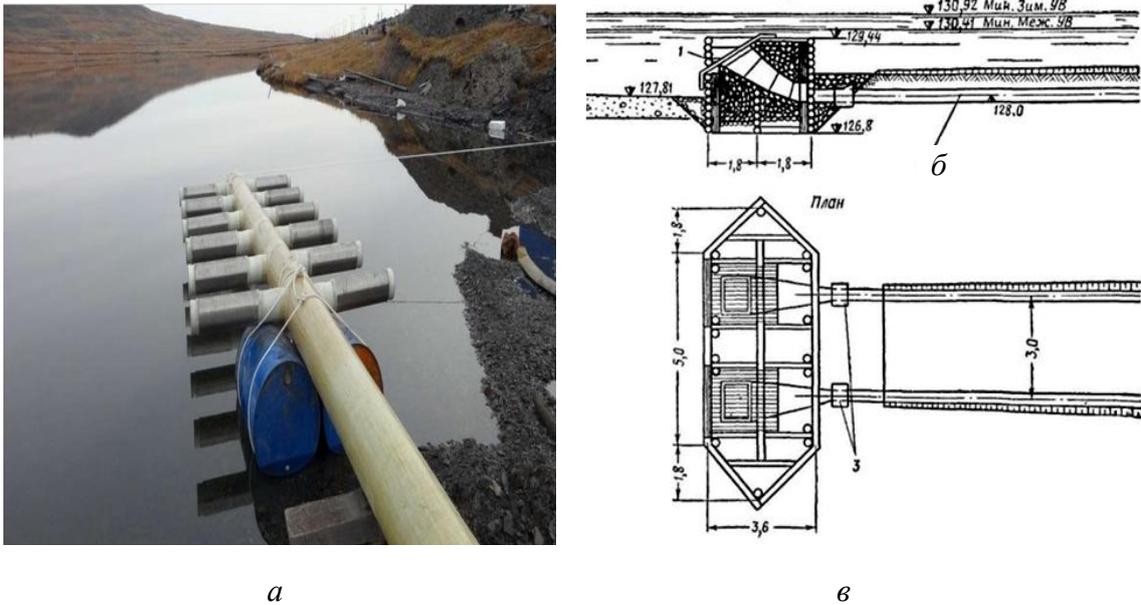


Рис. 2.3. Конструкції руслових водозаборів. *а* – фото; *б* – схема, вид збоку; *в* – схема, вид зверху:
 1 – оголовок, 2 – подавальний трубопровід, 3 – опора

Русловий водозабір буває суміщеного і роздільного типів.

Конструкцію і тип руслового водоприймача беруть залежно від необхідної категорії надійності водоподачі, складності природних умов забору води, призначення водотоку, наявності судноплавства, лісосплаву та інших місцевих умов.

Найбільш поширені затоплені водоприймачі. Вони дешевші та менш трудомісткі під час будівництва. У той же час неможливість огляду та очищення сміттєзатримувальних решіток водоприймачальних отворів під час паводку та льодоходу робить їх менш надійними щодо забезпечення безперебійної подачі води споживачам. Розміри водоприймачальних отворів потрібно визначати за середньо допустимою швидкістю під час витікання води в отвори сміттєзатримувальних решіток з урахуванням вимог рибозахисту.

Низ водоприймачальних отворів має бути розміщено не менш ніж на 0,5 м вище дна водойми, верх – не менше 0,2 м від нижньої кромки льоду. Водоприймачальні отвори потрібно розташовувати так, щоб в

них практично не потрапляли донні наноси, шуга і сміття, що пливають в різних шарах потоку, а також риба.

Лобовий прийом води є сприятливим у гідравлічному відношенні, проте сміття і шугу, що прилипають до ґрат, важко видалити, так як вони притискаються до ґрат динамічним тиском потоку. За бічного або верхнього прийому води сміття і шуга, що закупорюють решітки, поступово змиваються потоком, коли припиняють відбір води. Полегшується змивання сміття з решіток зворотною течією води.

Затоплений водоприймач малої продуктивності виконують у вигляді косоного коліна самопливного трубопроводу. Водоприймач виготовляють як одне ціле з самопливним трубопроводом. Положення його фіксують за допомогою сталевий опорної плити, укріпленої на залізобетонній опорній плиті. Надходження води в нього відбувається проти течії річки, що сприяє меншому потраплянню сміття та інших суспензій з потоку в річці і легшому видаленню їх під час промивання зворотною течією води.

Конструкції водоприймальних пристроїв дуже різноманітні і мають відповідати вимогам рибозахисту. На водозаборах, що встановлено на водоймах рибогосподарського призначення, використовують механічні, гідравлічні і фізіологічні рибозахисні пристрої.

Залежно від водного джерела, його рибогосподарського значення і особливостей поведінки в ньому молодняку риб у затоплених водоприймачах вживають такі заходи:

- збільшення площі водоприймальних отворів до розмірів, за яких швидкість витікання води була б у 3–4 рази менше швидкості потоку в річці у місці розташування водоприймача;
- огорожу водоприймальних отворів на час ската молодняку риб грубими фільтрами або сітчастим рибозахисним пристосуванням, забезпеченим надійними промивними пристроями;
- огорожу водоприймача плавучими запанями, якщо молодняк риби зосереджується у поверхневих шарах потоку річки.

На водоприймальних вікнах установлюють жалюзі. За швидкості течії води у водоймі до 0,3 м/с планують фільтрувальні ряжеві оголовки зі знімними касетами із завантаженням зі щебеню, керамзиту, полімерних матеріалів, а також керамзитобетонні касети. На пригребельних водозаборах установлюють конусні сітки, з яких скидають сміття і молодняк риби в нижній б'єф.

Основними критеріями вибору оптимальної конструкції рибозахисного пристрою (рис. 2.4–2.6) є неухильне виконання вимог рибоохоронних органів до ефективності рибозахисних пристроїв і дотримання інтересів власників водозбору щодо простоти і надійності конструкції, здешевлення будівництва та обслуговування рибозахисного пристрою.

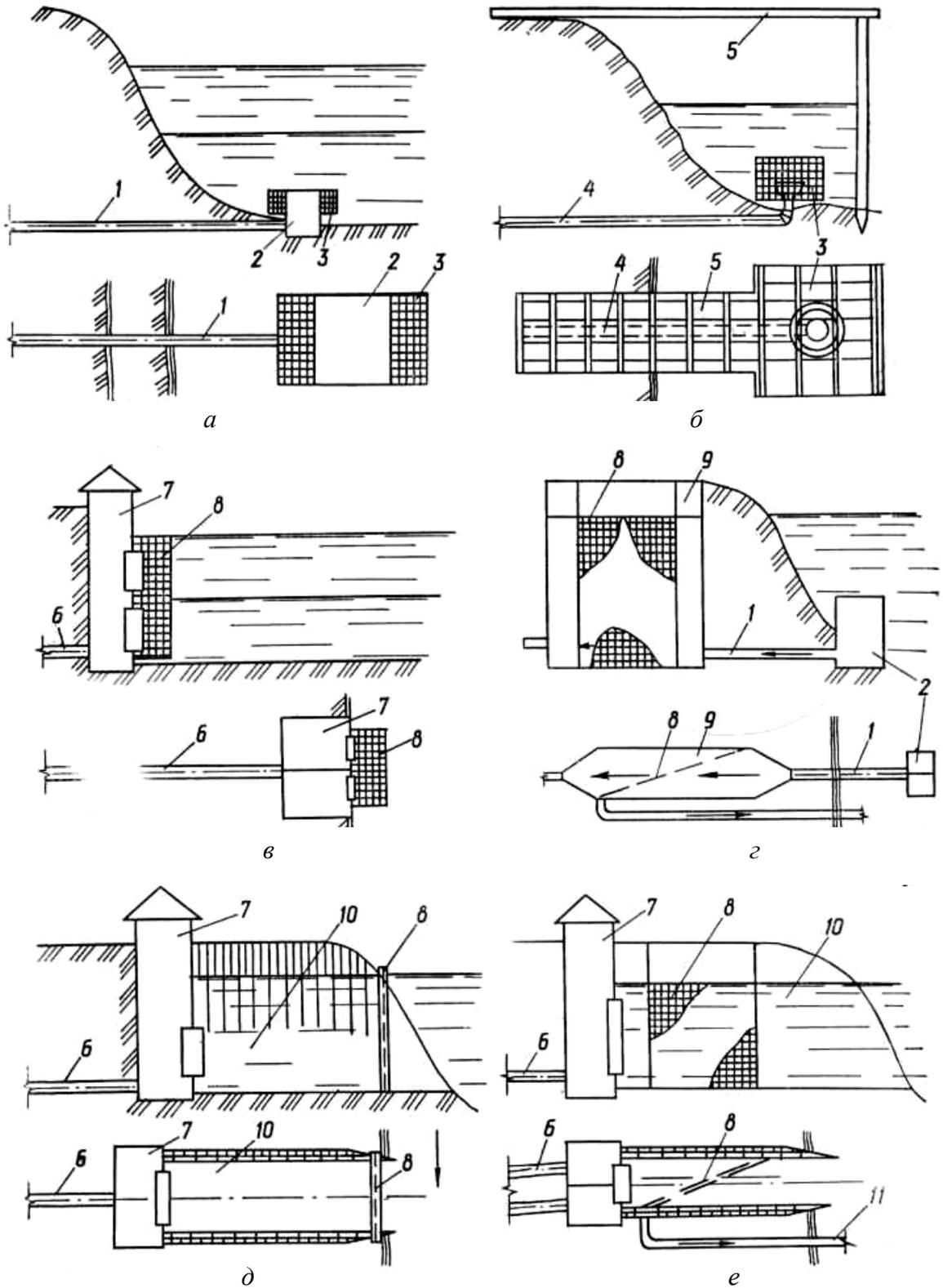


Рис. 2.4. Схеми механічних рибозахисних пристроїв:

a, б, в – з сітчастим барабаном; *г, д, e* – з рибозахисною сіткою;
 1 – самопливний або сифонний водовід; 2 – оголовок; 3 – сітчастий барабан;
 4 – всмоктувальний трубопровід; 5 – естакада або місток; 6 – всмоктувальний
 або напірний трубопровід; 7 – береговий колодязь; 8 – рибозахисна сітка;
 9 – сітчаста камера; 10 – підвідний канал або ківш; 11 – рибовідвід

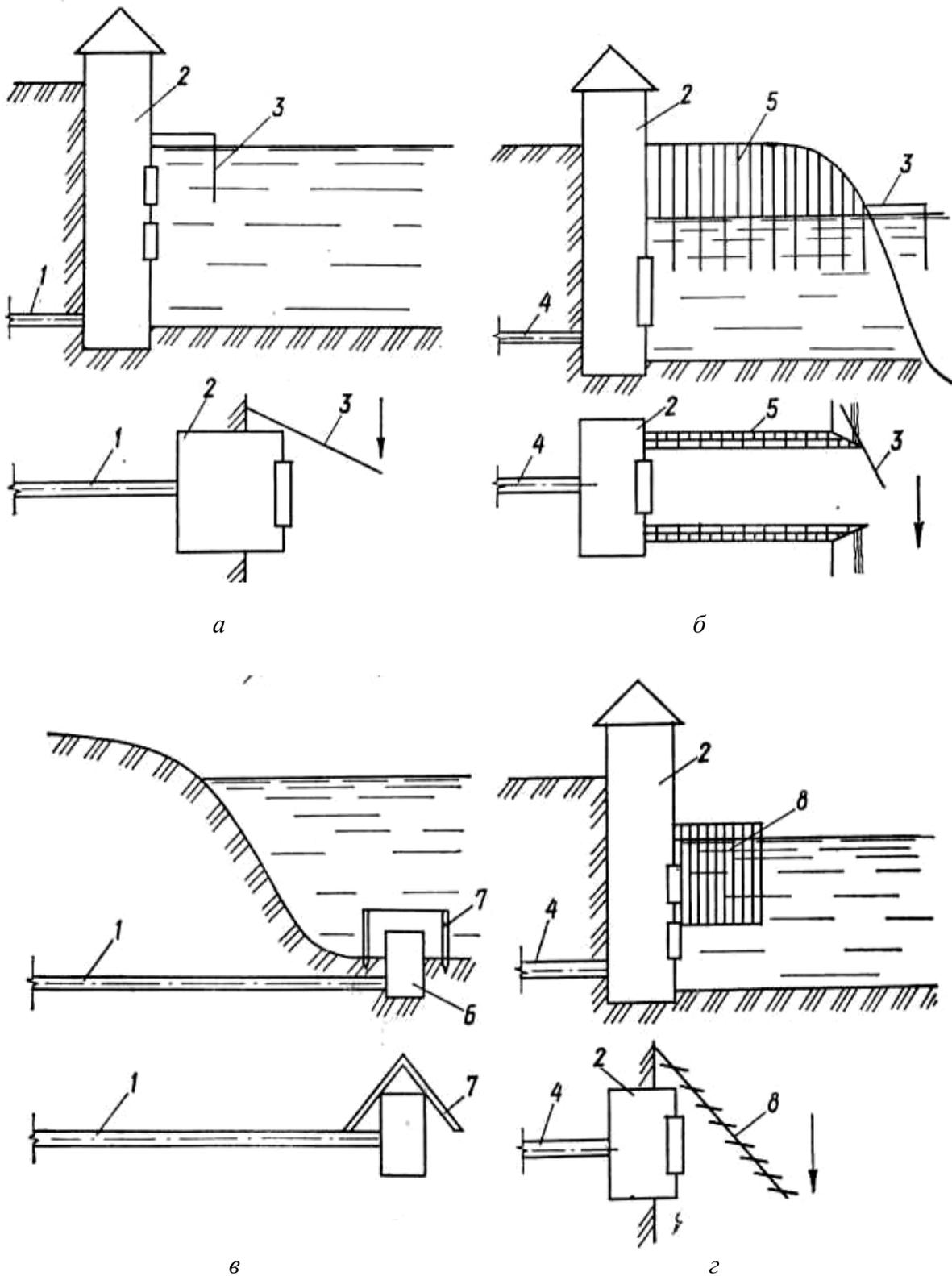


Рис. 2.5. Схеми гідралічних рибозахисних пристроїв:

a, б – з запанями; *в* – з відбійним козирком; *г* – з жалюзі; *1* – самопливний або сифонний водовід; *2* – водоприймальний колодязь; *3* – запані; *4* – всмоктувальний або напірний водовід; *5* – підвідний канал або ківш; *6* – оголовок; *7* – відбійний козирок; *8* – жалюзі

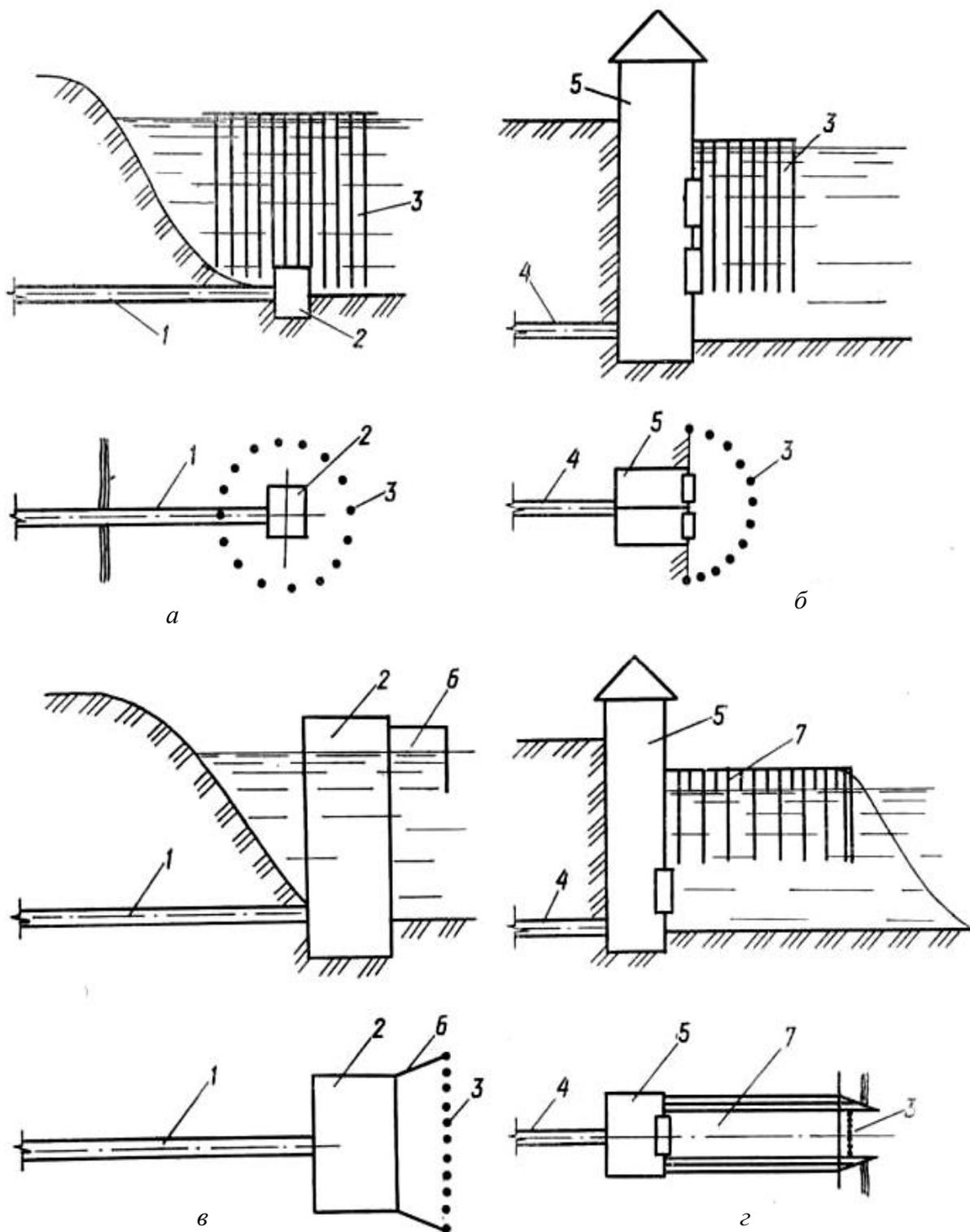


Рис. 2.6. Схеми електричних рибозахисних пристроїв:

а, б – з круговою установкою електродів; *в* – зі щитами і лінійною установкою електродів; *г* – з лінійною установкою електродів на ковші;

1 – самопливний або сифонний водовід; *2* – оголовок; *3* – електроди; *4* – всмоктувальний або напірний водовід; *5* – береговий колодязь; *б* – глухі щити; *7* – підвідний канал або ківш

Під час створення великих водозабірних пристроїв (рис. 2.7) часто вдаються до влаштування водопідвідних каналів або розчисток перед водозабірними спорудами, тобто на місці установки водозабірних пристроїв штучно створюють крутий берег, що дає можливість застосувати водозабір берегового типу.



а

б

Рис. 2.7. Водозабірні канали (*а*) та ковші (*б*)

За активних русло-формувань процесів оголовки можуть заноситися ґрунтом, а також підмиватися паводковими потоками (найчастіше зі сторони примикання самопливних ліній). При цьому трубопроводи провисають, вібрують, виникають завали, створюючи загрозу механічних пошкоджень водоприймача.

Водосховища, ставки і водойми схильні до замулювання, заростання і цвітіння води. Тривала їх експлуатація без очищення призводить до зниження витрат і погіршення якості води.

Осад, що відкладається у водоймах і водосховищах призводить до значного зменшення їх корисного об'єму і робить воду нижніх шарів малопридатною для господарсько-питних потреб.

Найбільш ефективним заходом боротьби з наносами є усунення самої причини виникнення наносів. Береги і відкоси необхідно зміцнювати чагарниками або лісопосадками, а також не допускати розорювання або зняття дернового покриву в безпосередній близькості до водойми, особливо на крутих схилах.

Для зменшення замулювання доцільно також вживати заходи проти потрапляння води з великою кількістю суспензії, що

досягається улаштуванням обхідних каналів або установкою вздовж укосів берегів загороджень.

Безвідмовна робота водозабірних споруд може бути досягнута в тому випадку, якщо самопливні лінії і береговий колодезь вільні від бруду й осадів, а водоприймач – від замулювання.

У міру накопичення осаду проводять очищення самопливних ліній і берегового колодезя.

Для прочищення самопливних трубопроводів застосовують промивання зворотною течією води. У цьому випадку досягається хороший ефект очищення не тільки трубопроводів, а й оголовків і їх сміттєзатримувальних решіток.

Основними факторами, за якими визначають можливість заростання водойм, є:

- невелика їх глибина;
- уповільнена течія або її відсутність;
- вид ґрунту і хімічний склад води.

Основні види водних рослин та водоростей, що сприяють заростанню водойм, можна розділити на три групи:

– рослини, які слабо закріплені на дні водойми. Залежно від прозорості води вони розвиваються на глибині до 4 м (перистолистник, кушир, різні рдести і нітелла);

– рослини з плаваючим листям, добре закріплені в ґрунті дна. Ці рослини трапляються на глибині до 3 м (латаття біле, кубушка жовта, рдест плаваючий та ін.);

– рослини, що розвиваються у прибережній мілководній зоні і добре закріплені (тростина, очерет, рогіз, осока).

Слабо закріплені види рослин, відриваючись під впливом вітру або течії, часто засмічують водоприймальні споруди.

Цвітіння води обумовлюється масовим розвитком рослинних і тваринних організмів – планктону. Кількість їх окремих особин у воді може досягати величезних цифр.

Масовий розвиток планктону змінює колір води залежно від забарвлення організмів.

Під час цвітіння водойми змінюється також запах і смак води. Нерідко цвітіння води закінчується масовим вимиранням планктону, в таких випадках вода набуває гнильного запаху і смаку, стає непридатною для пиття.

Боротьба із заростанням і цвітінням водойм, водосховищ та ставків здійснюється механічним і хімічним способами.

Найбільш ефективним є хімічний метод із застосуванням мідного купоросу, хлору та інших реагентів. Обробку рекомендують проводити навесні з човнів, катерів або літаків.

З огляду на те, що мідь є отруйною речовиною для мікроорганізмів водойм і риби, гранично допустима доза реагенту – до 0,4 мг/дм³ (за CuO₄). Норми мідного купоросу або хлору для боротьби з водною рослинністю в кожному окремому випадку потрібно узгодити з органами регулювання, використання та охорони водних ресурсів.

З механічних способів боротьби з заростанням водойм, ставків і водосховищ найбільш поширеним є викошування. Для видалення підводних рослин, що слабо закріплюються в ґрунті дна водойми, застосовують неводи.

Боротьба з біологічними обростаннями. Робота водозабірних споруд на річках, озерах і водосховищах може бути ускладнена через обростання решіток, сіток та інших елементів дрейссеною або іншими організмами (рис. 2.8). Нерідко ці молюски по трубопроводах проникають на кілька кілометрів і поселяються у спорудах фільтрувальних станцій, резервуарах і системах оберненого водопостачання.

Обростання водозабірних споруд гідробіонтами призводить до критичних втрат напору у всмоктувальній системі водозабору і загрози зупинки насосних станцій.



Рис. 2.8. Річкова дрейссена (*Dreissena polymorpha*)

Дрейссена зосереджується на підводних частинах залізобетонних конструкцій насосних станцій, облицюванні водоприймальних ковшів, на оголовках у підвідних трубопроводах, сміттєзатримувальних решітках і сітках, у напірних водоводах з насосних станцій I підйому.

У системі водопостачання личинки дрейссени рідко переміщуються самостійно, в основному – під впливом потоку води.

Шар дрейссени на внутрішніх стінках трубопроводів досягає 7–10 см, а маса обростань до 7 кг/м². Через це істотно зростає опір трубопроводів, що тягне за собою додаткові витрати електроенергії на подачу води. Тому боротьбу з дрейссеною на діючих водозаборах необхідно розглядати не тільки як засіб забезпечення безперебійного водопостачання, а й як міру економії електроенергії. Дрібні личинки дрейссени здатні проникати не лише через сміттєзатримувальні сітки і мікрофільтри, а й через піщані (швидкі і навіть повільні) фільтри, ускладнюючи тим самим технологію очищення води.

У боротьбі з обростаннями гідробіонтами доступне й ефективне застосування попереднього хлорування води з введенням хлору перед водоприймальними вікнами (використовуються також для поліпшення якості води та рибозахисту). Попередня доза хлору залежить від виду гідробіонтів.

Для видалення моллюска дрейссени з трубопроводів і споруд виконують періодичне (два-три рази на рік) хлорування в теплу пору року (у період максимального розвитку дрейссени).

Личинки моллюска гинуть під час контакту з хлорованою водою протягом 8 год для доз хлору 0,5–1,5 мг/дм³. Ефект досягається за дози хлору до 5 мг/дм³ і тривалості впливу не менше ніж 7 діб. Вміст хлору після насосної станції 1-го підйому має бути близько 2 мг/дм³.

Також води обробляють розчином мідного купоросу, концентрацією від 1 до 6 мг/дм³ протягом однієї години на добу через кожні дві доби; навесні і восени його доза менша, влітку – велика.

Крім того використовують такі методи боротьби – промивка водою з температурою 45–55 °С, анодний розчин мідних електродів, методи впливу за допомогою ультразвуку та іншого випромінення.

Під час експлуатації водозабірних споруд із поверхневих джерел персоналом підприємства ВКГ здійснюються:

– систематичний нагляд за станом водного джерела у межах ЗСО першого поясу (якість води, санітарний стан і рівень води у

водоймі, зміна фарватеру, стан берегів, рух наносів та замулення, зимовий режим водойми – льодостав, льодохід, шуга, донний лід тощо);

– постійний контроль за роботою водозабірних споруд (оголовок, рибзахисні пристрої, водоприймальні і сифонні лінії, береговий колодязь, насосні агрегати, гідротехнічні споруди);

– своєчасне промивання й очищення споруд, обладнання, комунікацій від наносів і засмічення плаваючими предметами, водною рослинністю, льодом тощо;

– регулярні спостереження за станом і переміщенням льоду, температурою і рівнем води у водоймі;

– нагляд за обмерзанням виступаючих з води поверхонь водозабірних споруд та їх вчасне очищення від льоду;

– очищення ковша або водоприймального колодязя від утворюваних на дні осадів.

Для спостереження за рівнями води обладнують водомірні пости (прості або автоматичні). Прості водомірні пости – це кілька рейок, які укріплено на береговому колодязі, або кілька паль, що встановлено в одному створі перпендикулярно до течії річки.

Спостереження за санітарним станом джерел зводиться до відбору проб води і їх аналізів.

Спостереження за водозабірними спорудами дає можливість своєчасно виявити й усунути пошкодження конструкцій і неполадки в роботі устаткування.

2.1.3. Експлуатація водозабірних споруд з підземних джерел

Згідно з чинним законодавством, експлуатацію підземних вод підприємствами, організаціями та окремими водоспоживачами допускають тільки за наявності дозволу на спеціальне водокористування. До нього належить користування водними об'єктами (в тому числі підземними водами) за допомогою будівництва та експлуатації водозабірних споруд, обладнаних насосними установками.

У водозаборах підземних вод застосовують такі водоприймальні споруди: водозабірні свердловини, шахтні колодязі, горизонтальні водозабори, променеві водозабори, каптажі джерела (табл. 2.1).

Коротка характеристика і місце застосування водозабірних споруд

№ пор.	Види споруд	Місце застосування	Коротка характеристика
1	Водозабірні свердловини	Для забору води з напірних і безнапірних водоносних пластів, що залягають на глибині понад 15 м від поверхні землі	Вертикальна виробка діаметром від 50 до 600 мм і більше, глибиною до 500 м і більше
2	Шахтні колодязі	Для забору води з тонких пластів, що залягають на глибинах до 40 м від поверхні землі	Вертикальна виробка діаметром до 2 м і глибиною 30–40 м
3	Горизонтальні водозбори	Для забору води з тонких пластів, що залягають на глибині 6–8 м від поверхні землі, поблизу водотоків і водойм	Горизонтальні дірчасті водозбірні труби або галереї, обладнані гравійним фільтром, через 30–50 м на них встановлено оглядові колодязі
4	Променеві водозбори	Для забору води з малопотужних (до 10 м) водоносних пластів, що залягають на глибинах 15–20 м від поверхні землі у піщано-гравійних відкладеннях із вмістом валунів менше ніж 10 %, а 60 % фракцій в ґрунті має бути менше 70 мм	Шахту, в нижній частині якої у водоносні пласти втиснули горизонтальні свердловини, обладнано фільтрувальною поверхнею з сіток або зернистих обсіпок
5	Каптажі джерельних вод	Застосовують за наявності концентрованого виходу підземних вод на поверхню землі	Кам'яні або бетонні камери з водоприймальними отворами з гравійним фільтром, обладнані водовідвідними трубами

Найпоширеніші водозабірні свердловини.

Надійність роботи водозаборів залежить від достовірності попередньо проведеного оцінювання експлуатації запасів підземних вод, якості виконаного проекту і надійності обладнання водозаборів. Останнє потрібно підбирати з урахуванням можливої зміни продуктивності водозабірних споруд через зміни режимів підживлення водоносного горизонту, замулювання прифільтрової зони і самих фільтрів, знос насосів (особливо у безфільтрових свердловинах) та ін.

Головним завданням експлуатації водозаборів підземних вод є виявлення зміни основних показників, особливо зміна рівнів води, зниження продуктивності, погіршення якості води.

Тому в період експлуатації водозаборів потрібно постійно контролювати їх роботу. Це, перш за все:

- контроль за величиною водовідбору; статичними і динамічними рівнями води в експлуатованих водоносних горизонтах, станом підземних вод і навколишнього середовища;
- виявлення осередків забруднення, оцінка масштабу і динаміка їх розвитку;
- прогнози якості підземних вод і міграції забруднень тощо.

Загальним для всіх умов експлуатації джерел підземних вод є таке:

- на всіх водозаборах необхідно щодня враховувати кількість води, яку відбирають;
- не менше одного разу на місяць на кожному водозборі слід вимірювати температуру та відбирати проби води для скороченого аналізу і не рідше ніж один раз на рік проводити повний аналіз;
- не рідше одного разу на місяць потрібно вимірювати динамічний рівень, і не рідше одного разу на два місяці статичний – під час зупинки насоса після відновлення рівня;
- не рідше одного разу на рік слід визначати питомий дебіт свердловини.

Спостереження за підземними водами у період їх експлуатації найважливіші в зоні суворого санітарного режиму, до якої належить ділянка водозабору з усіма спорудами і обладнанням.

Експлуатація водозабірних свердловин. Для будівництва і надійної подальшої експлуатації підземних водозаборів за допомогою свердловин у процесі проектування визначають: водоохоплювальну здатність свердловин (Q_c) у конкретних гідрогеологічних умовах, де є водозабір; величину зниження статичного рівня (S), виходячи з техніко-економічних міркувань і раціонального режиму експлуатації водоносного горизонту; тип фільтра, його конструкцію і розміри; підбирають марку насоса; конструюють свердловину, оголовок; komponують водозабірний вузол, попередньо визначивши кількість свердловин, їх відстань одну від одної і метод транспортування води по загальному водоводу в мережу або на очисну станцію (рис. 2.9).

У процесі проектування водозабірних свердловин потрібно враховувати умови їх взаємодії з наявними водозаборами або з проєктованими, а також їх вплив на довкілля.

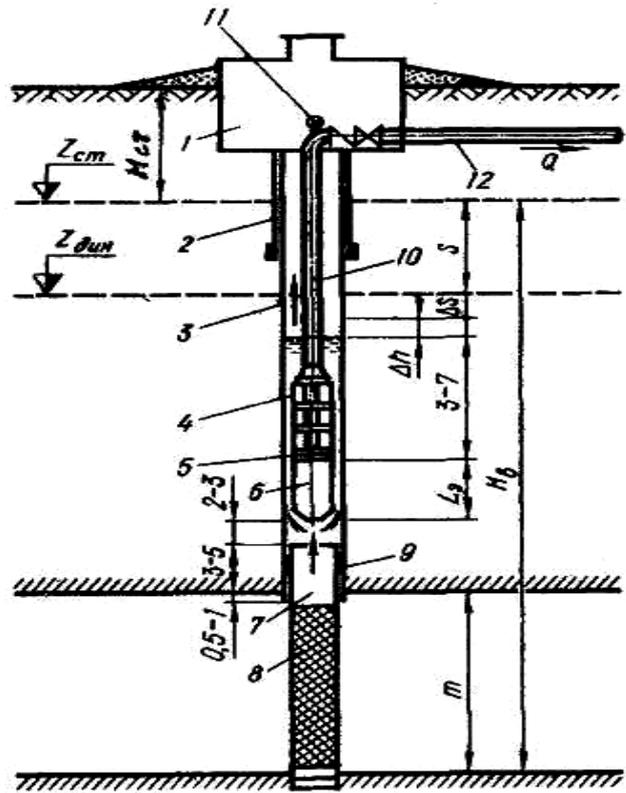


Рис. 2.9. Схема водозабірної свердловини:

- 1 – оголовок; 2 – захисна обсадна колона; 3 – експлуатаційна обсадна колона; 4 – насос; 5 – всмоктувальні отвори; 6 – заглибний електродвигун; 7 – надфільтрова труба; 8 – робоча поверхня фільтра; 9 – сальник; 10 – водопідйомна труба; 11 – манометр; 12 – напірний трубопровід

У конструкції свердловини необхідно передбачати можливість проведення замірів дебіту, рівня та відбору проб води, а також проведення ремонтно-відновлювальних робіт (рис. 2.10).

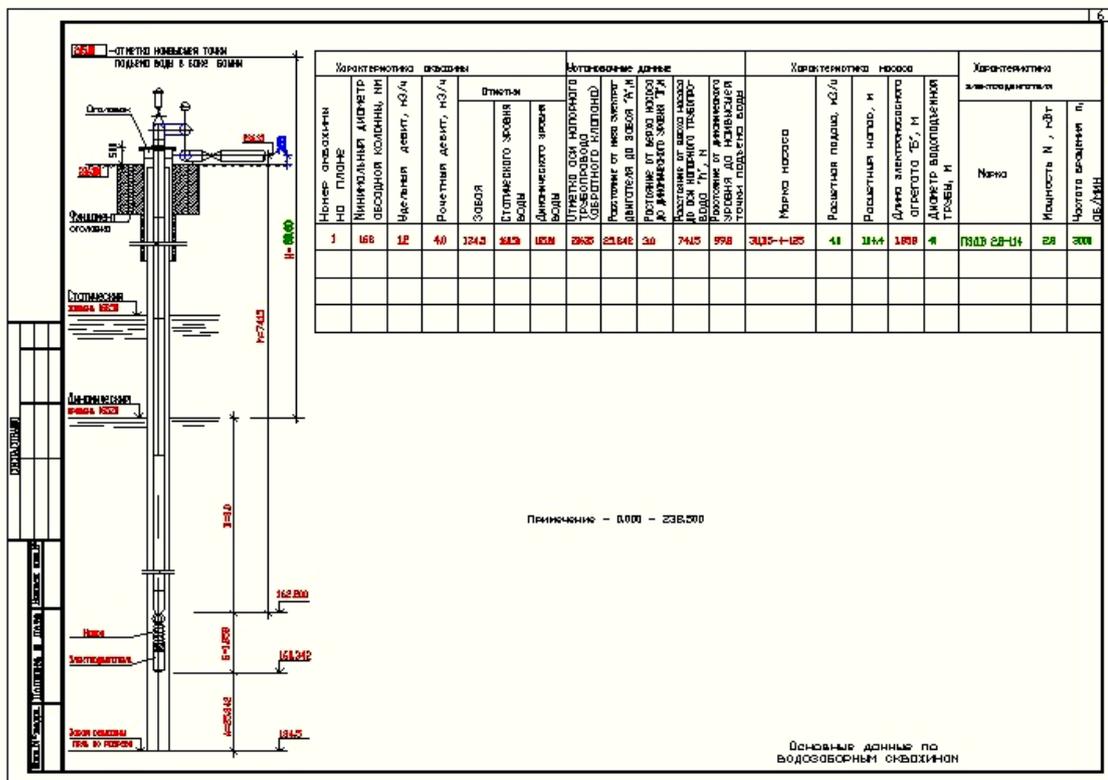


Рис. 2.10. Паспорт водозабірної свердловини

Основна умова довголітньої і стабільної роботи свердловини – чітке дотримання основних параметрів режиму експлуатації. Порушення експлуатаційних параметрів, особливо збільшуючи їх, призводить до виходу з ладу свердловини і насосного обладнання.

Мимовільна зміна продуктивності свердловини і зміна якості води вказують на її несправність.

Облік продуктивності свердловини проводять за показниками водолічильника, встановленого на напірному трубопроводі.

За зниження продуктивності свердловин або погіршенні якості води в них підприємство ВКГ проводить спеціальне обстеження і вживає заходи щодо їх усунення. Якщо неможливо досягти позитивних результатів, свердловина підлягає тампонуванню.

На технічний стан свердловини негативно впливає нерівномірність її експлуатації – часті увімкнення і вимкнення насосної установки, сезонність роботи свердловини, використання її як резервної.

Резервні свердловини мають працювати поперемінно не менше 2–3 діб з інтервалом 1–2 тижні.

Свердловини, що працюють сезонно або використовуються для подачі води у пікові періоди, потрібно прокачувати протягом 2–3 діб не рідше ніж 1–2 рази на місяць. Із сезонних свердловин не рекомендують виймати насосне обладнання.

Часто у свердловинах, які використовують водоносні горизонти у піщаних відкладеннях, обладнаних сітчастими або дротяними фільтрами, у процесі відкачування не встигає сформуватися природний фільтр.

Тому в початковий період експлуатації таких свердловин необхідно поступово нарощувати їх продуктивність, починаючи з 40–60 % від експлуатаційної, при цьому пуск і зупинку таких свердловин необхідно проводити якомога рідше.

У свердловинах, що експлуатують щільні тріщинуваті водоносні горизонти, у початковий період експлуатації слід відкачувати воду з максимальним дебітом.

У процесі експлуатації водозабірних споруд з підземних джерел персонал зобов'язаний:

– забезпечувати санітарний режим на території першого поясу зони санітарної охорони (ЗСО);

- на експлуатованих водозаборах вести систематичне спостереження за рівнями води та якістю підземних вод;

- здійснювати постійний контроль за дебітом експлуатаційних свердловин і якістю води, що відкачується з них, динамічним рівнем під час роботи водопідіймального обладнання та умовно-статичним рівнем у випадку зупинки свердловини;

- забезпечувати задані режими роботи експлуатаційних свердловин і насосних агрегатів;

- вести експлуатаційну документацію;

- систематично проводити технічне обслуговування і ремонти.

До спостереження за роботою свердловин належить виконання таких робіт:

- щотижня заміряють вміст піску у воді;

- раз на два тижні перевіряють динамічний рівень і дебіт свердловини, а під час зупинок насосного обладнання (але не рідше одного разу на місяць) – статичний рівень.

- раз на місяць роблять бактеріологічний і раз у два місяці – хімічний аналіз води.

Усі дані спостережень, а також час роботи водопідійомного обладнання заносять в експлуатаційний журнал, де зазначають, крім цього, інформацію про проведені ремонти, профілактичні огляди насосного обладнання та заміну експлуатаційних насосів. Дані експлуатаційного журналу дають можливість виявити основні несправності свердловини і водопідійомного обладнання, що виникають у процесі експлуатації.

Найбільшого руйнування зазвичай зазнають труби і сітчасті фільтри; їх несправність можна визначити, насамперед, за рахунок зміни дебіту свердловини. Таким же чином можна дізнатися про прорив сітчастих фільтрів або засмічення їх піском, глиною, а також відкладення на них окису заліза. Труби зношуються як від механічного впливу води, так і від корозії.

Загальний термін служби водяної свердловини визначається терміном служби обсадних труб і фільтрів (рис. 2.11). Термін служби свердловини і, зокрема, фільтра визначається хімічним складом води, конструкцією і застосовуваними матеріалами, а також величиною водовідбору.

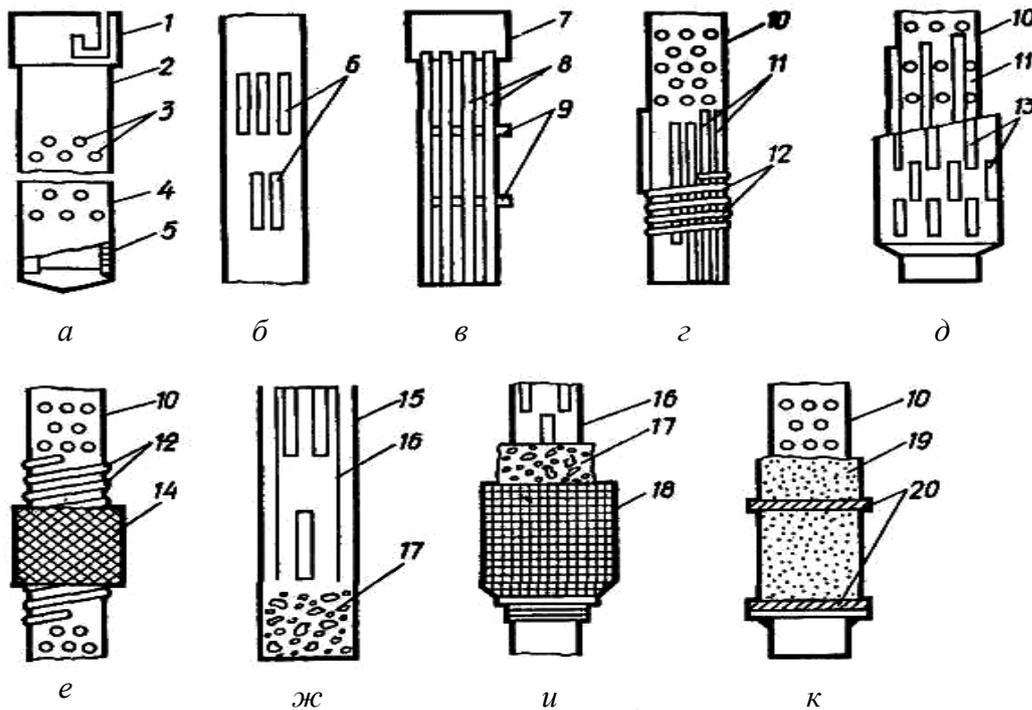


Рис. 2.11. Типи фільтрів водозабірних свердловин:

а – трубчастий фільтр-каркас з круглими отворами; *б* – щілинний; *в* – каркасно-стержневий; *г* – дротяний; *д* – зі штампованого сталюого листа; *е* – сітчастий; *ж* – гравійно-засипний; *и* – гравійно-кожуховий; *к* – блочний;

1 – муфта з фігурним вирізом; *2* – надфільтрова труба; *3* – водоприймальні отвори; *4* – відстійник; *5* – пробка; *6* – щілини; *7* – з'єднувальний патрубок; *8* – металеві стержні; *9* – опорні кільця жорсткості; *10* – дірчастий каркас; *11* – підкладні поздовжні стержні; *12* – дротяна обмотка; *13* – водоприймальна поверхня із штампованого листа; *14* – сітка; *15* – обсадна труба; *16* – щілинний каркас; *17* – гравійна обсіпка; *18* – кожух із сітки квадратного плетива; *19* – блоки з пористого бетону; *20* – гумові ущільнювальні прокладки

Найбільше внутрішні стінки обсадних труб зношуються у тому місці, яке поперемінно то змочується, то осушується, тобто на ділянці між статичним і динамічним рівнями. Обсадні труби інтенсивно зношуються під дією блукаючих струмів, у цьому випадку обсадні труби можуть зруйнуватися протягом п'яти – шести років. Зазвичай труби зношуються нерівномірно, причому в деяких місцях утворюються наскрізні отвори.

Дефекти в стінках водяної свердловини виявляють після демонтажу водопідйомного обладнання, оглядаючи внутрішні стінки обсадних труб ТВ-камерою або візуально. Рекомендовано проведення ревізій свердловин через 3–5 років після приймання їх в експлуатацію.

Термін служби фільтра будь-якої системи коротший за термін служби обсадних труб. Крім того, він може обростати вапняними, залізистими та іншими відкладеннями.

У практиці експлуатації часто трапляються й інші несправності водоприймальної частини свердловини:

- накопичення відкладень на забої або у фільтрі;
- глинізація водоносного шару зі зменшенням дебіту свердловини;
- прорив чи розмив породи, що лежить на покрівлі водоносної породи тощо.

Обстеження свердловини проводять для відновлення або уточнення її технічних характеристик, потрібних для оцінювання можливості її подальшої експлуатації, необхідності і ступеня складності ремонту або реконструкції, необхідності ліквідації. Обстеження діючих водозабірних свердловин проводять у кілька етапів.

Етап 1. Збір та аналіз вихідної документації:

- встановлюють місцезнаходження свердловини;
- організацію, що споруджувала свердловину;
- рік спорудження;
- спосіб буріння;
- проектну конструкцію свердловини;
- проектний геологічний розріз;
- матеріал і діаметри обсадних труб;
- тип і довжину фільтра;
- збирають і аналізують відомості про експлуатацію свердловини;
- період експлуатації;
- перерви в роботі водопідйомного обладнання;
- причини зупинок, наявність піскування;
- види і терміни проведених ремонтних робіт;
- дані про дебіт і питомий дебіт свердловини;
- хімічний склад води, яку забирають у процесі експлуатації свердловини.

Етап 2. Натурне обстеження свердловини:

- визначення основних параметрів свердловини (проводять вимірювання статичного і динамічного рівнів, дебіту і глибини);
- проведення додаткових спеціалізованих робіт з обстеження свердловини (динаміка зниження і відновлення рівня, відбір проб

води на аналіз, огляд і ревізія наземного та водопідйомного обладнання, каротаж, витратометрія тощо).

Етап 3. Обробка результатів обстеження (аналіз даних, отриманих під час обстеження, з розробкою рекомендацій):

– на підставі оглядів і ознайомлення з експлуатаційними документами складають акт про дефекти і попередню програму відновлювального ремонту свердловини.

Експлуатація водозбірних галерей, шахтних колодязів, каптажних пристроїв. Шахтні колодязі рекомендують застосовувати для забору води, як правило, з перших від поверхні безнапірних і малопотужних водоносних пластів, що залягають на глибині до 30 м.

За потужності водоносного пласта до 3 м передбачають шахтні колодязі досконалого типу з розкриттям усієї потужності пласта; за більшої потужності допускають досконалі і недосконалі колодязі з розкриттям частини пласта. На рис. 2.12 показано схему пристрою шахтного колодязя зі збірних залізобетонних кілець діаметром 1 м і висотою кільця 1 м.

Шахтні колодязі, як правило, у плані виконують круглої форми діаметром від 1 до 2 м. Стінки колодязя можуть бути з цегли, каменю, бетону, залізобетону, дерева.

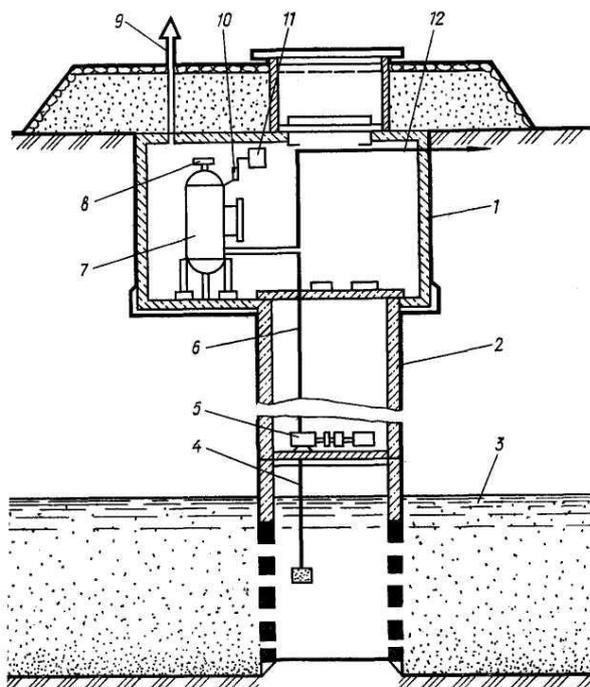


Рис. 2.12. Шахтний колодязь:
1 – підземне приміщення;
2 – шахтний колодязь;
3 – водоносний пласт;
4 – всмоктувальна труба;
5 – горизонтальний електронасос;
6 – напірна труба;
7 – водонапірний пневматичний резервуар;
8 – запобіжний клапан;
9 – вентиляційна труба;
10 – реле тиску;
11 – пункт керування;
12 – напірний трубопровід

Водоприймальна частина шахтного колодязя має забезпечувати вільний вхід води без виносу ґрунту і закупорювання ним вхідних отворів (фільтрів). Глибина шару і запас води мають бути достатніми для безперервного її забору. Кріплення водоприймальної частини має бути міцним, довговічним і не впливати на якість води. Оголовок має надійно захищати колодязь від поверхневої води і бруду, забезпечувати зручний і безпечний водозабір.

Горизонтальні водозабори застосовують під час забору води з безнапірних водоносних пластів, що залягають неглибоко (до 8 м), невеликої потужності, переважно поблизу поверхневих водотоків. Вони складаються з водоприймача, що забирає воду з водоносного пласта, відвідних каналів або трубопроводів для відведення забраної води у водозбірний колодязь, водозбірного колодязя і насосної станції.

За конструкцією водоприймача горизонтальні водозабори можна розділити на відкриті канали, кам'яно-щебелеві дрени, трубчасті дрени і галереї.

Для системи тимчасового водопостачання застосовують кам'яно-щебелевий горизонтальний водозабір (рис. 2.13.). У водозбірній кам'яно-щебелевій дрені водоприймальною частиною є кам'яно-щебелева призма, викладена з подрібненого каменю чи щебеню розміром 30×30 мм або 50×50 мм, укладена в траншеї і обкладена зворотним фільтром. Перед засипанням траншеї слід влаштовувати екран із глини або суглинку для запобігання проникненню поверхневих вод у траншею.

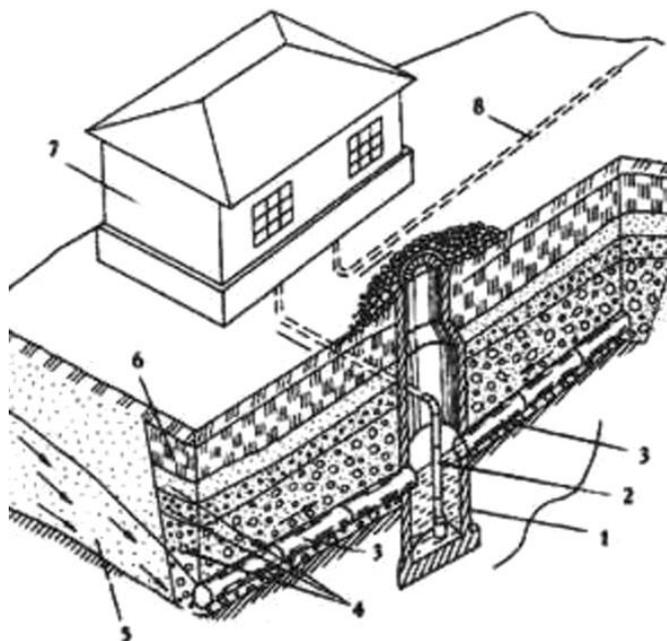


Рис. 2.13. Горизонтальний водозабір:

- 1 – колодязь, 2 – всмоктувальний трубопровід, 3 – водозбірна труба, 4 – шар гравію, 5 – водоносний ґрунт, 6 – глина, 7 – насосна станція, 8 – напірний трубопровід

Найдосконалішим горизонтальним водозабором є трубчаста дрена. Водоприймач трубчастої дрени виконують з дірчастих бетонних або залізобетонних труб. Мінімальний діаметр труб беруть 150 мм. Нижня частина труби (не більше $1/3$ по висоті), по якій тече зібрана вода, отворів не має. Труби укладають з ухилом $0,007-0,01$ у бік водозбірного колодязя. Швидкість течії води беруть не менше ніж $0,7$ м/с.

Променеві (горизонтальні) водозабори – це споруди, що складаються з шахтного колодязя та системи горизонтальних свердловин (дрен), які виходять з нижньої частини шахти. Їх слід передбачати у водоносних пластах, покрівлю яких розташовано від поверхні землі на глибині не більше ніж $15-20$ мм, за потужності водоносних пластів, що не перевищують 20 м.

Водоприймальною частиною водозабору є горизонтальні трубчасті дрени (промені), що радіально розходяться від шахтного колодязя і прокладені у водоносному шарі за допомогою продавлювання. Продавлювання променів здійснюють з шахтного колодязя. Променеві фільтрові труби виконують із перфорованих сталевих труб. З горизонтальних променевих фільтрів вода надходить у шахтний колодязь.

Застосування променевих водозаборів для підруслових вод дає можливість отримати чисту воду з річок та озер завдяки її фільтрації через дно і береги річки.

Каптаж джерельних вод. Джерельні води – це вихід підземних вод на поверхню. За видом потоку джерела можна розділити на висхідні і низхідні.

Висхідні потоки утворюються в результаті порушення шару, що перекриває напірні водоносні пласти.

Спадні джерельні води утворюються в результаті виклинювання водоносних горизонтів (наприклад, на схилах берегів, ярів, балок, пагорбів).

Влаштовують каптаж за допомогою споруд, що забезпечують найповніше використання джерела і запобігають його забрудненню поверхневими водами. Конструкція каптажної споруди залежить від виду потоку.

Для захоплення висхідного потоку застосовують споруди, що забезпечують надходження води через дно колодязя. За наявності спадного джерела застосовують споруду, яка забезпечує надходження

води через отвори в стіни камери. Для найповнішого захоплення низхідного потоку влаштовують уловлювальні стінки. Залежно від потужності джерельних вод вони можуть використовуватися як для водопостачання невеликих населених пунктів, так і для водопостачання великих міст.

Догляд за такими спорудами полягає:

- в очищенні їх від піску, що нагромадився у споруді, а іноді і мулу;
- дезінфекції газоподібним хлором або хлорним вапном;
- відновленні зруйнованої штукатурки та ін.

З санітарно-профілактичною метою шахтний колодязь оглядають один раз на місяць. Детально колодязь оглядають не рідше одного разу на рік. При цьому, за можливості, з колодязя відкачують воду і з дотриманням заходів безпеки опускають у нього робочого для огляду.

Один раз на рік колодязь очищають від мулу або розрідженого ґрунту механізованим способом (струменевим елеватором-ежектором чи очищувачем шахтних колодязів ОШК-30) або вручну (черпаком і цебром). Щоб ліквідувати осідання ґрунту навколо колодязя, розкривають вимощення, розчищають поверхню від глиняного замка, поглиблення заповнюють шаром вогкої глини товщиною до 10 см, ретельно його утрамбовують і знову влаштовують вимощення.

Перед настанням холодів оголовок шахтного колодязя утеплюють соломною або тирсою. У північних районах над ним влаштовують утеплені будки. У зимовий час підходи до криниць розчищають від снігу і льоду. Навесні від них прибирають сніг, лід і відводять снігову воду.

Якщо відбувається обвал навколо каптажу або шахтного колодязя з утворенням низхідних тріщин у породах, що вивітрилися, слід розчищати обвали або влаштовувати тампонаж низхідних тріщин, через які йде вода; якщо виявити тріщини важко або неможливо, то слід влаштовувати цементацийну завісу.

Якщо каптаж, розташований у заплаві, під час паводку затоплюється водою, то слід вживати заходи, що запобігають контакту каптажних і паводкових вод через поверхню і стіни каптажу; можна ізолювати споруду глиняним «одягом» з поверхні або обвалувати каптаж.

Якщо каптажні і паводкові води вступають у контакт за межами споруди, то на час паводку воду хлорують.

Воду з каптажів, водозбірних галерей і шахтних колодязів зазвичай забирають насосами: з галереї – через водозбірний колодязь: з каптажів і шахтних колодязів – безпосередньо.

Споруди для каптажу ключів і забору неглибоких підземних вод (галереї і шахтні колодязі) необхідно періодично оглядати і ремонтувати.

На стан стін і їх перекриттів впливає вода, особливо, якщо вона агресивна, а також атмосфера.

2.1.4. Приймання водозабірних споруд в експлуатацію

Приймання водозаборів в експлуатацію проводять або в складі всієї системи водопостачання, або тільки комплексу водозабірних споруд.

Проводиться приймання державними приймальними комісіями. Під час приймання водозабірних споруд перевіряють наявність дозволу на спеціальне водокористування та визначення меж першого поясу зони санітарної охорони.

Особливу увагу під час приймання в експлуатацію водозабірних споруд із *поверхневих водних джерел* потрібно звернути на проектні і фактичні відмітки установки оголовків, профіль підводної частини ковша, розміри і висотне положення водоприймальних вікон, якість русло-виправних і берегоукріплювальних робіт, засипання самопливних і сифонних трубопроводів тощо.

Якщо після завершення будівництва водозабору водоспоживання не досягло розрахункової продуктивності, приймання в експлуатацію можуть проводити з насосно-енергетичним обладнанням меншої потужності з розрахунку подальшої (у міру зростання водоспоживання) заміни цього обладнання. Випробовувати водозабір у будь-якому випадку слід за розрахункового навантаження. Приймання і введення в експлуатацію водоприймальних ковшів з меншою, ніж розрахункова, продуктивністю супроводжується зміною режиму потоку в ковші і відкладенням наносів. У таких випадках має бути намічено додаткові заходи з чищення ковша.

Після закінчення усіх бурових робіт проводять будівельне відкачування води зі свердловини. Будівельне відкачування необхідне для освітлення води і вимивання зі свердловини механічних домішок. Під час розкриття нестійких водоносних порід відкачування проводять, збільшуючи подачу води в міру звільнення її від домішок і

освітлення до максимально можливого, але не менше ніж 75 % проектного дебіту свердловини. Під час розкриття стійких водоносних порід відкачування починають з максимально можливою подачею води.

Будівельне відкачування вважають закінченим, якщо кількість води, яку подають, близька до проектного значення, досягнуто стабілізацію динамічного рівня і за безперервного відкачування тривалістю не менше ніж 16 год не виносяться механічні домішки, вода стає зовсім прозорою і забезпечується сталість фізико-хімічного та бактеріологічного аналізів.

Якщо за бактеріологічними показниками не вдається досягти нормативних значень, свердловину необхідно продезінфікувати розчином хлорного вапна. Вміст активного хлору, що вводять у свердловину, має бути не менше ніж 100 мг/дм³ (за змішування хлорного розчину з водою свердловини). Контакт хлорного розчину з водою має тривати не менше 2-х годин.

Після хлорування проводять відкачування з максимальною подачею води до повної відсутності у ній залишкового хлору і знову відбирають пробу води для бактеріологічного аналізу.

Після закінчення будівельного відкачування для визначення питомого дебіту свердловини виконують дослідне відкачування. За питомим дебітом підраховують максимально можливий дебіт. Дослідне відкачування потрібно проводити не менше ніж на два зниження рівня води за дебіту, найближчого до проектного, але не менше ніж 75 %.

Під час буріння свердловини в оформленні всієї документації бере участь замовник (представник технічного нагляду), який у більшості випадків у подальшому здійснює її експлуатацію.

Свердловину можуть прийняти в експлуатацію лише після повного її монтажу, тобто після установки насосного обладнання, споруд, пристроїв надскважного павільйону і обв'язки свердловини, будівництва та благоустрою зон санітарної охорони відповідно до проектною документації, подачі електроенергії.

Після закінчення будівництва й обладнання насосним устаткуванням свердловини перевіряють на герметичність, а після обладнання контрольно-вимірювальними приладами (КВП) їх випробовують шляхом пробних відкачувань з метою перевірки роботи всіх елементів водозабірної споруди, визначення продуктивності

водозабору в цілому і встановлення оптимального режиму його експлуатації у межах обсягів води, яку забирають, зафіксованих у дозволі на спеціальне водокористування.

Під час приймання споруд робочою комісією проводять такі роботи: замір повної глибини колодязя, визначення статичного і динамічного рівнів води, а також питомої витрати води чи продуктивності.

Перевіряють:

- розташування обсадних труб (відмітки низу-верху);
- вертикальність колодязів;
- кріплення насосного агрегату до нижнього фланця опорної плити колодязя;
- комплектність водопідіймального обладнання з автоматикою пуску;
- якість виконання бетонного фундаменту;
- положення електроприводу в колодязях і його кріплення до водопідійомної труби;
- правильність монтажу напірного трубопроводу і наявність на ньому запірної засувки, зворотного клапана, манометра, водоміра і крана для взяття проб.

Після закінчення перевірки у присутності комісії проводять повторний пуск свердловини у потрібному експлуатаційному режимі.

Будівельна організація передає замовнику такі документи на влаштування підземних водозаборів:

- проекти буріння свердловин;
- паспорти електронасосів;
- паспорти на буріння кожної свердловини з даними про відкачування води і її хімічний склад;

а також акти:

- на приховані роботи;
- гідравлічне випробування збірних водоводів;
- проведення випробувань з герметизації свердловин;
- влаштування основи під трубопроводи;
- промивку та хлорування свердловин і збірних водоводів;
- гідроізоляцію труб;
- влаштування фундаментів під оголовки.

Під час передачі в експлуатацію шахтного колодязя складають акт і паспорт із зазначенням місцезнаходження колодязя, його геологічний розріз, глибину від поверхні землі до дна, динамічний і

статичний рівні, дебіт, якість води, розміри і тип кріплення шахти та водоприймальної частини. При цьому проводять інструктаж особи, що обслуговуватиме колодязь.

2.1.5. Планово-попереджувальні роботи, налагодження та інтенсифікація роботи водозабірних споруд. Капітальний ремонт

У період експлуатації водозабірних споруд здійснюють планово-попереджувальний огляд (ППО) і планово-попереджувальний ремонт (ППР) водозабірних споруд і пристроїв.

Періодичність проведення цих робіт на водозабірних спорудах з поверхневих водних джерел наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Періодичність огляду і планового ремонту водозабірних споруд

Споруди та види робіт	Періодичність			
	огляду	чистки	поточного ремонту	капітального ремонту
Оголовки водоприймачів, у тому числі у період льодоходу	двічі на рік	за потреби	двічі на рік	за потреби
	щоденно	за потреби	за потреби	за потреби
Самопливні і сифонні трубопроводи	раз на рік	за потреби	за потреби	за потреби
Берегові колодязі в тому числі: - видалення осаду; - ремонт сіток; - берегоукріплення	двічі на рік двічі на рік кожну зміну двічі на рік	за потреби за потреби за потреби	1 раз на рік 1 раз на рік двічі на рік за потреби, але не рідше ніж 1 раз на 2 роки	раз на 2 роки за потреби, але не рідше ніж 1 раз на 5 років
Трубопроводи і за-пірно-регульовальна арматура	двічі на рік	за потреби	двічі на рік	за потреби, але не рідше ніж раз на 5 років
Греблі, дамби, канали, ковші	раз на місяць	за потреби	за потреби	за потреби

Детальне обстеження і поточний ремонт усіх водозабірних споруд проводять, як правило, 1–2 рази на рік: після весняної повені, коли найбільш вірогідні руйнування, і приблизно за місяць до льодоставу (табл. 2.3). У першому випадку виконують в основному аварійні роботи, у другому – профілактичні.

**Основні види ремонтних робіт на водозабірних спорудах
з поверхневих водних джерел**

Елементи водозабірних споруд	Вид ремонту	
	поточний	капітальний
Берегові приймальні колодязі і приймальні камери водозаборів, суміщених з насосними станціями	Очищення від мулу, промивка колодязів, камер і ковшів; чистка і ремонт решіток (сіток) та щитових затворів; фарбування металевих поверхонь з очищенням від іржі; затирання з залізненням стін колодязів, камер і оголовків ковшів	Ремонт стін і дна колодязів, камер і берегових водозаборів, заміна решіток або сіток водоприймачів і щитових затворів; розбирання і ремонт приводів обертових сіток, заміна сіток; заміна ходових скоб або сходів; ремонт або заміна кріплення берегової смуги у водозаборі і приймальному ковші; ремонт грязьових ежекторів і промивних пристроїв сіток
Водоприймальні оголовки	Обстеження стану оголовка водозабором і усунення дрібних пошкоджень; промивка самопливних ліній	Заміна ряжа із завантаженням і обсіпанням каменю, ремонт бетонного оголовка, очищення від наносів; демонтаж і монтаж сталевих самопливних труб оголовків; ремонт обігрівальної решітки для боротьби з донним льодом і шугою
Підвідні і відвідні канали, відкоси греблі, відстійні ставки	Засів травою, затирання тріщин у бетонному облицюванні; заміна окремих бетонних плит у кріпленні каналів; чистка ставків	Заміна конструкцій кріплення стінок і укосів каналів; протизсувні роботи; буріння розвантажувальних і дренажних свердловин; ремонт дренажів; ремонт вхідних і вихідних оголовків каналів

Робота водозабірних пристроїв іноді порушується весняними або зливовими водами. Бувають випадки, коли весняні води затоплюють насосну станцію, руйнують водоприймачі і розмивають береги біля водозаборів. Крім того, може статися підмив берега поблизу водозабору, супроводжуваний іноді порушенням самопливних ліній.

Для захисту водозабірних споруд, що знаходяться в небезпеці руйнування або пошкодження під час проходу весняних вод, необхідно завчасно підготувати і підвезти до них достатній запас скріплювального матеріалу. Під час проходу весняних вод необхідно також вживати заходи щодо захисту водозабірних споруд від пошкоджень льодоходом.

У багатьох випадках необхідність захисту водоприймальних споруд від підмиву потребує виконання берегоукріплювальних робіт вище і нижче місця забору води. Укріплювати береги можна шляхом улаштування кам'яного накидання, одиночного або подвійного мощення з великого каменю. Якщо берег крутий і не забезпечує природної стійкості ґрунтів, з яких він складається, слід спланувати укоси.

Дуже часто перебої у подачі води відбуваються через порушення герметичності всмоктувальних ліній. Засмоктування повітря закінчується зазвичай розривом струменя. Виявлення та ліквідація несправностей всмоктувальних ліній є досить трудомісткими.

З метою запобігання утворенню на поверхні води у всмоктувальній камері колодязя воронки (тобто можливості засмоктування повітря насосом) має бути витримано певне співвідношення між витратою води, розмірами камери колодязя і діаметром всмоктувального трубопроводу.

У будь-якому випадку низ всмоктувальної труби слід занурювати на величину $h \geq 2D$, де D – діаметр всмоктувального трубопроводу.

Відстань від низу всмоктувальної труби до дна колодязя, щоб уникнути засмоктування відкладень з дна, беруть більше або рівним $0,5D$.

Для збільшення витрати води за збереження колишніх розмірів всмоктувальної камери берегового колодязя та запобігання утворенню воронки на поверхні води в камері можна влаштовувати накладки на всмоктувальну частину трубопроводів.

Під час експлуатації сифонних водозаборів необхідно звертати увагу на таке:

- герметизацію трубопроводів і арматури сифонних ліній;
- автоматизацію видалення повітря з цих ліній;
- запобігання їх вібрації, пов'язаній з появою кавітації в низхідних ділянках трубопроводу за порушення суцільності потоку в ньому.

Щоб не допустити цього явища, потрібно або підібрати діаметр цієї ділянки, або встановити на ній місцевий опір.

Під час експлуатації ківшових водозаборів додатково спостерігають і доглядають за самим ковшем. Очищувати ківш від

мулу потрібно за потреби, але як показує практика, не рідше 1 разу на 2–3 роки. Якщо рідко чистити ковші, то вони заростають водоростями і чагарником.

Найчастіше за аварійних ситуацій на водозаборах спостерігається різке падіння рівня води у водоприймальних і всмоктувальних камерах берегового колодязя, що призводить до зриву вакууму насосів і їх зупинку. Запуск насосів буває дуже ускладнений і може супроводжуватися повторними зривами вакууму. Причина цього у більшості випадків полягає в різкому зниженні рівня води в джерелі або у збільшенні опору руху води на водоприймачі й у підвідних трубопроводах. Зусилля експлуатаційного персоналу в таких випадках потрібно спрямувати на залучення резервних водоприймачів, з'ясування причин ускладнень і їх усунення. Якщо ж усунути причини не вдається тривалий час, то застосовують додаткові способи подачі води у береговий колодязь: поверхневою прокладкою монтують сифонні лінії, встановлюють пересувні насосні станції (іноді використовують земснаряди), будують тимчасові водозабори.

Інтенсифікація роботи водозабірних споруд з поверхневих джерел полягає у використанні сучасних більш надійних конструкцій, а також в їх переобладнанні на *водозабірно-очисні споруди фільтрувального типу* (рис. 2.14–2.15).

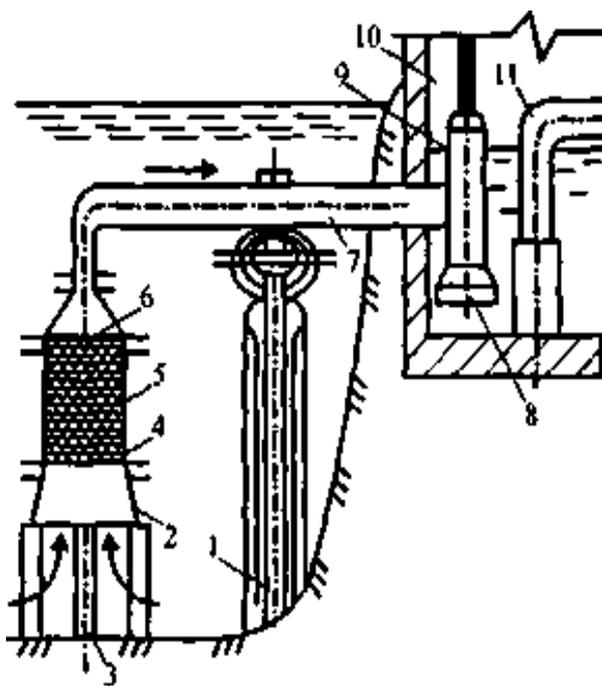
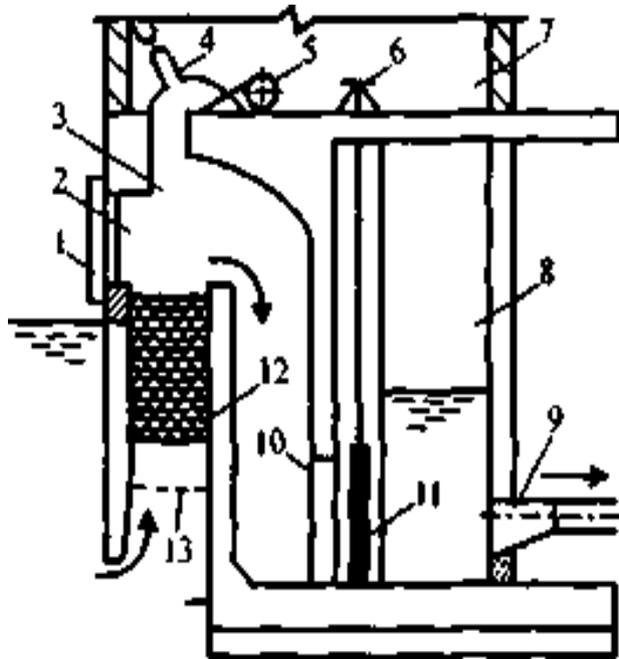


Рис. 2.14. Русловий водозабір з трубним фільтрувальним оголовком: 1 – пальовий фундаментний ростверк; 2 – водоприймальний розтруб; 3 – опорні стійки; 4 – кожух; 5 – плаваюче фільтрувальне завантаження зі спіненого полістиролу; 6 – підтримувальна сітка; 7 – самопливні труби; 8 – тарілчастий клапан; 9 – напірний трубопровід для промивання фільтрувального завантаження зворотним струмом води; 10 – береговий колодязь; 11 – усмоктувальні труби насосів першого підйому

Рис. 2.15. Береговий водозабір сифонно-фільтрувального типу:

1 – заглушка; 2 – оглядове вікно; 3 – водоприймач; 4 – трубопровід до вакуумного насоса; 5 – напірний трубопровід промивної води; 6 – штурвал (колонка) управління шибером; 7 – службовий павільйон; 8 – приймально-усмоктувальна камера; 9 – всмоктувальний трубопровід НС-1; 10 – вікно на виході з сифона; 11 – шибер; 12 – плаваюче фільтрувальне завантаження з зерен спіненого полістиролу; 13 – підтримувальна сітка



На сьогодні розроблено багато конструкцій водозабірно-очисних споруд, які запобігають забрудненню трубопроводів, а також спрощують очистку води з поверхневих джерел.

Фільтрувальні водоприймачі призначено для збору води крізь шар природних або штучних фільтрувальних матеріалів і їх застосовують для захисту водозаборів від шуги, зважених наносів, а також рибозахисту. Фільтрувальні водоприймачі різняться видом і складом фільтрувального матеріалу, компонованням, розташуванням фільтрувальних елементів тощо.

У період експлуатації водозабірних споруд з підземних водних джерел проводять ППО, ППР, а також капітальний ремонт водозабірних споруд і пристроїв.

До складу заходів з планово-попереджувальних робіт на водозабірних свердловинах належать заміри статичного, динамічного рівнів і дебіту свердловин, а також вимірювання максимального напору, що розвивається насосом.

Для вимірювання статичного рівня станцію управління відключають від мережі і через отвір в опорній плиті у свердловину опускають датчик електрорівнеміра. Після замикання електричного кола датчик піднімають зі свердловини. Положення рівня визначають довжиною спущеного шнура (проводу).

Під час вимірювання динамічного рівня подають напругу на станцію управління та включають у роботу насос. Спочатку через

1–2 хв, а потім через кожні 5 хв роботи насоса заміряють динамічний рівень у тій же послідовності, що й у попередньому випадку. Рівень води у свердловині має бути вище верхньої частини насоса на 2 м.

Дебіт свердловини заміряють об'ємним способом. Для цього використовують секундоміри або вимірювальну ємність, місткість якої вибирають з розрахунку, щоб її наповнення відбувалося протягом не менше ніж 1 хв.

Щоб виміряти максимальний напір, що розвиває насос, манометром визначають напір у трубопроводі в гирлі свердловини за повністю зачиненої засувки. Максимально створюваний тиск складатиметься з показань манометра і рівня води у свердловині, вимірюного електрорівнеміром під час зняття показань манометра.

Один раз на рік виконують генеральну перевірку, під час якої встановлюють ступінь зносу устаткування, причини зміни дебіту і якості води, стан обсадних труб, контрольно-вимірювальних приладів тощо.

Дебіт свердловин визначають одиночними або груповими відкачуваннями. Перед пуском свердловин у постійну експлуатацію проводять пробні відкачування для визначення фактичної продуктивності, а також якості води і ступеня очищення її від сторонніх домішок, піску і каламуті. У пухких породах відкачування починають з малих знижень рівня води і поступово переходять на великі; в скельних породах його виконують у зворотному порядку.

Обсяг води під час пробного відкачування з експлуатаційного водоносного шару має становити не менше 75 %, в окремих випадках – не менше 50 % проектної продуктивності. Пробне відкачування проводять не менше ніж з двома зниженнями рівня води.

Тривалість пробного відкачування визначають часом, необхідним для досягнення практично постійного динамічного рівня води за даного дебіту свердловини, для отримання води, звільненої від механічних домішок і для досягнення стабільності її хіміко-бактеріологічних показників. Після досягнення постійного динамічного рівня (за постійного дебіту) і належного освітлення води безперервне відкачування слід проводити для кожного зниження протягом 24 год. За несталого режиму тривалість відкачування на кожне зниження – не менше 3-х діб. Відкачування припиняють після практичної стабілізації хімічного складу води. Проби води для хімічного аналізу відбирають у процесі відкачування не менше двох

разів під час кожного зниження. Пробу на бактеріологічний аналіз беруть в середині і в кінці відкачування. Роботи стосовно пробних відкачувань фіксують у журналах, а результати оформляють актами.

На підставі результатів перевірки призначають вид і строки ремонту та вживають заходи щодо забезпечення нормальної експлуатації свердловин.

Інтенсифікації водозабірних свердловин може бути досягнуто шляхом відновлення дебіту діючих свердловин. У процесі експлуатації водозабірних свердловин питомий дебіт їх може зменшуватися. Це відбувається внаслідок таких причин:

- заростання отворів у фільтрі і пор в навколишньому фільтрі водоносного шару солями заліза, кальцію, магнію або біологічною плівкою;
- механічного заклинювання цих отворів частинками, дрібнішими, ніж основна маса водоносної породи;
- зниження статичного рівня через збільшення загального відбору води з водоносного пласта заново побудованими свердловинами;
- надходження води з експлуатованого водоносного пласта в неексплуатовані через тріщини в закладеннях затрубного і міжтрубного просторів або через свищі, що утворилися в обсадних трубах у результаті їх корозії;
- зміни характеристик насосного обладнання.

У деяких випадках зниження продуктивності свердловин може статися в результаті погіршення умов наповнення водоносного пласта (зменшення випадання атмосферних опадів, дренавання території тощо). У цьому випадку вдаються до штучних методів поповнення запасів підземних вод.

За зниження продуктивності свердловини через механічну кальматацию фільтра або прифільтрової зони частками водоносної породи, а також хімічної кальматации (рис. 2.16), вдаються до спеціальних методів відновлення продуктивності свердловин. До основних з них належать імпульсні, реагентні й імпульсно-реагентні.

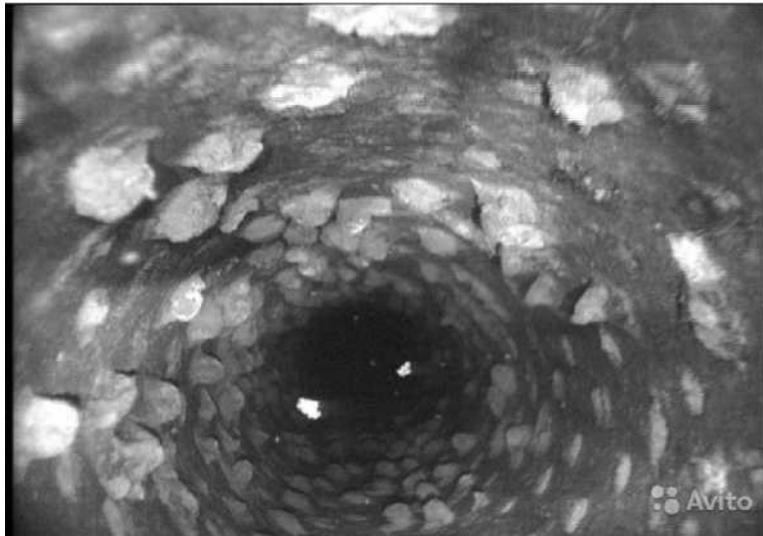


Рис. 2.16. Кальматація фільтра свердловини

Імпульсні методи засновано на створенні усередині фільтра і прифільтрової зони миттєвого перепаду тиску, який призводить до ударних навантажень різної інтенсивності, що утворюють фільтраційні потоки поперемінного напрямку (рис. 2.17).

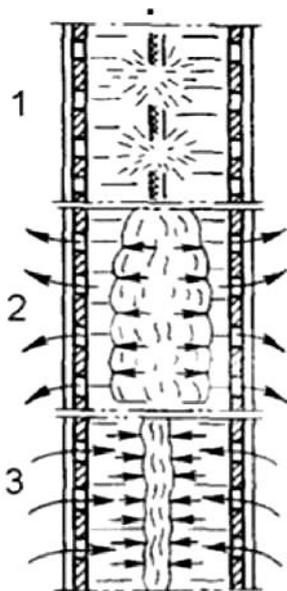


Рис. 2.17. Схема дії вибуху під час очищення фільтра:
 1 – детонування шнура у момент вибуху;
 2 – розширення газового міхура;
 3 – стиснення газового міхура

Спільна дія ударних і фільтраційних сил спричиняє руйнівний ефект на кальматант, що цементує отвори фільтрів і прифільтровий простір. Регенерація свердловин за цим методом здійснюється вибухом торпед з детонувального шнура, електрогідравлічним ударом, пневмовибухом та іншими способами. Вибухові методи очищення фільтрів і свердловин застосовують під час закладення їх у міцних тріщинуватих породах, а також під час заростання фільтрів

щільними, міцними осадами, в яких переважають карбонати і солі кремнієвих кислот.

Для вибухової обробки застосовують торпеди ТДШ (ТДШ-50, ТДШ-25, ТДШ-В), забезпечені детонувальним шнуром ДШ-В або ДШУ-В, і фугасні торпеди ТШ або Ф-2 різних конструкцій.

Під дією вибуху торпеди з детонувального шнура в зоні фільтра і зоні водоприймальної частини безфільтрової свердловини утворюються великі тріщини, а в результаті обвалення породи збільшується діаметр водоприймальної частини. Застосовувати вибуховий метод у свердловинах рекомендують не більше 3-х разів через небезпеку руйнування фільтра і виходу свердловини з ладу.

Електрогідравлічна обробка заснована на руйнуванні і видаленні кальматуючих відкладень хвилями, що виникають за імпульсних електричних розрядів. Для цього використовують спеціалізовані установки, що забезпечують створення електро-гідравлічного удару по довжині фільтра з тиском 5–6 МПа. Енергія, накопичена в конденсаторі розрядного контуру, через повітряний проміжок по коаксіальному кабелю у формі імпульсу струму високої напруги подається до рідинного розрядного пристрою, зануреного у свердловину в зоні розташування фільтра. В рідинному розряднику, який безперервно переміщується вздовж фільтра, порушуються ударні хвилі.

Пневмоімпульсний вплив забезпечується спеціальними установками, що створюють за допомогою стиснутого повітря (за високого тиску повітря) в стовбурі свердловини хвилі підвищеного тиску інтенсивністю до 4 МПа і фільтраційні потоки з високими градієнтами. Імпульсні методи регенерації дають можливість відновити продуктивність свердловин до 60 % від початкової у міжремонтний період в умовах подальшої експлуатації не менше 1 року.

Використання імпульсних методів у піскових свердловинах категорично заборонено.

Реагентні методи обробки свердловин засновано на застосуванні реагентів, що сприяють розчиненню кальматанта у фільтрі і прифільтровому просторі. Вони дають можливість домогтися практично первісної продуктивності свердловин. Підбір реагентів здійснюють залежно від складу водоносних порід, конструкції свердловин і фільтра, а також характеру кальматуючих осадів.

Найбільш ефективними реагентами є інгібірована соляна кислота концентрацією 10–15 % і розчин дитіоніту натрію.

Для обробки однієї водозабірної свердловини потрібно від 300 до 1000 кг соляної кислоти залежно від діаметра і довжини фільтра. Обробка свердловини зводиться до кількох повторюваних циклів, кожен з яких складається з таких операцій:

1. По трубопроводу проводять подачу розчину соляної кислоти самопливом.

2. Негайно після зливу кислоти оголовок свердловини перекривають, і компресором по трубопроводу подають повітря для стиснення води до певного рівня.

3. Через 15–20 хв компресор зупиняють і по трубопроводу скидають продукти реакції.

4. Після того як рівень у свердловині відновиться, операцію повторюють 8–10 разів протягом 2 год.

Продавлювання кислоти стисненим повітрям через фільтр у прифільтрову зону, заповнену кольматантом, сприяє його розчиненню, після чого продукти реакції видаляють зі свердловини.

Після закінчення обробки свердловини демонтують герметизувальний пристрій, монтують ерліфтну систему або заглибний насос і проводять відкачування, в результаті якого видаляють залишкову кількість реагенту і продукти реакції. Потім свердловину запускають в режим експлуатації.

Комбінований імпульсно-реагентний (віброреагентний) метод відновлення дебіту свердловин засновано на впливі на кальматант реагенту у поєднанні з його гідродинамічною обробкою.

Орієнтовно міжремонтний період для свердловин у водоносних піщаних породах із залізовмісними підземними водами гідрокарбонатно-кальцієвого типу становить за імпульсних методів до одного року, за реагентних і комбінованих – 2–4 роки. Наведені вище методи обробки свердловин дають можливість домогтися високих показників відновлення їх продуктивності – до 70 % відносно початкової і значного збільшення питомого дебіту.

Контрольні запитання

1. Яку технічну документацію потрібно зберігати на водозабірних спорудах?

2. Охарактеризуйте схеми водозабору з поверхневих водних джерел, які відрізняються розташуванням водоприймача щодо берега.

3. Які рибозахисні пристрої використовують на водозабірних спорудах з поверхневих водних джерел?
4. Як борються з заростанням і цвітінням водойм, водосховищ та ставків?
5. Які заходи вживають для запобігання замулюванню та обростанню водозабірних споруд з поверхневих водних джерел?
6. Які водоприймальні споруди застосовують на підземних водозаборах?
7. Як проводиться приймання водозабірних споруд з підземних джерел робочою комісією?
8. Які обов'язки персоналу у процесі експлуатації водозабірних споруд з підземних джерел?
9. Як проводять обстеження діючих водозабірних свердловин?
10. Які планово-попереджувальні роботи проводять на водозабірних спорудах з поверхневих водних джерел?
11. Які основні види ремонтних робіт на водозабірних спорудах з поверхневих водних джерел?
12. Які заходи з планово-попереджувальних робіт вживають на водозабірних свердловинах?
13. Як проводять ремонтні роботи з відновлення та інтенсифікації роботи водозабірних свердловин?

2.2. Очисні споруди систем водопостачання з поверхневих джерел

2.2.1. Завдання та організація експлуатації очисних споруд систем водопостачання. Склад і обов'язки експлуатаційного персоналу

Основним завданням служб експлуатації очисних споруд системи водопостачання є виробництво питної води, що задовольняє вимоги Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року № 400) і забезпечення на належному рівні технологічної та санітарно-гігієнічної надійності роботи всього комплексу споруд і окремих установок.

Для можливості комплексної оцінки технологічної ефективності роботи очисних споруд та вчасного проведення заходів, які

забезпечують їх безперебійну роботу відповідно до заданих продуктивності і ступеня очищення води на підприємстві ВКГ проводять лабораторно-виробничий і технологічний контроль. Порядок, перелік контрольованих величин та періодичність технологічного контролю визначають у технологічному регламенті.

Під час експлуатації очисних споруд персоналом здійснюється:

- контроль за всіма стадіями технологічного процесу;
- спостереження за рівнями і розподілом води між окремими спорудами та їх блоками, рівнями води в резервуарах чистої води, осадів у камерах, відстійниках, освітлювачах, реагентних баках, втратами напору у фільтрах тощо;
- перевірка правильності переключення окремих споруд, їх секцій, трубопроводів, а також реагентних установок;
- утримання у належному стані технологічного обладнання та вимірювальних приладів;
- контроль за приготуванням розчинів реагентів установлені концентрації та режимом їх дозування.

Для всього комплексу очисних споруд та кожної зі споруд окремо складають технологічний паспорт із зазначенням технічних даних, проектною та фактичною їх продуктивності.

На діючих очисних спорудах разом з основною документацією зберігають ще таку:

- схему зони санітарної охорони джерела водопостачання та очисних споруд;
- генеральний план та висотну схему очисних споруд з нанесенням усіх комунікацій;
- оперативну технологічну схему очисних споруд;
- схему автоматизації та телемеханізації;
- план місцевості, орієнтований за сторонами світу, в центрі якого знаходиться склад хлору, для визначення районів, яким загрожує розповсюдження хмари хлору під час його витікання.

Облік роботи очисних споруд потрібно вести шляхом регулярних записів у журналах:

- про технічну експлуатацію, де щоденно необхідно реєструвати кількість обробленої води та води, витраченої на власні потреби (промивка, приготування реагентів тощо);
- кількість витрачених реагентів та їх дози, назви споруд та агрегатів, що знаходяться у роботі, чистці, ремонті, промивці тощо;

- результати аналізів води, кількість на окремих стадіях її обробки, очищеної води, а також, за потреби, промивних вод та осадів;

- кількість реагентів та інших матеріалів, що витрачено та зберігають на складі очисних споруд.

Обслуговування очисних споруд має виконуватись персоналом, що пройшов медичний огляд згідно з «Положенням про медичний огляд працівників певних категорій», навчання та перевірку знань «Правил технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення» та «Правил охорони праці при експлуатації систем водопровідно-каналізаційного господарства».

До призначення на самостійну роботу або під час переводу на іншу роботу (посаду) працівники зобов'язані пройти спеціальну підготовку, навчання на робочому місці, перевірку знань «Правил охорони праці при експлуатації систем водопровідно-каналізаційного господарства», виробничих та посадових інструкцій в обсязі, необхідному для цієї посади, згідно з «Типовим положенням про навчання, інструктаж та перевірку знань працівників з питань охорони праці».

Для спеціалістів, що обслуговують електрообладнання, обов'язкове знання «Правил технічної експлуатації електрообладнання споживачів» та «Правил техніки безпеки при експлуатації електрообладнання споживачів».

Для працівників, що обслуговують хлорне господарство та хлораторні установки, обов'язкове знання «Правил безпеки при виготовленні, зберіганні, транспортуванні та використанні хлору».

Для нормальної експлуатації на очисних спорудах має бути така технічна документація: паспорти на споруди і все обладнання; посадові інструкції на кожне робоче місце; інструкції з обслуговування та ремонту обладнання і оперативні схеми на кожну робочу ділянку.

У посадових експлуатаційних інструкціях має бути чітко визначено:

- права, обов'язки та відповідальність обслуговуючого персоналу;

- послідовність операцій з пуску, зупинки та виконання технологічних процесів;

- порядок обслуговування споруд та обладнання в експлуатаційному режимі і за можливих порушень нормальної роботи;

- порядок технологічного контролю роботи споруд;

- заходи щодо попередження аварій і дії персоналу під час їх виникнення та ліквідації;

- дії і заходи, що вживають за погіршення якості води;

- вимоги охорони праці та заходи з техніки безпеки;

- персональна відповідальність за виконання операцій, передбачених у посадових інструкціях та інструкціях з обслуговування і ремонту обладнання.

Роботу споруд водопідготовки фіксують регулярними записами в журналах:

- щодо технічної експлуатації (щодня реєструють обсяг оброблюваної води і витраченої на власні потреби, витрати реагентів та їх дози, найменування споруд і агрегатів, які перебували в роботі, чищенні, на ремонті, промиванні тощо);

- аналізів (щодня заносять результати аналізів вихідної води, якості на окремих стадіях її обробки, очищеної води і т. ін.);

- обсягу реагентів, які надійшли, витрачені і зберігаються на складі водопровідної станції.

У складі персоналу, який обслуговує станції підготовки природних вод, мають бути:

- *начальник водопровідної станції* – особа, відповідальна за загальний стан і роботу станції;

- *технолог водопровідної станції* – особа, яка безпосередньо відповідальна за відповідність якості води встановленому стандарту, вчасний контроль технологічного і санітарного режимів підготовки води на всіх стадіях, дотримання заданих технологічних параметрів, дози реагентів, які вводять у підготовлювану воду, організацію змінного чергування, вчасний ремонт технологічного устаткування тощо;

- *завідуючий лабораторією* – особа, відповідальна за організацію і ведення лабораторних робіт, своєчасний контроль якості очистки води, встановлення необхідних доз реагентів, своєчасне замовлення і контроль якості реагентів, що надійшли на станцію;

– старший зміни (інженер, електротехнік, майстер) – особа, яка чергує на спорудах водопідготовки і відповідальна за роботу зміни в цілому;

– оператори споруд водопідготовки і хлораторних установок, коагулянтники, пробовідбирачі, лаборанти-хіміки, вантажники – особи, які здійснюють позмінно всі необхідні технологічні операції в цехах та контрольні функції в лабораторії;

– інженери, майстри, електрики, слюсарі, оператори пультів управління – особи, відповідальні за технічну експлуатацію електричного і механічного обладнання, засобів автоматики і телемеханіки, контрольних-вимірювальних приладів тощо.

У процесі експлуатації очисних споруд обслуговуючий персонал має прагнути до того, щоб очисні споруди протягом кожного періоду року працювали рівномірно за кількістю очищуваної води.

Чисельність обслуговуючого персоналу встановлюють залежно від продуктивності і технологічної схеми споруд (табл. 2.4).

Чисельність експлуатаційного персоналу та склад служб очисних споруд мають встановлюватись штатним розписом з урахуванням місцевих умов.

Якщо на майданчику споруд підготовки води знаходяться й інші водопровідні споруди (водозабори та насосні станції, РЧВ), то загальну чисельність експлуатаційного персоналу встановлюють з урахуванням чисельності обслуговуючого персоналу на даних об'єктах системи водопостачання, а також можливості суміщення окремих професій.

Загальна чисельність обслуговуючого персоналу, в тому числі й інженерно-технічних працівників, встановлюється Управлінням водопровідно-каналізаційного господарства за погодженням із керівними органами для кожного окремого випадку залежно від місцевих умов, продуктивності станції, її складу, ступеня складності пристроїв і споруд.

Персонал, що обслуговує очисні споруди, повинен працювати у спецодязі, який регулярно потрібно дезінфікувати. Відвідування працівниками у спецодязі місць загального користування за межами очисних споруд заборонено.

Технологічні режими та порядок експлуатації очисних споруд встановлюють у технологічному регламенті підприємства ВКГ.

Таблиця 2.4

**Нормативи (люд.-змін/добу) чисельності робочих, зайнятих на експлуатації очисних споруд водопроводу,
за елементами споруд**

Найменування елементів споруд	Найменування професій	Продуктивність, тис. м ³ /добу						
		до 2	2–15	15–30	30–60	60–100	100–200	200
1. Змішувач	оператор ОС	0,25	0,25	0,50	0,75	0,75	0,75	0,75
2. Камера реакції	оператор ОС	-	-	1,0	1,0	1,25	1,25	2,0
3. Відстійники	оператор ОС	0,25	-	1,0	1,0	1,25	1,25	2,0
4. Освітлювачі зі зваженим осадам	оператор ОС	-	0,1	-	-	-	-	-
5. Швидкі фільтри	оператор ОС	2,0	33,5	5,5	6,0	6,0	7,0	7,0
6. Насоси для наповнення промивних баків водою	оператор ОС	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
7. Промивні баки	оператор ОС	-	-	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
8. Резервуар чистої води	оператор ОС	0,25	0,50	0,50	0,50	0,75	0,75	1,25
9. Хлор-аміачна установка	оператор хлораторної установки	3,0	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0
10. Коагуляційна установка	коагулянтник очисних споруд	3,0	5,0	6,0	6,5	6,5	8,0	9,0
Разом:		9	14	19,5	21,25	22	25	28

Примітки: 1. За наявності відстійників продуктивністю від 2-х до 15 тис. м³/добу встановлюють норматив 0,5 люд.-змін.

2. За наявності освітлювачів зі зваженим осадам продуктивністю понад 15 тис. м³/добу встановлюють норматив, який передбачено для обслуговування камер реакції і відстійників відповідно до продуктивності освітлювачів.

3. За наявності промивних баків продуктивністю менше 15 тис. м³/добу встановлюють норматив 0,5 люд.-змін.

2.2.2. Приймання очисних споруд в експлуатацію

Приймання в експлуатацію закінчених будівництвом або реконструйованих очисних споруд здійснюють відповідно до ДБН А.3.1-3-94 «Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення».

Перед пуском очисних споруд в експлуатацію з подачею питної води споживачам проводять їх пробний пуск та експлуатацію.

Пробний пуск та пробну експлуатацію потрібно проводити відповідно до вимог «Тимчасового технологічного регламенту очисних споруд», який розробляється проектним інститутом щодо даного об'єкта.

Відповідно до діючих положень, «Технологічний регламент» є основним технічним документом, у якому визначають рецептуру, режим та порядок операцій технологічного процесу. Безумовне дотримання усіх вимог «Технологічного регламенту» є обов'язковим і забезпечує якість питної води, раціональне й економне проведення виробничого процесу, збереження обладнання та безпеку праці.

«Тимчасовий технологічний регламент» використовується під час пусконаладжувальних робіт та експлуатації очисних споруд до їх повного освоєння.

За наказом керівника підприємства або організації замовника створюють робочу комісію, яка проводить гідравлічні і технологічні випробування.

Гідравлічні випробування здійснюють з метою встановлення водопроникності залізобетонних ємностей. При цьому випробовувані ємності заповнюють водою до найвищого проектного рівня; усі засувки і шибері закривають і пломбують. Після закінчення фіксують величину зниження рівня води в ємності.

Через 3 доби фіксують величину добового зниження рівня води в ємності; при цьому зменшення води за добу не має перевищувати 3 л на 1 м² змоченої поверхні стін і днища. Під час гідравлічного випробування дотримуються черговості у проведенні робіт.

Пусконаладжувальні роботи (технологічні випробування) можуть здійснюватися як експлуатаційним персоналом станції, так і спеціалізованими пусконаладжувальними організаціями; в тому і в другому випадках обов'язкова присутність представників проектною організації.

У період пусканалагоджувальних робіт необхідно встановити і порівняти з проектними: технологічні параметри роботи очисних споруд; режими роботи регулювальної і контрольно-виміральної апаратури, дозаторів, витратомірів, рівнемірів, регуляторів витрати і швидкості; дози реагентів, послідовність їх уведення тощо.

Дані про виявлені під час огляду і випробувань будівельно-монтажні та проектні дефекти і недоліки вносять в акт із зазначенням терміну їх ліквідації. Після виправлення недоліків, зазначених в акті, всі споруди і трубопроводи станції дезінфікують.

До пуску в пробну експлуатацію очисні споруди і комунікації потрібно ретельно промити та продезінфікувати.

Дезінфекцію споруд слід виконувати за допомогою розчину з концентрацією активного хлору 75–100 мг/дм³ протягом 5–6 годин чи 40–50 мг/дм³ протягом не менше 24-х годин.

До проведення дезінфекції споруд потрібно вирішити і погодити з територіальними органами Центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, заповідної справи, а також гідрометеорологічної діяльності питання про місце, порядок і режим скиду хлорної води у водойму чи на поверхню ґрунту. У разі неможливості скиду у водойму чи ґрунт хлорну воду потрібно дехлорувати.

Пуск очисних споруд в експлуатацію з подачею води споживачеві здійснюється після їх пробної експлуатації, яка має тривати не менше ніж 2–4 доби.

До пуску очисних споруд у пробну експлуатацію потрібно виконати такі організаційно-технічні заходи:

- укомплектувати споруди штатом працівників, провести навчання експлуатаційного персоналу і стажування на аналогічних діючих очисних спорудах;
- забезпечити належний запас і зберігання необхідних реагентів, фільтрувальних матеріалів, вирішити питання про їх постачання у майбутньому;
- перевірити готовність хіміко-бактеріологічної лабораторії для контролю якості вихідної води та води, яку обробляють і подають споживачеві;
- забезпечити всі технологічні ділянки і структурні підрозділи положеннями про них, посадовими та експлуатаційними інструкціями, інструкціями з охорони праці, журналами для реєстрації експлуатаційних показників роботи очисних споруд;

- провести інструктаж експлуатаційного персоналу з питань мети і завдань пробної експлуатації та техніки безпеки під час її проведення;

- чітко нанести фарбою порядкові номери на елементи устаткування, що управляються (засувки, затвори, агрегати тощо), згідно з інвентарними номерами виконавчої документації.

Пробну експлуатацію очисних споруд проводять у режимі, який передбачено у проекті (за витратою та технологією очищення води). У процесі пробної експлуатації перевіряють працездатність усіх очисних споруд, їх елементів, комунікацій, запірно-розподільного та контрольно-вимірювального обладнання.

Тривалість пробної експлуатації визначають залежно від часу досягнення якості води, що відповідає вимогам чинного нормативу. Подачу води споживачам у період пробної експлуатації не допускають.

У підготовчий період, а також у період пусканалагоджувальних робіт і пробного пуску інженерно-технічний персонал станції спільно з представниками пусканалагоджувальної організації складають інструкції з технічної експлуатації споруд і посадові інструкції для кожного робочого місця, встановлюють режими роботи очисної станції, перевіряють роботу станції за розрахунковими й аварійними режимами, умови скидання й обробки продувних і промивних вод, а також виробничих стічних вод. Усі матеріали, що характеризують кількість, склад і режими скидання виробничих стічних вод у водойми, а також розрахункові дані, у яких передбачено необхідний ступінь обробки цих вод, узгодження з відповідними організаціями, представляють проектні організації.

Після закінчення пробної експлуатації очисні споруди дозволяють ввести в тимчасову експлуатацію з подачею води споживачам у разі забезпечення якості води, що відповідає вимогам нормативу, проте не раніше ніж через 24 год після досягнення нормативної якості води.

Введення очисних споруд у тимчасову експлуатацію оформлюють відповідним актом.

У процесі тимчасової експлуатації необхідно:

- провести технологічне налагодження очисних споруд;
- відпрацювати економічні експлуатаційні режими;
- уточнити дози реагентів;
- провести випробування споруд на проектну потужність і форсовані режими;

– виявити й усунути недоліки в роботі очисних споруд, комунікацій, запірно-регулювального і контрольно-вимірювального обладнання.

Приймання побудованих чи реконструйованих очисних споруд у постійну експлуатацію проводить Державна приймальна комісія після їх уведення в тимчасову експлуатацію, проведення різнобічних комплексних випробувань і виведення очисних споруд на нормальний експлуатаційний режим з досягненням проектної продуктивності та складанням відповідного акта.

З моменту підписання акта Державної приймальної комісії очисні споруди вважають введеними у постійну експлуатацію.

Під час приймання в експлуатацію очисних споруд зміни проектної продуктивності, як правило, не допускають. У виняткових випадках зміна проектної продуктивності (потужності) може бути допущена лише органом, що затверджує акт приймання в експлуатацію, за поданням Державної приймальної комісії.

Після повного освоєння вищестояща організація ухвалює рішення про заміну «Тимчасового технологічного регламенту» постійним, який надалі має щорічно переглядатись та затверджуватись керівництвом підприємства (управління).

Викладені вище правила дезінфекції та пуску очисних споруд в експлуатацію поширюються і на пуск після їх очищення від осадів і забруднень, поточного і капітального ремонтів.

Приймання споруд після капітального ремонту здійснює робоча комісія за обов'язковою участю представників місцевих органів Державного санітарного нагляду.

2.2.3. Планово-попереджувальні роботи. Поточний та капітальний ремонт

Очисні споруди та обладнання мають знаходитися під постійним контролем і систематично оглядатися особами, відповідальними за їх збереження. Догляд за обладнанням і спорудами повинен проводитися в суворій відповідності з правилами технічної експлуатації водопровідних очисних споруд.

Під час експлуатації водоочисної станції організують планово-попереджувальні огляди (ППО) і планово-попереджувальні роботи (ППР). Це забезпечує своєчасне виявлення і ліквідацію несправностей

в роботі технологічного обладнання та запобігає виникненню аварійних ситуацій на водоочисних станціях.

Планово-попереджувальні огляди і планово-попереджувальні роботи на станціях водоочищення проводять у терміни, встановлені і затверджені відповідними графіками. Орієнтовно терміни проведення ППО і ППР наведено в табл. 2.5 і 2.6.

Таблиця 2.5

Склад планово-попереджувальних оглядів станції водоочищення

Найменування пристроїв і споруд	Склад робіт	Хто проводить	Періодичність виконання
1	2	3	4
Змішувачі	Внутрішній огляд стін і перегородок; огляд засувок на підвідній стороні і для спуску у водостік	Головний інженер або технолог	За потреби, але не рідше 1-го разу на рік
Камери утворення пластівців	Внутрішній огляд перегородок і стін; огляд засувок на підвідних і спускних трубопроводах	Головний інженер або технолог	За потреби, але не рідше 1-го разу на рік
Відстійники	Внутрішній огляд стін, перегородок, каналів; огляд засувок	Головний інженер або технолог	За потреби, але не рідше 1-го разу на рік
	Огляд дренажів	Головний інженер або технолог	Раз на квартал
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 у роботі приводу і підшипників. Визначення стану поверхні металу барабанів	Головний інженер або технолог	Раз на місяць
Резервуари чистої води	Внутрішній огляд резервуара Огляд засувок у камерах і на трубопроводах	Головний інженер або технолог	Раз на рік
Устаткування для коагулювання	Зовнішній огляд обладнання	Черговий по станції	Щодня

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4
Устаткування для хлорування й амонізації	Огляд і випробування на витіки	Черговий по станції	Щодня
Системи вентиляції газодозаторних приміщень	Огляд системи вентиляції	Черговий по станції	Щодня
Фільтри	<p>Замір висоти шару піску.</p> <p>Огляд поверхні завантаження фільтра (перед промиванням потрібно звернути увагу на загальний вигляд забрудненого піску, товщину плівки, рівномірність розподілу забруднень на поверхні фільтра, наявність грязьових скупчень, ям, воронки, тріщин у піску, відходу піску від стін; після промивання потрібно звернути увагу на стан піску, наявність недостатньо промитих місць, залишків бруду, викиду гравію тощо; огляд проводять після спускання води трохи нижче поверхні піску).</p> <p>Перевірка горизонтальності розміщення шарів гравію і гальки, що підтримують піщане завантаження фільтра (процедуру проводять щупом під час промивання).</p> <p>Відбір проб піску з метою проведення аналізу на його забрудненість.</p> <p>Перевірка зменшення кількості піску фільтра шляхом вимірювання відстані від його поверхні до крайок жолобів і порівняння з проектним (перед довантаженням фільтра необхідно видалити верхній забруднений шар піску на глибину 3–5 см).</p> <p>Перевірка горизонтальності промивних жолобів і за потреби, вирівнювання кромки.</p> <p>Перевірка тривалості та інтенсивності промивки фільтра (визначають за залишковою забрудненістю у промивній воді, рівномірним відмиванням усієї площі фільтра, рівномірним надходженням води до крайок жолоба і відсутності виносу піску)</p>	<p>Головний інженер або технолог</p>	<p>Раз у квартал Раз на місяць</p> <p>Раз на 6 місяців</p> <p>Раз на рік</p> <p>Двічі на рік</p> <p>Раз на рік Раз у квартал</p>

Закінчення табл. 2.5

1	2	3	4
Контрольно-вимірювальні прилади (витратоміри, манометри, вакуумметри, регулятори швидкості фільтрування)	Огляд і перевірка роботи приладів	Черговий по станції	Постійно

Планово-попереджувальні роботи на водоочисних станціях є невід'ємною умовою їх експлуатації.

Таблиця 2.6

Види планово-попереджувальних робіт на станціях водоочистки

Споруди й обладнання	Найменування робіт	Періодичність виконання
1	2	3
Змішувач	Промивання від бруду стін і перегородок. Перевірка роботи засувов, перебивання сальників. Випробування на витік	У міру накопичення осаду, але не рідше 1-го разу на рік. Раз на рік. Раз на рік
Камера утворення пластівців	Промивання від бруду стін і перегородок. Перевірка роботи засувов, перебивання сальників та інші роботи	Раз на рік (одночасно з чищенням змішувачів). Раз на рік
Відстійники	Промивання стін і перегородок від бруду. Перевірка роботи засувов, перебивання сальників та інші роботи. Випробування на витік	У міру накопичення осаду, але не рідше 1-го разу на рік. Одночасно з чищенням відстійників. Одночасно з чищенням відстійників
Фільтри	Довантаження фільтра піском. Перевірка роботи засувов, перебивання сальників та інші роботи. Видалення піску з-під дренажу, хлорування. Випробування на витік	За потреби, але не рідше 1-го разу на рік. За потреби, але не рідше 1-го разу на рік. За потреби, але не рідше 1-го разу на рік Раз на рік

Закінчення табл. 2.6

1	2	3
Барабанні сітки і мікрофільтри	Перевірка пошкодження сітчастих полотен. Відновлення антикорозійного фарбування. Заміна сітчастих елементів та інших деталей, які зазнали корозії	За потреби За потреби За потреби
Устаткування для коагулювання	Чистка, фарбування, поточний ремонт	За потреби, але не рідше 1-го разу на квартал
Устаткування для хлорування й амонізації	Чистка, фарбування, поточний ремонт	За потреби, але не рідше 1-го разу на квартал
Система вентиляції газодозаторних приміщень	Внутрішній огляд, чистка, поточний ремонт	За потреби, але не рідше 1-го разу на квартал
Манометри, вакуумметри, витратоміри	Перевірка точності показань, ремонт, фарбування	За потреби, але не рідше 1-го разу на квартал
Регулятори швидкості	Перевірка точності показань, ремонт, фарбування	За потреби, але не рідше 2-х разів на рік

Ремонтні роботи поділяють на поточні та капітальні (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

**Перелік видів робіт з поточного та капітального ремонтів
очисних споруд**

Найменування об'єкта	Поточний ремонт	Капітальний ремонт
1	2	3
Відстійники (освітлювачі)	Ремонт засувок, підтяжка кріплень засувок, щитів і клапанів. Ремонт і пофарбування люків, сходів, скоб. Випробування на витік. Промивання і хлорування після ремонту. Ремонт місцями штукатурки з затиранням і залізненням (до 10 % загальної площі оштукатурених поверхонь). Усунення механічних тріщин	Зміна засувок, ходових скоб, щитів. Зміна настилу та інших дерев'яних елементів. Розкриття і ремонт дренажу навколо відстійника. Налагодження роботи за заданим режимом. Переобладнання відстійника в освітлювач, що працює з вищим технологічним ефектом (без зміни основної конструкції відстійника). Ремонт або заміна зношених щитових затворів і трубопроводів

1	2	3
<p>Фільтри всіх систем (контактні освітлювачі, швидкі двошарові, великої брудомісткості тощо)</p>	<p>Попередня промивка завантаження. Очищення і промивання внутрішніх поверхонь фільтра. Ремонт засувок, затворів і шиберів на місці. Ремонт мішалок без демонтажу. Ремонт штукатурки місцями з залізненням (до 10 % загальної площі), оброблення дрібних тріщин. Прочищення і промивання трубопроводів розподільної системи. Ремонт повітропроводів. Перевірка і підготовка на горизонтальність переливних кромок жолобів і відновлення їх геометричної форми. Заміна окремих елементів системи управління засувками. Фарбування металевих поверхонь. Випробування на витік. Дезінфекція фільтрів хлоруванням</p>	<p>Повне перевантаження або довантаження піску з розсівом і промиванням. Довантаження гравію. Ремонт дренажу з частковою заміною, зміна конструкції дренажу. Видалення піску з-під дренажу. Розбирання та ремонт засувок із заміною зношених деталей, заміна засувок і їх приводів. Заміна дерев'яних елементів (решіток тощо). Заміна ділянок трубопроводів. Ремонт пошкоджень з розкриттям стін і дренажу. Заміна на фільтрах системи управління засувками. Налагодження роботи фільтрів за заданим технологічним режимом. Переобладнання фільтрів у фільтри великої брудомісткості, що працюють з вищим технологічним ефектом. Часткова зміна комунікацій трубопроводів з установкою засувок; ремонт ізоляції трубопроводів і ємностей розчину коагулянту</p>
<p>Устаткування для коагулювання води (дозатори, мішалки)</p>	<p>Ремонт обладнання на місці; регулювання розчинних і дозувальних пристроїв; фарбування обладнання</p>	<p>Ремонт обладнання з демонтажем і заміною зношених деталей і частин; улаштування пристроїв, що поліпшують розчинення коагулянту</p>

Закінчення табл. 2.7

1	2	3
Хлоратори (амонізатори) вакуумні та напірні	Розбирання, чистка та збирання хлоропровода з заміною зношених трубок і прокладок; огляд, промивання і просушування проміжного балона; чистка, ремонт і опресовування хлорних вентилів і запірних клапанів; промивка, очищення і регулювання редукторів, клапанів, ротаметра, ежектора; фарбування металевих поверхонь; перевірка на герметичність з усуненням витоків і регулювання	Заміна вентилів, фільтрів, мембран у камері, манометрів і редукційних клапанів, пошкоджених стекол змішувача і ротаметра; розбирання, чистка та регулювання вузлів під час заміни в них вищевказаних деталей; перевірка на герметичність усіх з'єднань хлораторної установки з усуненням витоків, налагодження роботи хлоратора; ремонт або заміна зношених ємностей – випарників хлору й аміаку та їх газопроводів
Градирні (контактні і вентиляторні)	Очищення градирень від механічних засмічень; ремонт водорозподільних пристроїв	Ремонт літаків і жолобів; ремонт зрошувачів; ремонт каркасів і водоуловлювачів; заміна вентиляторів (на вентиляторних градирнях)

Поточний ремонт полягає в систематичному проведенні робіт із запобігання передчасному зношуванню та аваріям споруд і устаткування. Всі роботи з поточного ремонту поділяють на профілактичні і непередбачені. Профілактичний ремонт планується і затверджується технічним керівником підприємства. План профілактичного ремонту складають під час періодичних оглядів. Непередбачений ремонт – це термінове виправлення дрібних випадкових пошкоджень. Поточний ремонт проводять за рахунок експлуатаційних витрат і здійснюють силами експлуатаційного персоналу. До капітального ремонту очисних споруд і обладнання належать роботи, у процесі яких проводять заміну зношених конструкцій, вузлів і деталей або заміну їх більш міцними й економічними. Фінансування капітального ремонту здійснюють за рахунок амортизаційних відрахувань. Капітальний ремонт обладнання доцільно поєднувати з модернізацією, спрямованою на підвищення його продуктивності і полегшення експлуатаційних умов.

Точніші терміни призначають залежно від місцевих умов.

Об'єкти, намічені для капітального ремонту, повинні мати докладний технічний опис ремонтних і налагоджувальних робіт,

складених у процесі обстеження. Складання планів капітального ремонту споруд має розглядатися комплексно, з усім обладнанням, приладами, арматурою, трубопроводами тощо.

Періодичність оглядів і проведення робіт з поточного ремонту, перелік основних робіт з капітального та поточного ремонтів, а також періодичність робіт з капітального ремонту необхідно проводити відповідно до положень нормативних документів (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Періодичність робіт з капітального ремонту

Найменування об'єкта	Характер ремонту	Періодичність
Основний комплекс очисних споруд: відстійники, освітлювачі, фільтри всіх систем, змішувачі та камери реакцій	Ремонт відстійників, фільтрів, змішувачів і камер реакції (стін, днища, перекриття та дренажу).	Раз на 6 років
	Ремонт освітлювачів (стін, днища, перекриття та дренажу).	Раз на 3 роки
	Довантаження піску у фільтри і контактні освітлювачі.	Раз на 1–1,5 року
	Ремонт	Раз на 1,5 року
Інші очисні споруди (баки розчинно-відстійні для коагулянту і хлорного вапна). Хлоратори й амонізатори	Ремонт і заміна деталей	Раз на 2 роки

2.2.4. Реагентне господарство. Змішувачі та камери утворення пластівців

Експлуатація реагентних цехів має забезпечувати своєчасне та якісне приготування реагентних розчинів і задані режими їх безперебійного дозування в оброблювану воду.

У процесі експлуатації реагентних цехів персонал зобов'язаний:

- своєчасно готувати заданий об'єм реагентних розчинів необхідної концентрації;
- вводити реагенти в оброблювану воду з дотриманням установлених доз, послідовності й інтервалів часу;

– систематично спостерігати за справністю пристроїв для приготування та дозування реагентів і контрольно-вимірювальних приладів;

– своєчасно передавати замовлення на отримання реагентів з урахуванням установленого порядку їх витрачання та місткості складів;

– вести систематичний облік і контроль витрати та якості реагентів, що надходять.

Зберігання та дозування реагентів. На складах має знаходитися не менше ніж 30-добовий, а за обґрунтування – 15-добовий запас реагентів. За наявності централізованих (базисних) складів – не менше ніж 7-добовий запас реагентів. За сухого зберігання висоту шару коагулянту беруть 2–3,5 м, вапна – 1,5–2,5 м. Якщо ж зберігання мокре, концентрація коагулянтів у баках-сховищах має становити 15–20 % (рис. 2.18). За санітарними умовами для зручності використання перевагу слід надавати мокрому зберіганню реагентів.

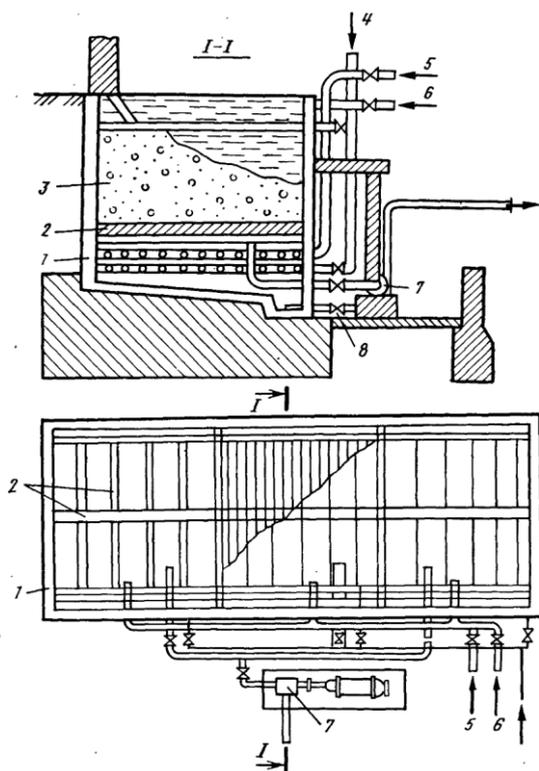


Рис. 2.18. Бак для зберігання коагулянту в рідкому вигляді: 1 – залізобетонний резервуар з антикорозійним покриттям; 2 – колосникова решітка; 3 – шар коагулянту; 4 – подача води для змивання осаду; 5 і 6 – подача пари і повітря у витратні баки; 7 – кислотний насос; 8 – скид осаду у водостік

Під час зберігання реагентів необхідно враховувати, що вапно може знаходитись на одному складі з коагулянтом. Хлорне вапно зберігають у дерев'яних бочках в окремому сухому, прохолодному і добре вентильованому приміщенні.

Під час зберігання реагентів для фторування води слід дотримуватися особливих умов з огляду на їх токсичність. Так реагенти, що містять фтор, зберігають на складі за температури не нижче ніж 5 °С

у заводській тарі (сталевих або фанерних барабанах, дерев'яних бочках масою нетто 50–150 кг). Розкривати та заповнювати тару порошкоподібним реагентом, а також розчиняти його водою слід в окремій кімнаті, ізольованій від приміщення фтораторної. Цю кімнату обладнують припливно-витяжною вентиляцією з 12-кратним обміном повітря протягом 1 год з урахуванням резервної вентиляції з 6-кратним обміном протягом 1 год.

Пакети і барабани з активованим вугіллям складають за марками і датами надходження.

Поліакриламід і рідке скло задля уникнення заморожування і всихання зберігають у критих приміщеннях за плюсової температури, але не вище 25 °С. Технічний 8 %-й розчин поліакриламідую транспортують і зберігають у бочках, що містять 100–150 кг продукту. Для уникнення витоків бочки встановлюють у вертикальне положення завантажувальним люком угору. За дефектів тари або необхідності зберігання розкритих бочок продукт заливають водою. Рідке скло зберігають у герметично закупорених дерев'яних або залізних бочках, або в цистернах.

Склади для зберігання кислот обладнують відповідно до санітарних правил проектування, обладнання та утримання складів для зберігання сильнодіючих та отруйних речовин з урахуванням правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. Їх ізолюють один від одного й інших складських приміщень. Невелику кількість кислоти можна зберігати у приміщеннях з хорошою витяжкою.

У реагентному цеху контролюють:

- масу або об'єм завантаження реагенту – під час кожного замішування; періодичність і тривалість завантаження – позмінно;
- тривалість та інтенсивність перемішування, тривалість відстоювання розчину – у міру розчинення;
- концентрацію розчинів у реагентних баках – у міру розчинення реагенту або розведення розчинів;
- рівні розчинів у баках – у процесі витрачання розчинів; точність дозування – щогодини і частіше, за зміни режиму подачі води і концентрації розчину реагенту;
- роботу механічних дозаторів сухих реагентів – не рідше одного разу за зміну; періодичність і тривалість видалення осадів з реагентних блоків і бункерів – після 4–6 циклів приготування розчинів реагентів або частіше, в міру накопичення осаду;

– стан дозувальних пристроїв – щоквартально або не рідше двох разів на рік.

Як коагулянти води зазвичай використовують сірчаноокислий алюміній, хлористий алюміній, оксихлорид алюмінію, рідше – хлорне залізо або залізний купорос. Коагулянти, що містять залізо, ефективні за низьких температур води взимку (рис. 2.19).

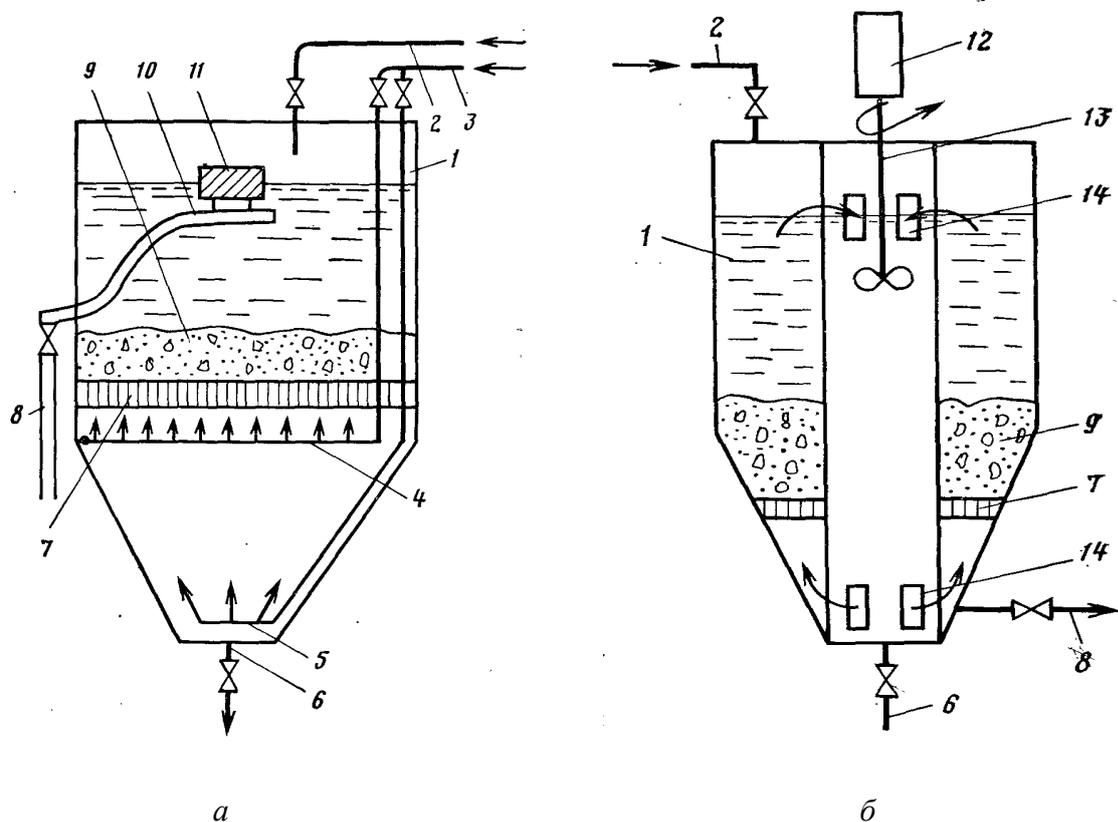


Рис. 2.19. Баки для приготування розчину коагулянту з повітряним (а) і механічним (б) перемішуванням: 1 – корпус; 2, 3 – подача води і стисненого повітря; 4, 5 – верхня і нижня повітророзподільна система; 6 – випуск осаду; 7 – решітка; 8 – відведення розчину коагулянту; 9 – коагулянт; 10 – шланг; 11 – поплавок; 12 – електродвигун; 13 – вісь мішалки; 14 – вікна для циркуляції розчину

Коагулянти розчиняють у розчинних баках. Тривалість повного циклу приготування розчину (завантаження, розчинення, відстоювання, перекачування, очищення піддону) за температури води до $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ становить 10–12 год. Розчинення інтенсифікують перемішуванням розчину стиснутим повітрям, що підводиться дірчастими трубами або мішалками ($8\text{--}10\text{ л}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$). Коагулянт слід розчиняти швидко і максимально використовувати його активну частину. Для цього коагулянт попередньо подрібнюють, а розчин інтенсивно перемішують. Для розчинення сірчаноокислого алюмінію використовують теплу воду.

Час відстоювання приготуваних у баках розчинів беруть для очищеного коагулянту 1 год, неочищеного – 3–4 год. Концентрацію розчину реагенту можна визначати за щільністю ареометром. Під час обробки каламутних вод беруть такі дози коагулянтів як у табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Дози коагулянтів при обробці каламутних вод

Каламутність води, М, мг/дм ³	Дози коагулянтів, Дк, мг/дм ³
до 100	25–35
101–200	30–45
201–400	40–60
401–600	45–70
601–800	55–80
801–1000	60–90

У процесі очищення баків від нерозчинних домішок коагулянту осад випускають один раз на 10–12 днів (для очищеного коагулянту) або після 4–6 замішувань (для неочищеного), що значно підвищує ефективність використання реагенту.

В оброблювану воду реагенти вводять у певній послідовності, дотримуючись інтервалів між введенням їх окремих видів.

За відсутності запахів і присмаків проводять первинне хлорування, а через 2–3 хв вводять коагулянт.

Якщо запахи (в тому числі і хлорфенольного походження) та присмаки під час хлорування не з'являються, то можливі такі варіанти введення реагентів:

- коагулянт, потім озон перед фільтрами або у профільтровану воду;
- первинне хлорування, через 10 хв – перманганат калію і через 2–3 хв – коагулянт;
- первинне хлорування, через 10–15 хв – активоване вугілля і через 10 хв – коагулянт;
- первинне хлорування, через 2–3 хв – коагулянт і активоване вугілля дозою до 5 мг/дм³ перед фільтрами;
- первинне хлорування, через 10 хв – перманганат калію, через 10–15 хв – активоване вугілля і через 10 хв – коагулянт.

За появи під час хлорування хлорфенольного запаху воду обробляють аміаком, через 2–3 хв проводять первинне хлорування і через 2–3 хв вводять коагулянт або спочатку воду обробляють

перманганатом калію, через 10 хв – хлором, потім через 10–15 хв вводять активоване вугілля та через 10 хв – коагулянт.

Флокулянти вводять через 2–3 хв після додавання коагулянту, зазвичай у кінці змішувача або на початку камер утворення пластівців.

Якщо забезпечити необхідні інтервали між введенням окремих реагентів у трубопроводи перед станцією очищення води і змішувачем неможливо, допускають влаштування додаткових змішувачів і контактних ємкостей, конструкція яких має унеможливити осадження реагентів, які вводять у вигляді суспензії.

За низької лужності очищеної води процес коагуляції призводить до деяких труднощів. У таких випадках воду перед коагулюванням підлужнюють зазвичай гашеним вапном.

Процес приготування розчинів є найбільш трудомістким, і відбувається у чотири етапи:

1. Підготовка сухих реагентів починається з дроблення великих грудок сірчаноокислого алюмінію на дрібний (розміром не більше ніж 100 мм). Потім проводять навішування для одного або двох завантажень, далі завантаження відважених порцій у розчинний бак. Всі ці операції проводять на складах реагентів.

2. Реагенти розчиняють струменем або потоком води з перемішуванням заповнювача у баку за допомогою мішалки з електромеханічним приводом або повітря. Розчинення вважають закінченим після того, як у баку залишаться лише нерозчинні шматки породи і пісок.

Під час розчинення коагулянту в результаті перемішування розчину повітрям, витрату останнього визначають виходячи з інтенсивності 8–10 л/с на 1 м площі розчинного бака.

3. Готують робочий розчин необхідної концентрації, розбавляючи водою той, який отримано під час розчинення реагенту після його перекачування у видатковий бак.

4. Останнім етапом у роботі реагентного господарства є підготовка розчинних і витратних баків після їх спорожнення до розчинення наступної порції реагенту.

Оптимальні співвідношення змішувальних концентрацій робочих розчинів реагентів до кількості оброблюваної води визначають попередньо в лабораторних умовах і уточнюють у процесі експлуатації залежно від якості реагентів і оброблюваної води.

У процесі експлуатації цеху коагулювання обслуговуючий персонал зобов'язаний:

а) своєчасно приготувати необхідну кількість розчинів реагентів необхідної концентрації;

б) вводити реагенти в оброблювану воду з дотриманням установлених доз і послідовності їх введення;

в) систематично спостерігати за правильністю роботи пристроїв приготування і дозування реагентів, засобів контролю й автоматизації;

г) вести облік витрачання реагентів і своєчасно їх замовляти з урахуванням місткості складів.

Коли приймають кожену нову партію реагентів, перевіряють наявність сертифікатів, що засвідчують їх якість та відповідність вимогам стандарту. Кожну партію реагентів, що надходять на підприємство, піддають контрольному аналізу на вміст у продукті активної частини реагенту і домішок.

Змішувачі та камери утворення пластівців. Процес змішування призначено для швидкого і рівномірного розподілу реагентів в оброблюваній воді. Змішування за нормативами має бути закінчено протягом 1–2 хв за мокрою і не більше 3 хв за сухою дозування реагентів. У той же час необхідно зазначити, що ефект значно залежить від початкового змішування: чим менше час змішування, тим швидше і глибше відбувається коагуляція домішок, тобто швидше настає утворення пластівців.

Таким чином, споруди та пристрої для змішування розчинів реагентів з оброблюваною водою мають забезпечувати швидке і рівномірне змішування реагентів з усією масою оброблюваної води (рис. 2.20, 2.21).

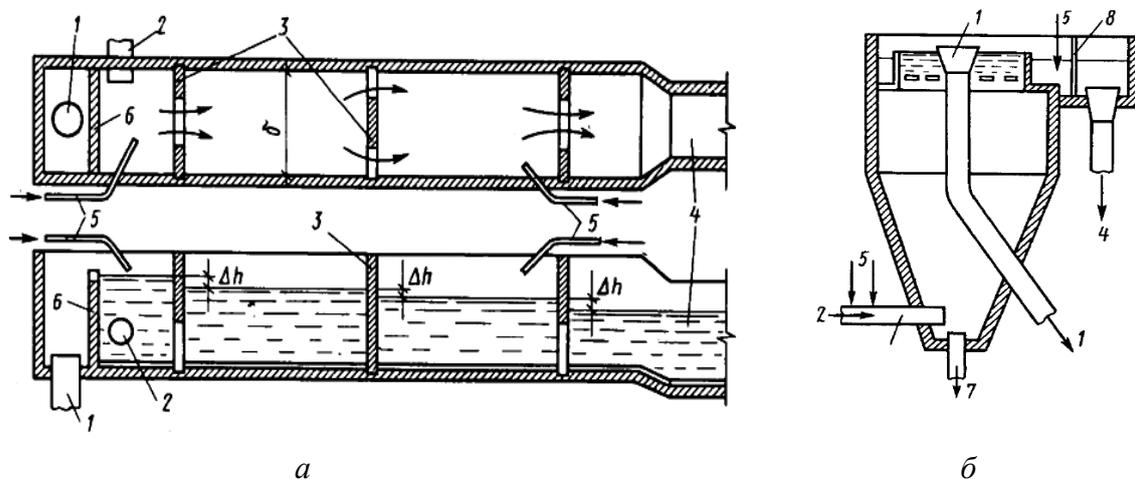


Рис. 2.20. Змішувачі: а – перегородчастий; б – вихровий (вертикальний); 1 – переливний трубопровід; 2 – вихідна вода; 3 – перегородки; 4 – вода після змішувача; 5 – подача реагенту; 6 – переливна стінка; 7 – трубопровід спорожнення змішувача; 8 – сітка

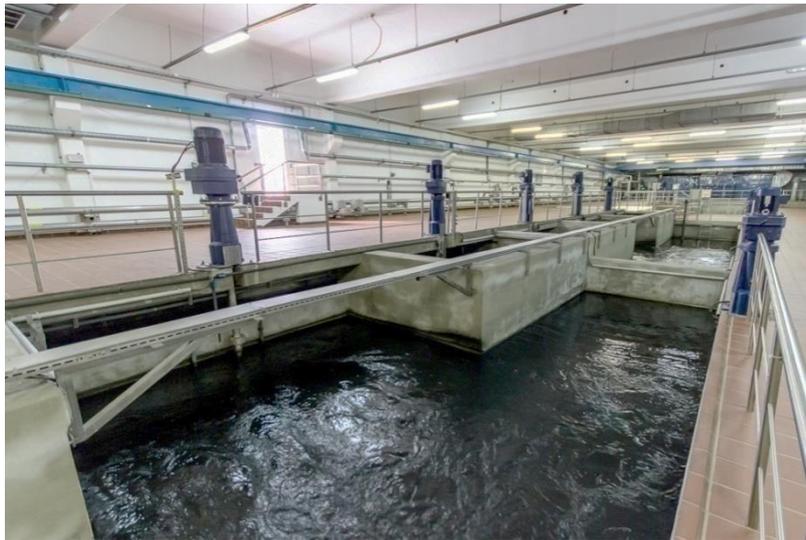


Рис. 2.21. Змішувач на станції очистки поверхневих вод

Роботу змішувачів контролюють за технологічними картами, що містять параметри роботи споруд і вказівки щодо методик, способів і періодичності їх контролю.

Змішувачі та камери утворення пластівців очищають за планом, який встановлюють на кожній водопровідній станції на основі досвіду експлуатації, але не рідше одного разу на рік. Огляд і очищення камер здійснюють у періоди найменш напруженої роботи.

У процесі експлуатації змішувачів персонал зобов'язаний:

- вести постійне спостереження і здійснювати контроль за процесом змішування реагентів з оброблюваною водою шляхом контролю концентрації реагенту в різних точках живого перерізу потоку під час виходу зі змішувача;
- очищати змішувачі від нагромадженого осаду;
- стежити за справністю механічного обладнання змішувачів.

Не можна допускати підсмоктування повітря і надходження його в камери утворення пластівців. Наявність надлишку повітря, з одного боку, сприяє руйнуванню пластівців у камерах їх утворення, а з другого – надлишок кисню призводить до виникнення корозійних процесів.

Система дірчастих труб, яка збирає воду у змішувачі і камери утворення пластівців, має бути затоплена на 0,5–0,6 м, для того щоб не утворювалися завихрення і не підсмоктувалось повітря під час входу води в отвори збірної системи. Якщо виявляють підсмоктування повітря, то прикривають засувку на трубопроводах, що відводять воду від змішувача до камер утворення пластівців, з тим щоб рівень води піднявся вище системи відводу на 0,5–0,6 м.

Періодично, один раз на 10 днів під час весняних паводків і один раз на місяць в інші періоди року, камери очищають від нагромадженого осаду, не допускаючи засмічення розподільних систем і виносу осаду на наступні споруди (відстійники, освітлювачі, фільтри).

Завершальним етапом реагентної обробки води є процес утворення пластівців.

На сьогодні поширені такі типи камер утворення пластівців: вбудовані у горизонтальних і вертикальних відстійниках, перегородчасті камери з горизонтальним і вертикальним рухом води, вихрові камери і камери зі зваженим шаром осаду (рис. 2.22, 2.23).

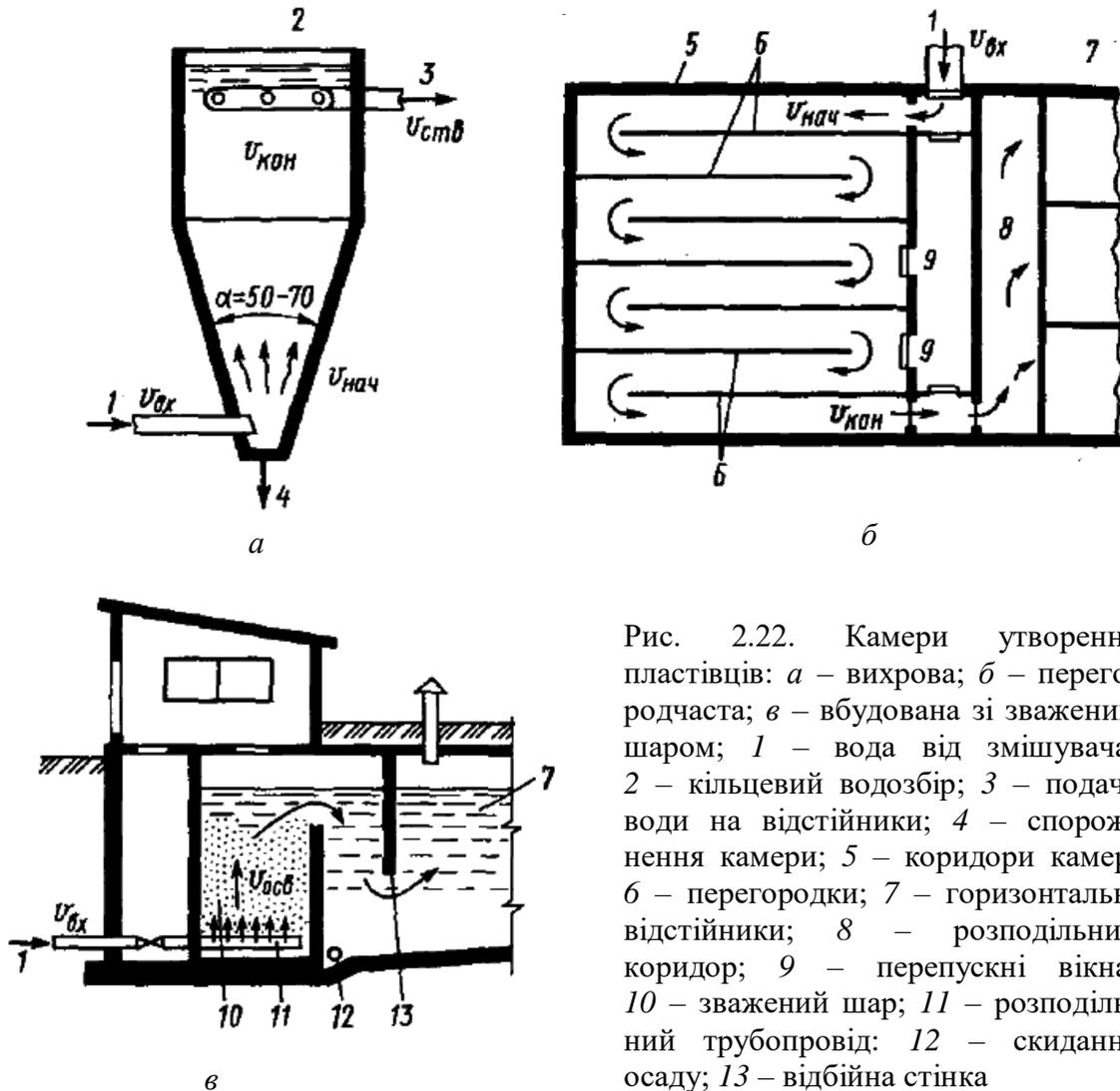


Рис. 2.22. Камери утворення пластівців: *а* – вихрова; *б* – перегородчаста; *в* – вбудована зі зваженим шаром; 1 – вода від змішувача; 2 – кільцевий водозбір; 3 – подача води на відстійники; 4 – спороження камери; 5 – коридори камер; 6 – перегородки; 7 – горизонтальні відстійники; 8 – розподільний коридор; 9 – перепускні вікна; 10 – зважений шар; 11 – розподільний трубопровід; 12 – скидання осаду; 13 – відбійна стінка

Оцінкою ефективності цього етапу є крупність сформованих пластівців, що мають адсорбційні властивості і достатню механічну міцність для транспортування їх від камер утворення пластівців до відстійних споруд.

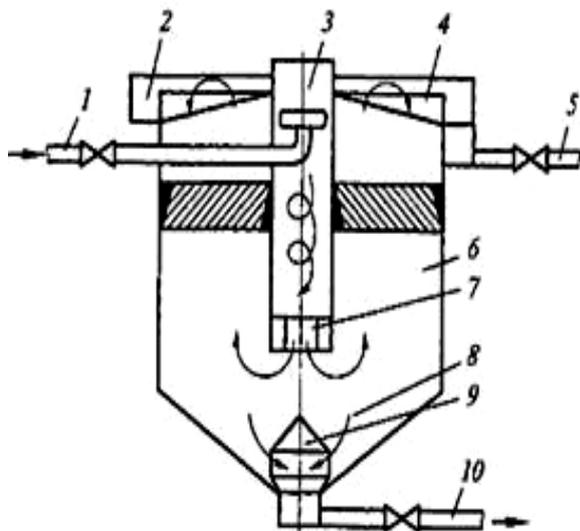


Рис. 2.23. Водоворотна камера утворення пластівців, вбудована у вертикальний відстійник:

1, 5 – подача вихідної і відведення освітленої води; 2 – кільцевий водозбірний лоток; 3 – коловоротна камера утворення пластівців; 4 – радіальні лотки; 6 – зона відстоювання; 7 – гаситель; 8 – зона накопичення і ущільнення осаду; 9 – відбивний конус; 10 – скидання осаду

У процесі експлуатації камер утворення пластівців необхідно забезпечити повільне і рівномірне перемішування, а також постійне спостереження за швидкістю руху води. Рекомендують підтримувати швидкості 0,2–0,3 м/с на початку і 0,05–0,1 м/с наприкінці руху води в камерах. У збірних пристроях води, в комунікаціях від камер до відстійників, а також у дірчастих перегородках відстійників швидкості руху води також мають бути у межах 0,05–0,1 м/с.

Уповільнене утворення пластівців свідчить про неправильний гідравлічний режим, низькі або підвищені дози реагентів, низьку температуру води, недостатню лужність і недосконалість методу коагулювання.

У разі виявлення підсмоктування повітря рекомендують прикрити відповідні засувки з метою підняття рівня або у змішувачах, або в камерах утворення пластівців.

У процесі утворення пластівців необхідно враховувати такі положення:

- зниження температури оброблюваної води уповільнює процес коагулювання приблизно удвічі на кожні 10 °С, а за температури нижче за 3 °С процес можна вважати таким, що зупинився;

- найкращі умови утворення пластівців досягають для м'яких і кольорових вод за рН 5–6, а для жорстких і каламутних – 6,5–7,5;

- поліпшенню процесів коагулювання і утворення пластівців суспензії сприяє попереднє хлорування води, при цьому витрата коагулянту може бути знижена на 20–50 %.

- поліпшенню процесів утворення пластівців сприяє введення в оброблювану воду флокулянтів (ПАА, активованої кремнієвої кислоти тощо),

а також осаду з відстійників, освітлювачів, шламу відшарованої промивної води фільтрів і КО;

– інтенсифікації утворення пластівців можна досягнути продуванням через оброблювану воду повітря у 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 резервуара.

Під час експлуатації камер утворення пластівців необхідно стежити за тим, щоб пластівці не руйнувалися і не випадали в осад.

Незалежно від обсягу накопиченого осаду камери утворення пластівців очищають і відмивають 5 %-м розчином залізного купоросу не рідше одного разу на рік або частіше, якщо цього потребують місцеві умови.

Під час їх очищення перевіряють наявність, кількість і характер розташування осадів, стан стінок, перегородок, місць приєднання трубопроводів, засувок та іншого обладнання і вживають заходи з усунення виявлених дефектів.

У процесі очищення лопатевих камер утворення пластівців необхідно особливо ретельно оглянути і, за потреби, відремонтувати підводну частину мішалок, перевірити стан валів, підшипників, сальників та іншого обладнання.

2.2.5. Споруди попереднього освітлення води

Сітчасті барабанні фільтри, які забезпечують видалення з води планктону і грубих домішок, поділяють:

- на мікрофільтри (розмір чарунок стінок 0,04–0,06 мм);
- барабанні сітки (розмір чарунок стінок 0,3–0,5 мм).

У процесі експлуатації сітчастих фільтрів персонал зобов'язаний:

- забезпечити рівномірний розподіл води між усіма фільтрами;
- стежити за роботою промивних пристроїв;
- вести спостереження за ступенем забруднення сітчастих елементів та запобігати перевищенню розрахункового перепаду рівнів води на сітці;

- стежити за справністю сітчастих елементів, усувати течі крізь місця кріплення сітчастих елементів і прориви;

- контролювати справність приводу і підшипників;
- проводити профілактичний і поточний ремонт установок;
- вести щоденний журнал експлуатації сітчастих фільтрів.

Експлуатацію сітчастих барабанних фільтрів здійснюють на підставі інструкцій заводів-виготовлювачів.

Для зручності виявлення і ліквідації пошкоджень сітчастих елементів усі грані та елементи барабана слід пронумерувати.

Щоб уникнути пошкодження фільтрувальних елементів під час пуску в роботу камеру фільтрів заповнюють водою поступово, регулюючи ступінь відкриття засувки чи шибера.

Профілактичний ремонт фільтрів слід проводити у періоди мінімального навантаження на сітчасті фільтри за найменшого вмісту у воді планктону і грубих домішок.

Коли вода знаходиться у стані спокою або рухається з невеликою швидкістю, то зважені частинки, щільність яких більша, ніж щільність води, під дією сили тяжіння випадають в осад (табл. 2.10). На цьому принципі засновано освітлення води методом осадження, яке здійснюють у *відстійниках* за безперервного руху води з малою швидкістю (рис. 2.24).

Таблиця 2.10

Швидкість осадження завислих речовин у відстійниках

Характеристика оброблюваної води і спосіб обробки	V_0 , мм/с
Малокаламутні кольорові води, оброблені коагулянтном	0,35–0,45
Води середньої каламутності, оброблені коагулянтном	0,45–0,5
Каламутні води, оброблені:	
- коагулянтном;	0,5–0,6
- флокулянтном	0,2–0,3
Каламутні води, що не оброблюються коагулянтами	0,08–0,15

Відстійники і прояснювачі зі зваженим осадом мають підтримувати необхідний рівень освітлення води. Її прозорість має бути не менше ніж 25 см за «шрифтом» або 80–90 см – за «хрестом», каламутність – 8–15 мг/дм³, вміст залишкового алюмінію – не більше 35 % дози коагулянту (сірчаноокислого алюмінію), кольоровість – не більше 20 град.

За нормальної роботи відстійників основна маса суспензії осідає у першій третині або половині відстійника у напрямку руху води. Це свідчить про своєчасне формування міцних пластівців коагулянту в камерах їх утворення, а також про інтенсивне осадження і ущільнення у відстійниках. Такий розподіл осаду по довжині відстійників дає можливість працювати тривалий час без продування. Терміни проведення продувань залежать від якості вихідної води і дози коагулянту.

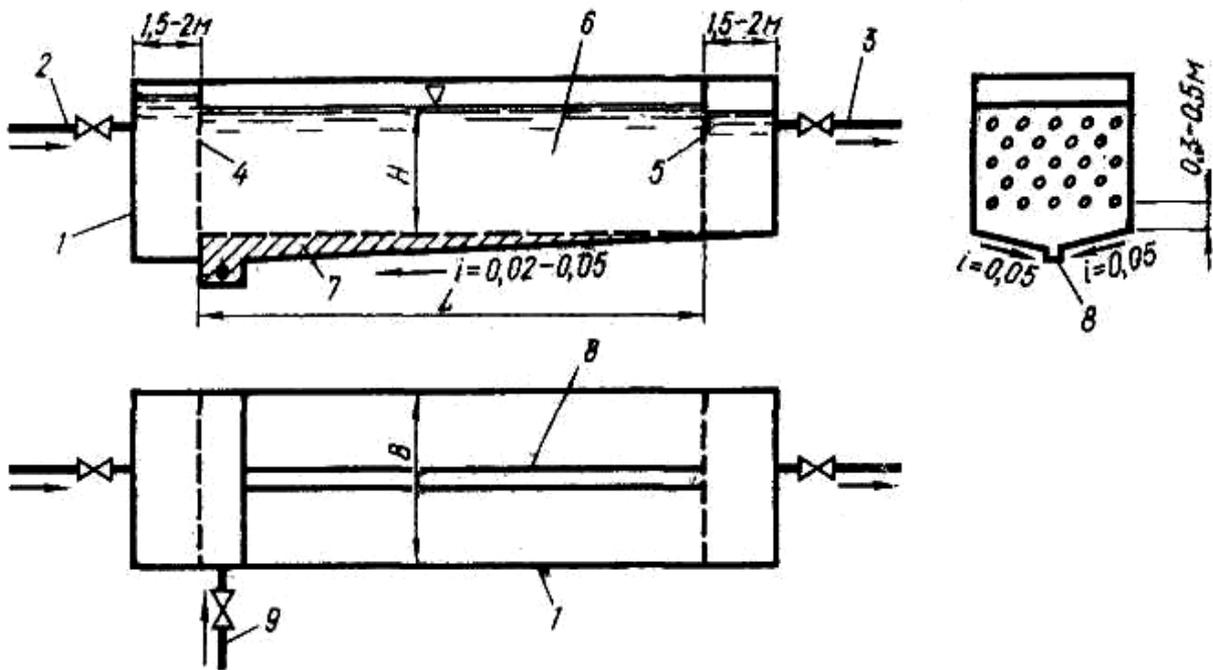


Рис. 2.24. Схема горизонтального відстійника: 1 – корпус; 2 – труба для підведення оброблюваної води до змішувача; 3 – труба для відведення води від відстійника на фільтри; 4 – дірчаста входна стінка; 5 – дірчаста вихідна стінка; 6 – зона осадження (прояснення); 7 – зона накопичення та ущільнення осаду; 8 – лоток для сповзання осаду; 9 – скидна труба

На практиці роботу відстійників оцінюють відсотком затримання зважених речовин, що дорівнює відношенню кількості суспензії, яка випала (G_6), до повної кількості (G_0), що знаходиться у воді, %:

$$K = \frac{G_6}{G_0} 100 \%$$

Додатково роботу горизонтальних відстійників оцінюють за шаром розподілу осаду по дну.

Спостереженнями встановлено, що:

- з підвищенням температури води ефект роботи відстійника за усіх інших рівних умов підвищується;
- наявність поздовжніх перегородок не чинить вирішального впливу на характер руху води за правильного влаштування напуску і відведення води;
- правильний (рівномірний) розподіл по ширині відстійника напуску води і її відведення забезпечується незатопленим водозливом на початку (впуск) і в кінці (відведення) відстійника; якщо ж водозлив відсутній і воду підводять по трубі на тій чи іншій висоті симетрично

або асиметрично центру відстійника, то для рівномірного її розподілу по ширині можна влаштувати дірчасті перегородки або решітки з вертикальних дощок із зазорами 0,10–0,15 м, які встановлюють на початку і кінці відстійника на відстані 1,0–1,5 м від стінок; швидкість руху води у зазорах має бути 0,2–0,3 м/с; рівномірне відведення освітленої води в кінці відстійника зі збірними переливними лотками забезпечується шляхом вирівнювання переливних кромок лотків строго на одну загальну відмітку в усіх відстійниках з точністю ± 2 мм;

– з накопиченням осаду на дні робоча глибина відстійника зменшується, а швидкість руху води збільшується. Однак ефект випадання суспензії зі зменшенням глибини відстійника до певної межі не знижується; зі зменшенням робочої глибини горизонтального відстійника (за рахунок тонкошарових модулів) удвічі підвищується ефект роботи відстійника за одних і тих же швидкостей руху води.

Таблиця 2.11

**Параметри роботи горизонтальних відстійників
за гідравлічного способу видалення осаду**

Якість вихідної води		Доза коагулянту, мг/дм ³	Тривалість		Обсяг води, яку скидають за час продування, %
каламутність, мг/дм ³	кольоровість, град		продування, хв	міжпродувального періоду, діб	
30–80	40–60	80–120	15–20	15–20	0,17
80–150	20–40	40–80	7–9	2–3	0,85
150–600	20–25	50–80	20–30	3	1.1

У процесі експлуатації перегородчастих камер утворення пластівців і горизонтальних відстійників черговий оператор спостерігає за ходом реакції реагентів з водою і характером утворення пластівців коагулянту, а також за пластівцями, що не осіли у відстійнику. Каламутність відстояної води має бути 8–12 мг/дм³, періодично допускають збільшення каламутності, але не більше ніж 20 мг/дм³.

Черговий оператор має регулювати рівномірний розподіл води, що надходить в окремі частини камери утворення пластівців і відстійника, спостерігати за рівномірним шаром переливу через кромки жолобів води, що надходить у відстійник і відводиться з нього. Кромки лотків слід періодично оглядати й очищати від утворених органічних скупчень, а за потреби – вирівнювати.

Необхідно регулярно контролювати накопичення осаду у відстійниках і визначати вплив величини шару осаду на якість освітлюваної води.

Положення поверхні ущільненого осаду в камері відстійників можна визначати за допомогою жердини, на кінці якої перпендикулярно укріплено щиток розміром не менше ніж 20×20 см, що перешкоджає зануренню жердини в осад. За довжиною частини жердини, що знаходиться під водою, визначають товщину шару води до осаду, а отже й висоту шару осаду.

Максимальна висота шару осаду може сягати 1,5–2,0 м – за легких осадів і 0,5–1,0 м за важких глинистих осадів. Це значення підлягає уточненню з урахуванням місцевих умов.

Зазвичай осад з горизонтальних відстійників видаляють двічі на рік (навесні і восени), і лише під час очищення води з великою каламутністю і високою кольоровістю осад з відстійників видаляють частіше.

Забруднення зі стінок і перегородок видаляють щітками, а потім дезінфікують хлорною водою з дозою активного хлору 25 мг/дм³.

Під час експлуатації відстійників персонал зобов'язаний:

- контролювати у процесі зміни режимів подачі води рівномірність розподілу води між окремими спорудами (але не менше ніж 1–2 рази на добу);
- забезпечувати правильність розподілу води по площі самих відстійників, своєчасно усуваючи перекося кромок лотків, жолобів тощо;
- вести спостереження за накопиченням (висотою шару) осаду і його впливом на режим роботи споруд (5–6 разів між чистками), регулярно видаляти осад відповідно до встановленого графіка;
- враховувати втрати води під час скидання осаду;
- контролювати характер відкладення осаду по довжині і ширині відстійника (рухомого і щільного осаду) – 5–6 разів протягом циклу роботи відстійника (від чистки до чистки);
- контролювати періодичність і тривалість скидання осаду в міру його накопичення і підйому до критичного рівня;
- стежити за станом пристроїв для відведення освітленої води і надлишкового осаду, трубопроводів, засувок і лотків, тонкошарових модулів.

Застосування *прояснювачів* зі зваженим осадом дає можливість значно скоротити розміри очисних споруд, поліпшити подальшу роботу фільтрів і знизити витрати реагентів (рис. 2.25).

Щоб уникнути порушення зваженого шару конвекційними потоками і виносу осаду з прояснювача температура води не має

змінюватися більш ніж на 1 °С за годину, а поступова зміна витрати води має перебувати у межах $\pm 15\%$ за годину. Під час експлуатації прояснювачів швидкість висхідного потоку в зоні освітлення і коефіцієнт розподілу води між зоною освітлення та зоною відділення осаду залежать від загального вмісту завислих речовин у воді, що надходять у прояснювач.

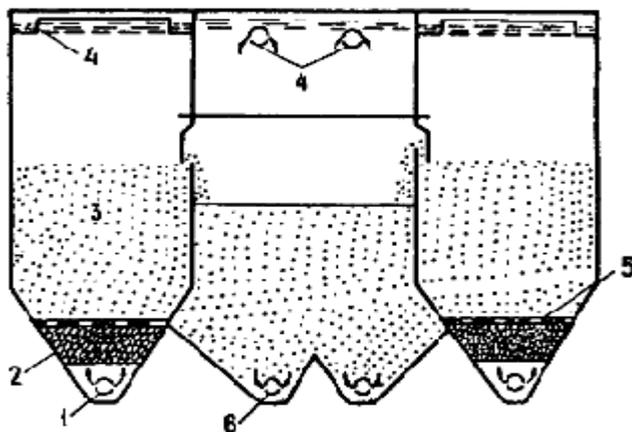


Рис. 2.25. Прояснювач з контактною камерою утворення пластівців:

1 – подача вихідної води; 2 – контактна камера утворення пластівців; 3 – зона зваженого осаду; 4 – відведення освітленої води; 5 – решітка; 6 – видалення осаду

Під час подачі у прояснювачі води з реагентами передбачають віддільник повітря для видалення газів, що утворюються під час хімічних реакцій. Швидкість низхідного потоку води в них не має перевищувати 50 мм/с, час перебування води – не менше ніж 1 хв.

Відведення води з осадоушільнювача проводять безперервно або періодично.

Основною умовою нормальної роботи прояснювачів під час їх експлуатації є накопичення стабільного і щільного шару завислого осаду, що досягають підбором оптимальних доз реагентів і безперебійною подачею їх в оброблювану воду. Частих їх змін у режимі подачі води не допускають. Необхідно унеможливити підсмоктування повітря водою і розчинами реагентів під час надходження їх у прояснювачі.

Експлуатацію прояснювачів із завислим осадом зводять до такого:

1. Найбільш важливим є початковий пуск і налагодження процесу освітлення води: прояснювач починає нормально працювати після утворення зваженого шару, що відбувається через деякий проміжок часу після початку коагулювання води. Налагоджувати роботу прояснювача потрібно у процесі пуску новозбудованої споруди і після її ремонту, а також після кожного очищення і під час переходу від зимового режиму роботи до весняного, від літнього – до осіннього.

2. Загальною вимогою нормальної роботи прояснювача є вміст завислих речовин в освітленій воді не більше ніж 8–12 мг/дм³ (за початкової – не більше ніж 150 мг/дм³).

3. У міру накопичення осаду в осадощільнювачі проводиться його випуск. Випускати осад необхідно перед тим, як пластівці коагулянту почнуть виноситися з освітленою водою і з'являться клуби замутненої води на поверхні центрального осадощільнювача.

Частота випускання осаду залежить від інтенсивності його накопичення, об'єму зони накопичення та ущільнення осаду. Практично за сталого режиму експлуатації прояснювача осад випускають влітку 1 раз на добу, а за підвищеної мутності освітлюваної води – 2 рази. При цьому, не припиняючи надходження води у прояснювач, частину об'єму води спускають з прояснювача через осадоспускну трубу. Вода, яку спускають, забирає осад із зони його ущільнення. Зниження рівня води у прояснювачі досягає зазвичай 0,5 м, випускання осаду триває 4–5 хв.

Втрати води з осадом, який випускають, становлять близько 1 % від кількості пропущеної води через прояснювач.

4. У процесі експлуатації прояснювача персонал повинен також стежити за збором освітленої води і за потреби прочищати затоплені отвори водозбірних труб і жолобів.

У прояснювачах зі зваженим шаром осаду контролюють:

- тривалість зарядки зваженого шару після повного спорожнення і включення в роботу;
- рівень зваженого осаду – у міру зміни швидкісного і температурного режимів роботи прояснювача, а також режиму дозування реагентів (але не рідше 2-х разів за зміну);
- швидкість висхідного потоку води в робочій зоні прояснювача – 2–3 рази після пуску в міру зміни режиму подачі води;
- кількість води, яку відводять із верхньої зони ущільнення осаду, у міру зміни кількості води, яку подають, і режиму її реагентної обробки (не рідше 2-х разів за зміну);
- періодичність і тривалість випуску осаду – у міру накопичення і підйому осаду до критичного значення його рівня;
- вплив добових коливань температури води джерела на роботу прояснювача – 1–2 рази за зміну;
- втрати води під час продування і тривалість продувки – щоразу.

У процесі очищення відстійників та прояснювачів після видалення осаду стіни, перегородки і днище обмивають водою з брандспойта, водночас видаляючи залишки осадів.

Після цього всі внутрішні поверхні відстійника обробляють 5 % розчином залізного купоросу та заповнюють для дезінфекції водою з вмістом 25 мг/дм³ хлору. Після промивання чистою водою відстійник (прояснювач) пускають в експлуатацію.

Відстійники і прояснювачі мають забезпечувати задану ступінь попереднього освітлення і знебарвлення проектних об'ємів води перед її подачею у фільтри.

Для попереднього освітлення і знебарвлення господарсько-питної води перед надходженням її на фільтри застосовують *флотаційні установки* (ФУ), які використовують як під час будівництва нових, так і реконструкції існуючих очисних споруд шляхом переобладнання відстійників, прояснювачів зі зваженим осадом, окремих ємкостей тощо (рис. 2.26).

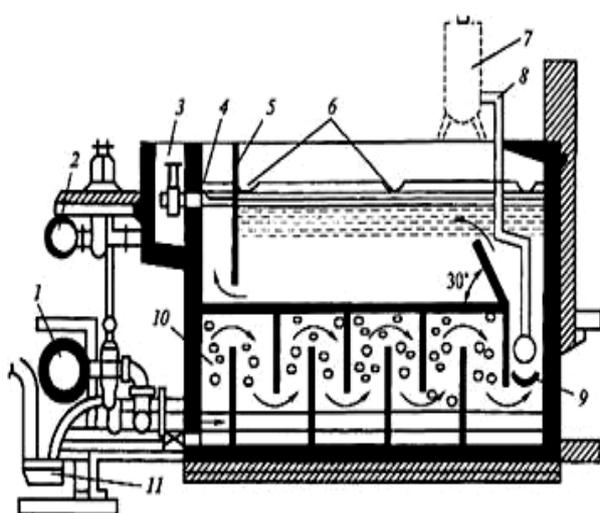


Рис. 2.26. Флотатор, який поєднано з камерою утворення пластівців:

- 1 – подача вихідної води;
- 2 – відведення обробленої води;
- 3 – збірний канал;
- 4 – вікна для відводу води;
- 5 – струмененапрямна перегородка;
- 6 – лотки для збору піни;
- 7 – напірний резервуар; 8 – подача водоповітряної суміші; 9 – відбивач;
- 10 – камера утворення пластівців;
- 11 – водостік

Флотаційні установки рекомендують застосовувати під час обробки малокаламутних кольорових вод поверхневих водних джерел.

Перед пуском ФУ в експлуатацію проводять гідравлічне випробування всіх систем.

Порядок пуску ФУ такий: проводять заповнення флотаційних камер попередньо освітленою водою до робочого рівня; вмикають насос і компресор, встановлюють робочий тиск і рівень водоповітряного розчину в напірному баку; візуально визначають рівномірність розподілу бульбашок повітря з розподільних трубопроводів у флотаційній камері. Нормальним вважають такий розподіл, за якого утворюється стійка водоповітряна емульсія молочного кольору без виділення великих бульбашок повітря.

Під час роботи ФУ ведуть спостереження за рівномірним розподілом водоповітряного розчину в обсязі оброблюваної води, ступенем її освітлення, швидкістю утворення піни, рівномірністю розподілу по всій поверхні камери. Скидання піни з флотаційної камери може бути безперервним і періодичним. Періодичність скидання флотаційної піни встановлюється з умови запобігання руйнуванню її в камері і тим самим попередження вторинного забруднення води, а також із санітарних міркувань.

Для флотаційного освітлення рекомендують використовувати очищені коагулянти, під час застосування неочищених коагулянтів їх розчини слід попередньо піддавати відстоюванню протягом 20–30 хв.

Для підвищення ефекту утворення пластівців використовують флокулянти і здійснюють продування води повітрям у змішувачах. Дози флокулянтів вибирають з урахуванням конкретних умов і можуть мінятися відповідно до сезонів року.

Оброблювана вода після флотаційної установки має підвищений вміст повітря, що може вплинути на роботу фільтрів. З метою унеможливлення засмічення завантаження фільтрів повітрям, яке, як правило, зберігається на поверхні зважених частинок, рекомендують вміст останніх доводити до 3–8 мг/дм³ залежно від місцевих умов.

Тонкошарові відстійники дають можливість значно інтенсифікувати процес осадження, на 25–30 % підвищити ефект освітлення, на 60 % зменшити площу забудови. До їхніх переваг належить також стійкість роботи за значних коливань витрат води, що надходить на очистку, зміни її температури і концентрацій забруднень.

Застосування принципу тонкошарового відстоювання перспективне під час реконструкції діючих відстійників різного типу з метою збільшення їх продуктивності. Це є найекономічнішим, а в ряді випадків єдиним рішенням, враховуючи обмежені умови діючих очисних станцій і, як правило, відсутність поблизу них вільних земельних площ. При цьому реконструкцію споруд може бути здійснено в найкоротший термін, так як перебудування цих споруд у тонкошарові відстійники не потребує тривалих і складних будівельно-монтажних робіт, а зводиться до установки заздалегідь виготовлених блоків тонкошарових елементів у відстійній зоні.

Тонкошарові елементи може бути виконано як із гнучких матеріалів, що не мають потрібної жорсткості, так і з матеріалів достатньої жорсткості. Для забезпечення сповзання в осадочну частину

відстійника суспензії, яка знаходиться на поверхні тонкошарових елементів, останні нахилиють до горизонту. Кут нахилу беруть зазвичай 55–60°. За конструкцією тонкошарові елементи виконують у вигляді плоских або гофрованих полиць, а також у вигляді труб різного поперечного перерізу: круглого, квадратного, прямокутного тощо.

Під час роботи відстійників унеможливають утворення «мертвих зон», збільшують коефіцієнт об'ємного використання споруд. Для поліпшення роботи горизонтальних відстійників і підвищення якості освітлюваної води рекомендують монтувати системи розосередженого відбору води.

2.2.6. Фільтри та контактні прояснювачі

Фільтрувальні споруди мають забезпечити якість води відповідно до вимог чинного державного стандарту «Вода питна».

Найбільш поширені швидкі однопоточні фільтри з дренажем великого опору (рис. 2.27, 2.28).



Рис. 2.27. Швидкі фільтри

Під час підготовки фільтрів до експлуатації особливу увагу слід звернути на роботи з установки промивних жолобів, забезпечивши горизонтальність їх переливних крайок. Порушення горизонтальності призводить до того, що під заниженими жолобами пісок промивається з більшою інтенсивністю, ніж під завищеними. Це призводить до поступового утворення ущільнених зон на фільтрі із залишковим забрудненням, які не промиваються. Це явище прогресує і викликає утворення воронки у зонах чистого піску.

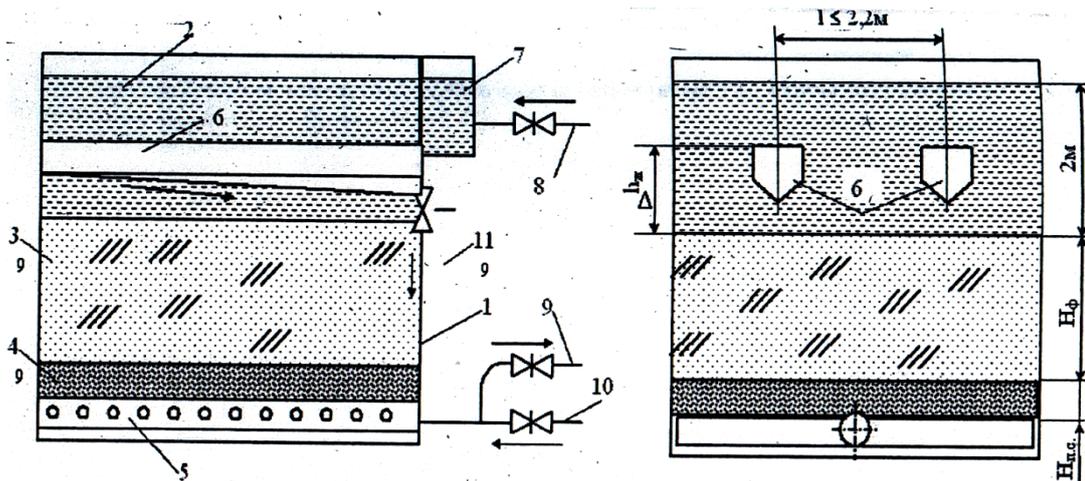


Рис. 2.28. Схема швидкого фільтра: 1 – корпус фільтра; 2 – шар води на фільтрі; 3 – шар фільтрувального матеріалу; 4 – гравійні підтримувальні шари; 5 – дренажна система; 6 – жолоби для відведення промивної води; 7 – кишенька фільтра; 8 – труба, по якій підводять воду; 9 – труба, по якій відводять фільтрат; 10 – труба для подачі промивної води; 11 – труба для відведення брудної промивної води

Монтаж дренажної системи фільтрів, завантаження підтримувального і фільтрувальних шарів, як за крупністю, так і висотою, виконують відповідно до затвердженого проекту.

Завантаження фільтрів повинно мати належний фракційний склад і достатню однорідність, механічну міцність і хімічну стійкість зерен стосовно фільтрованої води.

Неоднорідність фільтрувального матеріалу погіршує умови його промивання. Коли матеріал неоднорідний за крупністю, то погіршується і фільтрування води, тому що під час промивання фільтра внаслідок гідравлічного сортування завантажені дрібні фракції розташовуються біля поверхні фільтрувального шару. З цієї причини завислі речовини, що містяться у воді, не проникають всередину й утворюють на поверхні фільтрувального шару щільну плівку, що призводить до збільшення опору у фільтрувальному шарі і скорочення фільтрациклу.

Шари завантаження укладають за встановленими відмітками. Горизонтальність шарів забезпечує розрівнювання їх за рівнем води, що напускають у фільтр. Після завантаження фільтр промивають протягом 10–15 хв, після чого проводять зрізання і видалення верхнього шару піску з розміром зерен менше ніж 0,5 мм. Після цього завантаження фільтра вважають закінченим і підготовленим до дезінфекції.

Після перевірки дренажної системи на відповідність проекту в неї подають воду від промивного насоса і візуально перевіряють роботу дренажної системи.

Дезінфекцію фільтрів проводять розчином хлорного вапна залежно від забрудненості завантаження. Дозу хлору беруть приблизно від 60 до 100 мг/дм³ на об'єм води, що відповідає висоті її шару від верхнього робочого рівня до піску.

Контакт хлорної води з завантаженням фільтра відбувається протягом доби. Після чого фільтр неодноразово промивають до вмісту залишкового хлору 0,1–0,2 мг/дм³ і вводять у роботу з відведенням фільтрованої води у водостік з відбором проб води для хіміко-бактеріологічного аналізу. Якщо аналіз води відповідає ДсанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», фільтр можна переводити на подачу води для господарсько-питних потреб.

Вода з відстійника або прояснювача надходить на фільтр по водопідвідному лотку, потім проходить шар фільтрувального матеріалу, збирається дренажною трубою і відводиться у приймальний резервуар очищеної води.

При цьому на поверхні фільтрувального матеріалу і в порах верхнього шару поступово накопичується затримувальний бруд – зважені речовини і пластівці коагулянту, що не випали з води у відстійнику.

Розподіл забруднень у товщі фільтрувального шару залежить від діаметра зерен завантаження і швидкості фільтрування.

На господарсько-питних водопроводах для завантаження фільтрувальних споруд можна застосовувати тільки матеріали, які дозволені Міністерством охорони здоров'я України.

Гранулометричний склад завантаження та висота фільтрувального шару мають забезпечувати досягнення необхідного ефекту очистки води й оптимальні умови експлуатації споруд протягом року. У процесі експлуатації уточнюють склад і висоту шару завантаження.

Перед завантаженням у споруди фільтрувальні матеріали промивають і сортують за фракціями за допомогою сит або гідравлічного класифікатора.

Матеріали укладають шарами. Не допускають відхилення позначок окремих ділянок шару більше ніж на 4–5 мм. Горизонтальність

шарів фільтрувального матеріалу перевіряють за рівнем води, яку напускають у фільтр після укладання кожного шару.

За потреби довантаження фільтрувальної споруди верхній шар фільтрувального матеріалу (дрібні фракції та забруднення) потрібно видалити.

Режим роботи фільтра визначають з урахуванням місцевих умов на підставі техніко-економічних показників: витрати і якості вихідної та очищеної води, тривалості фільтроциклу, витрат води на промивання, періодичності її проведення, необхідності застосування реагентів перед фільтрувальними спорудами.

Робочу швидкість фільтрування встановлюють з такого розрахунку, щоб протягом року кількість промивок не перевищувала три на добу.

Швидкість фільтрування під час циклу роботи фільтра до промивання має бути постійною. Не можна допускати різких змін швидкості фільтрування.

Для підтримки постійної швидкості фільтрування або застосовують автоматичні регулятори швидкості, або регулюють її вручну за допомогою засувки на трубопроводі для відведення фільтрованої води.

Можлива експлуатація фільтрів з перемінною швидкістю фільтрування. У цьому випадку максимальні швидкості не мають перевищувати допустимі для даного виду фільтрів швидкості фільтрування за форсованого режиму.

Роботу пультів управління, регуляторів швидкості фільтрації та контрольно-вимірних приладів потрібно перевіряти не рідше одного разу на місяць.

Критерієм роботи фільтра правильніше вважати не швидкість фільтрування, а його брудомісткість – кількість осаду в кілограмах, який затримується у фільтрі.

Брудомісткість швидких однопоточних фільтрів під час очищення коагульованої і попередньо освітленої води становить 0,4–0,6 кг на 1 м² фільтрувальної поверхні. Вона тим більша, чим більша пористість завантаження і висота фільтрувального шару.

Тривалість фільтроциклу залежить від загального вмісту суспензії у фільтрованій воді, швидкості фільтрування та брудомісткості фільтра.

Тривалість робочого циклу контактних прояснювачів не має бути більшою за 24 год влітку і 48 год в інші пори року. Найменша тривалість фільтроциклу не має бути меншою за 8 год.

З метою відновлення фільтра шляхом видалення забруднень, у шарі фільтрувального завантаження проводять його промивання.

Кількість промивок необхідно узгоджувати за графіком роботи очисних споруд і кількістю фільтрів, які працюють на даний час.

Завершення робочого циклу і необхідність промивання завантаження визначають за закінченням часу його захисної дії (погіршує якість води) або досягненням гранично можливої втрати напору в завантаженні (зменшується швидкість фільтрування нижче встановленого рівня).

Завантаження фільтрувальних споруд промивають, як правило, водою з резервуарів чистої води. Контактні освітлювачі, за узгодженням з місцевими органами Державного санітарного нагляду, можна промивати хлорованою водою після барабанних фільтрів, у цьому випадку мутність не має перевищувати 10 мг/дм³, а колі-індекс – 100.

Періодичність промивки завантаження встановлюють відповідно до «Правил технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць України».

У тих випадках, коли погіршення якості очищеної води або зниження швидкості фільтрування не відбувається протягом тривалого часу, промивання завантаження проводять не рідше ніж один раз на 2–3 доби.

Під час вибору режиму проведення промивань слід враховувати, що висока тривалість робочого циклу призводить до накопичення і закріплення забруднень у завантаженні, затрудняє і погіршує якість проведення промивання, а в деяких випадках призводить до зниження здатності фільтрувального матеріалу і необхідності його перевантаження.

Інтенсивність і тривалість промивання завантаження встановлюють на кожному підприємстві дослідним шляхом щодо достатнього ефекту якості відмивання зерен завантаження за мінімальної кількості води, яку витрачають на промивання. Обраний режим промивання повинен унеможливити винос або перемішування шарів завантаження.

Під час промивань необхідно суворо дотримуватися встановленої послідовності та інтервалів часу перемикання засувки, заданих швидкостей подачі води і повітря на споруди.

До накопичення експлуатаційних даних орієнтовну інтенсивність і тривалість промивання беруть згідно з ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».

Під час промивання фільтра необхідно звертати особливу увагу на наявність непромитих плям на поверхні піску або воронок, що вказує на несправність дренажу.

Порядок проведення промивань такий:

- спрацьовують наявну у фільтрі воду і за зниження рівня води до верхньої кромки промивних жолобів припиняють фільтрування;
- закривають засувку на трубопроводі відведення очищеної води з фільтра;
- проводять промивання фільтра, відкривши повністю засувку на трубі для відведення промивної води в стік, потім поступово відкривають засувку на трубопроводі для підведення промивної води;
- припиняють промивку, закривши повністю засувку на трубопроводі підведення промивної води, і закривають засувку на трубопроводі відведення промивної води;
- відновлюють процес фільтрування, відкривають засувку на трубопроводі підведення води на очистку; після того як рівень води дещо перевищить кромку жолобів, відкривають засувку на трубопроводі відведення фільтрату.

Процеси фільтрування і промивання завантаження в напірних фільтрах аналогічні процесам у швидких відкритих фільтрах. Завантажуються напірні фільтри так само, як і відкриті, але через люк, який влаштовано в корпусі.

У процесі роботи напірного фільтра в корпусі збирається повітря, для автоматичного випуску якого бажано встановлювати вантуз.

Експлуатація напірних фільтрів відрізняється від експлуатації відкритих тим, що процес фільтрування в них не можна спостерігати візуально, як у відкритих.

Контактний прояснювач є спорудою для освітлення і знебарвлення води, що поєднує функції камери утворення пластівців, відстійника і швидкого фільтра. Дія контактного прояснювача заснована на принципі «контактної коагуляції», яка відбувається під час фільтрування води через зернисту масу (рис. 2.29).

Контактний прояснювач – це залізобетонний резервуар, який заповнено зверху шаром піску з розміром зерен 0,5–2 мм і товщиною шару 2 м, а знизу – гравієм з такими розмірами:

- розміром зерен – 2–4 мм, товщиною шару – 50 мм;
- розміром зерен 4–8 мм, товщиною шару – 100 мм;
- розміром зерен 8–16 мм, товщиною шару – 100 мм.

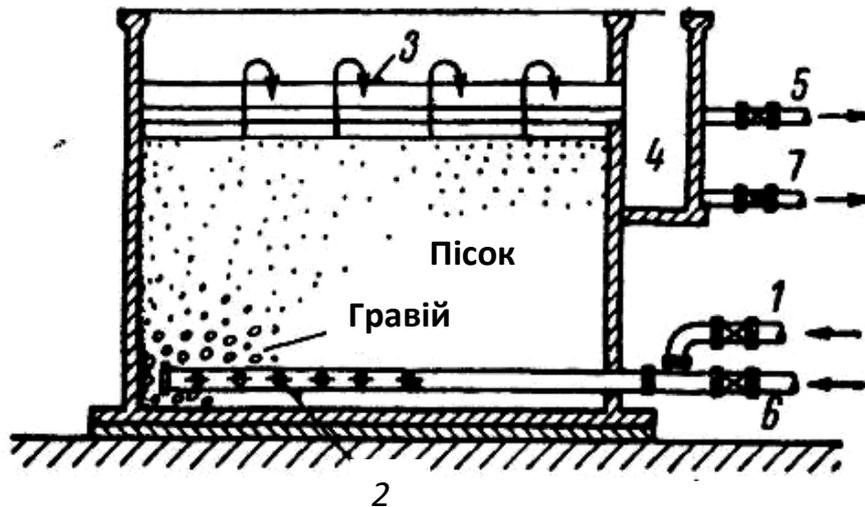


Рис. 2.29. Схема контактного прояснювача: 1 – трубопровід подачі води на очищення; 2 – розподільна система; 3 – жолоби; 4 – збірний канал; 5 – трубопровід відведення очищеної води в РЧВ; 6 – трубопровід подачі води для промивання; 7 – трубопровід відведення води під час промивання до водостічної труби

Верхня межа нижнього шару гравію крупністю 16–32 мм має бути на 100 мм вище отворів розподільної системи.

Воду для промивання контактного прояснювача подають у ту ж розподільну систему з інтенсивністю 13–15 л/сек-м². Тривалість промивання 7–8 хв. Час простою у зв'язку з промиванням – 20 хв.

Після промивання контактних прояснювачів перші порції освітленої води скидають у стік. Тривалість скидання встановлюють дослідним шляхом на основі даних про якість фільтрованої води та її відповідність вимогам нормативу.

До накопичення експлуатаційних даних тривалість скидання першого фільтрату з прояснювачів може становити:

- у разі промивання очищеною водою – 5–10 хв;
- за умови водоповітряного промивання – 5–7 хв;
- якщо промивають водою з джерела водопостачання – 10–15 і 7–10 хв, відповідно.

Під час експлуатації фільтрувальних споруд персонал зобов'язаний:

- забезпечувати рівномірний розподіл води між фільтрами;
- підтримувати задані швидкості фільтрування, вести спостереження за приростом втрат напору і якістю фільтрату. Швидкість

фільтрування і втрати напору в завантаженні потрібно контролювати кожні 2–4 год незалежно від умов експлуатації фільтрів;

- забезпечувати підтримку на швидких фільтрах максимального рівня води;

- своєчасно відключати фільтри для промивання. Періодичність промивання завантаження встановлюють відповідно до вимог «Правил технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць України». Виходячи з санітарних міркувань, тривалість робочого циклу на контактних освітлювачах має бути не більше ніж 24 год влітку і 48 год в інші періоди року. Під час переведення споруди на промивання необхідно суворо дотримуватися встановленої послідовності та інтервалів часу перемикання засувки, витримувати задану витрату подачі води на споруду;

- забезпечувати створення необхідних обсягів промивної води;

- стежити за станом засувки, гідро- й електроприводів, приладів автоматики, промивних насосів та іншого обладнання;

- вести систематичний облік роботи фільтрувальних споруд з відповідними відмітками в робочому журналі;

- забезпечувати належний стан фільтрувального шару;

- перевіряти горизонтальність розташування фільтрувальних матеріалів і стану завантаження. Періодичність перевірки горизонтальності розташування фільтрувальних шарів – 1 раз на місяць. Горизонтальність підстильних шарів – 1 раз на 6 місяців. Стан поверхні завантаження контролюють раз на місяць, для чого під час промивання спускають воду нижче верхнього рівня фільтрувального матеріалу. Виявлені дефекти підлягають негайному усуненню.

У період експлуатації фільтрувальних споруд також проводять контроль залишкових забруднень у фільтрувальному завантаженні за результатами мікробіологічного аналізу води, коли збільшується забруднення завантаження. Під час визначення залишкових забруднень у контактних освітлювачах потрібно враховувати, що основна маса забруднень накопичується в нижніх шарах завантаження. За накопичення залишкових забруднень обсягом понад 1 % вживають заходи щодо їх видалення з завантаження. Для боротьби зі збільшенням залишкових забруднень допускають застосування поверхневої промивання, обробку фільтрувальних матеріалів їдким натрієм, хлором і рідким сірчистим ангідридом.

Завантаження фільтрувальних споруд, на які подають нехлоровану воду, необхідно дезінфікувати один раз на 3 місяці хлорною водою з вмістом активного хлору 100–200 мг/дм³ за тривалості контакту 8–10 год.

Якщо ефекту немає, проводять перевантаження споруд свіжим фільтрувальним матеріалом.

Щоб уникнути засмічування розподільчих систем контактних освітлювачів, проводять промивку мереж, а також чистку і промивку вхідних камер. Сітки не повинні мати пошкоджень, їх слід оглядати не рідше одного разу за квартал, розподільні системи – не рідше одного разу на рік.

Застосування *фільтрів з двошаровим завантаженням* дає можливість за каламутності вихідної води до 50 мг/дм³ (з урахуванням суспензії, що утворюється під час введення реагентів) освітлювати воду, минаючи споруди для її відстоювання, тобто переходити на одноступеневу схему освітлення води. Коагулювання при цьому передбачають безпосередньо перед фільтрами. Змішування відбувається за рахунок спрямованого руху води в трубопроводі.

Як фільтрувальні матеріали, крім кварцового або кар'єрного піску й антрациту, можна використовувати подрібнений мармур, магнетит, керамічна крихта, керамзит, горілі породи та інші фільтрувальні матеріали, що відповідають за певними параметрами встановленим вимогам (табл. 2.12, 2.13). До таких параметрів належать: щільність, хімічна стійкість, механічна міцність, стиранність і гранулометричний склад. Як матеріал підтримувальних шарів, застосовують гравій або щебінь, які мають бути стійкі проти подрібнення і стирання, хімічно стійкі, містити частинки вапняку в кількості не більше ніж 10 %.

Для запобігання зсуву підтримувальних гравійних шарів застосовують плити з безпіщаного макропористого бетону або привантаження верхнього підтримувального шару (2–4 мм) зворотним фільтром товщиною 20–25 см з великого (16–32 мм) гравію. Також застосовують фільтри без підтримувальних шарів.

Перед завантаженням фільтрувальні матеріали промивають і сортують за допомогою сит або гідравлічного класифікатора. Матеріали укладають шарами. Не допускають відхилення у відмітках окремих ділянок шарів більше ніж 5 мм. Горизонтальність укладених шарів перевіряють за рівнем води, що напускають у споруду після укладання кожного шару. За потреби довантаження фільтрувальної споруди верхній шар фільтрувального матеріалу (дрібні фракції і домішки) видаляють.

Таблиця 2.12

**Фізико-хімічні властивості зернистих фільтрувальних матеріалів,
які використовують у фільтрувальному завантаженні**

Матеріал	Густина, г/см ³	Насипна маса, для частинок крупністю, мм			Пористість шару, %
		0,5–1	1–2	2–3	
Кварцовий пісок	2,59	1,7	1,6	1,5	30–40
Шлакова пемза	2,6	1,3	1,1	1	45–49
Доменний шлак	2,6	1,5	1,2	—	43–44
Горілі породи териконів	2,37	1,6	1,5	1,4	38–41
Подрібнений антрацит	1,67	0,9	0,9	0,9	37–41
Скляна крихта	2,35	1,3	1,2	1,1	35–48
Фарфорова крихта	2,17	1,4	1,4	1,3	35–42
Керамічна крихта	2,41	1,6	1,4	1,3	36–46
Зольний алгоритм	2,5	0,9	1,1	0,6	49–56
Лесовий алгоритм	2,42	1	1,3	1,4	48–54
Керамзит	2,32	0,5	0,5	0,5	49–64
Шунгізіт	1,1	—	0,52	0,43	49–52
Пінополістирол:					
– неподрібнені гранули	0,8	0,14	0,07	—	43–45
– подрібнені гранули	0,4	0,08	0,05	—	45–46
– подрібнені плити	0,4	0,07	0,05	0,03	59–70

Таблиця 2.13

**Швидкість фільтрування і характеристика
фільтрувального шару швидких фільтрів**

Завантаження	Крупність зерен, мм	Коефіцієнт неоднорідності завантаження	Висота шару завантаження	Швидкість фільтрування, м/год	
				нормальний режим	форсований режим
Одношарове: - кварцовий пісок;	0,5–1,2	1,8–2	0,7–0,8	5–6	6–7,5
	0,7–1,6	1,6–1,8	1,3–1,5	6–8	7–9,5
	0,8–2	1,5–1,7	1,8–2	8–10	10–12
	0,5–1,2	1,8–2	0,7–0,8	6–7	7–9
- подрібнений керамзит	0,7–1,6	1,6–1,8	1,3–1,5	7–9,5	8,5–11,5
	0,8–2	1,5–1,7	1,8–2	9,5–12	12–14
Двошарове: - кварцовий пісок; - подрібнений керамзит або антрацит	0,5–1,2	1,8–2	0,7–0,8		
	0,8–1,8	1,6–1,8	0,4–0,5	7–10	8,5–12

Промитий пісок подають на фільтр по похилому лотку в розрідженому стані (або ж насипом) строго горизонтально, для чого на стінці фільтра рекомендують наносити горизонтальні риски, відповідні висоті кожного шару. Горизонтальність завантаження перевіряють за «дзеркалом» води. Пісок укладають щільно, без пустот, з легким трамбуванням (особливо біля стін). Висоту шару піску беруть вище розрахункової на 8–10 см з урахуванням ущільнення та усадки у процесі роботи фільтра.

Після завантаження та попереднього промивання фільтр хлорують водою, що містить 100–200 мг/дм³ активного хлору, за тривалості контакту 8–10 год. Розчин хлорного вапна вводять під час заповнення фільтра водою. Фільтр хлорують також після ремонтних робіт, переобладнання і дозавантаження, після тривалого його простою, а також з метою профілактики під час виявлення значного забруднення фільтрувального матеріалу.

Повільні фільтри застосовують за безреагентного методу очищення природних поверхневих вод шляхом повільного (зі швидкістю 0,1–0,3 м/год) фільтрування через мілкозернистий пісок. За такого режиму роботи практично всі завислі і колоїдні домішки та навіть бактерії затримуються у поверхневому шарі 2–3 см, який називають біологічною плівкою, де відбуваються біологічні і хімічні процеси, завдяки яким забезпечується висока ефективність очищення води.

Процес формування біологічної плівки називають «дозріванням» повільного фільтра. Зазвичай тривалість прояснювального «дозрівання» становить близько 1 год. Бактерицидне «дозрівання» фільтра залежить від фізико-хімічних властивостей води і триває від 3 до 36 год. Цей процес триває до тих пір, поки кількість бактерій у фільтрованій воді не зменшиться до 100 колоній на 1 мл води. У період «дозрівання» повільного фільтра фільтрат скидають у каналізацію, поки він не буде відповідати вимогам до якості питної води. Після цього воду подають споживачам. Період корисної роботи фільтра триває до повного вичерпання затримувальної здатності, тобто досягнення максимальної величини втрат напору на фільтрі. Ця тривалість становить 15–30 діб, інколи і більше. Після цього фільтр зупиняють і здійснюють його регенерацію, знімаючи шар 2–3 см, забруднення змивають у каналізаційний колектор.

Під час експлуатації повільних фільтрів необхідно: вести спостереження за станом біологічної плівки і верхнього шару піску;

своєчасно видаляти верхній забруднений шар; своєчасно заготовляти і досипати пісок замість того, що видаляється; проводити хіміко-бактеріологічний контроль за якістю обробленої води; рівномірно розподіляти воду, що надходить на фільтр. Роботи з видалення забрудненого піску і досипання чистого мають бути механізовані. Повільні фільтри чутливі до вмісту в освітлюваній воді планктону. Тому за числа клітин 1000–1500 шт. в 1 мл воду перед подачею її на фільтри потрібно процідити через мікрофільтри або інші пристрої. Щоб уникнути розвитку фітопланктону на фільтрах, унеможлиблюють потрапляння світла у приміщення, де вони знаходяться.

На даний час розроблено більше ста конструкцій *фільтрів з плаваючим пінополістирольним завантаженням* (ФПЗ), які відрізняються технологічними можливостями, різноманітністю конструктивних елементів, умовами розміщення пінополістирольного завантаження в корпусах, способами промивання завантаження (рис. 2.30). Роботу деяких із них досконало вивчено і досліджено на діючих станціях.

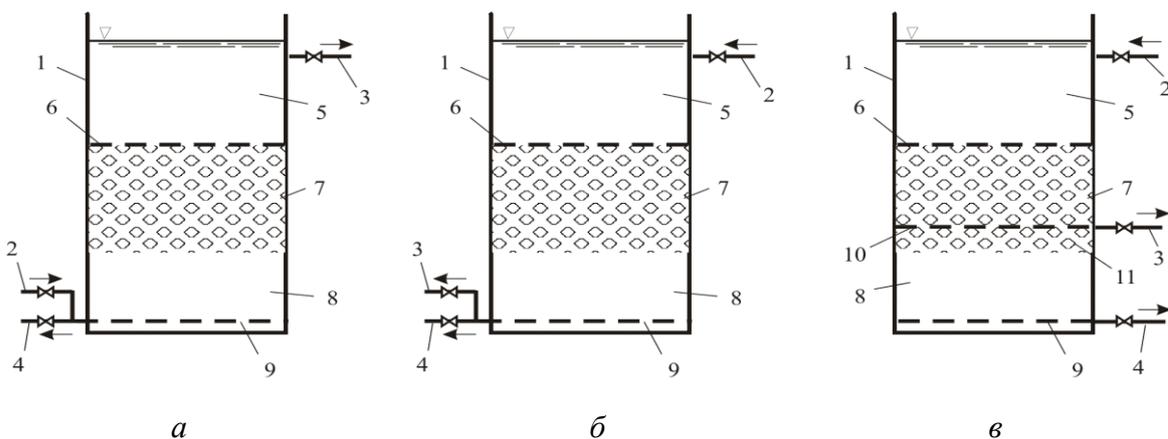


Рис. 2.30. Конструктивні схеми фільтрів з пінополістирольним завантаженням: *а* – ФПЗ-1; *б* – ФПЗ-3; *в* – ФПЗ-4:

1 – корпус фільтра; *2* – подача вихідної води; *3* – відведення профільтрованої води; *4* – відведення промивної води; *5* – надфільтровий простір; *6* – верхня збірно-розподільна система; *7* – пінополістирольне фільтрувальне завантаження; *8* – підфільтровий простір; *9* – нижня збірно-розподільна система; *10* – середня дренажна система; *11* – дренажний шар завантаження

Найбільш економічними і простими в експлуатації є фільтри з висхідним фільтраційним потоком і відносно однорідним пінополістирольним завантаженням (ФПЗ-1) з діаметрами гранул

робочого шару 0,7–1,5 мм і підтримувальним верхнім шаром гранул діаметрами 2,5–6,0 мм.

Орієнтовно вихідні дані для інженерних розрахунків ФПЗ різних конструкцій беруть за табл. 2.14.

Таблиця 2.14

Технологічні параметри ФПЗ під час фільтрування поверхневих вод

Конструкція фільтра	Діаметр гранул, мм	Товщина шару, м	Швидкість фільтрування за нормального режиму, м/год	Інтенсивність промивання, л/с·м ²	Тривалість промивання, хв	Відношення розширення завантаження, %
ФПЗ-1	1–1,5	1	6–7	12–15	3–4	40
ФПЗ-3	1–4	1,2	4–5	10–12	3–4	50
ФПЗ-4	0,5–4	1,4	8–10	10–12	3–4	50

Вибір конструкції ФПЗ слід виконувати залежно від фазово-дисперсного стану домішок в оброблюваній воді, призначення очищеної води та висотної технологічної схеми водоочисної станції. Швидкості фільтрування води і тривалість фільтроциклу уточнюють у процесі експлуатації фільтра.

Коли фільтрують воду зверху вниз, втрати напору на ФПЗ беруть 1,5 м, а знизу вгору – 2–2,5 м.

Висота шару води над поверхнею завантаження під час фільтрування має бути не менше ніж 0,5 м, а в кінці промивання – не менше ніж 0,1 м. Потрібна висота шару води у надфільтровому просторі, який використовують для промивки, визначають розрахунками. Під час промивання однієї секції ФПЗ, а також за форсованого режиму фільтрування, коли один фільтр відключають на ремонт, швидкість фільтрування не повинна зростати більше ніж на 20 %.

Загальну кількість фільтрів на станції визначають за умов забезпечення надійності її роботи: під час підготовки води на господарсько-побутові потреби за реагентною схемою – не менше чотирьох, а за безреагентною – не менше двох.

2.2.7. Адсорбери

Під час експлуатації стаціонарних відкритих сорбційних швидких фільтрів контролюють ті ж технологічні параметри завантаження і гідродинамічні процеси, що і на звичайних швидких фільтрах (рис. 2.31).



Рис. 2.31. Адсорбційні установки

Для завантаження сорбційних фільтрів може бути використано гранульоване активне вугілля марок АГ-3, АГМ, СКТ-6 та ін. Марку вугілля слід підбирати за результатами спеціальних технологічних досліджень з урахуванням конкретних забруднювальних речовин у вихідній воді. Завантаження і вивантаження вугілля в сорбційних фільтрах потрібно проводити за допомогою системи гідротранспорту по трубах з гладкими стінками без місцевих опорів (клапанів, засувок та ін.) радіусами повороту від 5 до 10 діаметрів. Перекачування пульпи здійснюється за допомогою ежекторів (гідроелеваторів). Не можна використовувати на пульпопроводах відцентрові і поршневі насоси.

Промивання вугільного завантаження слід проводити не рідше 1 разу на дві доби. Інтенсивність промивання встановлюють дослідним шляхом. До накопичення даних інтенсивність промивання беруть від 10 до 12 л/см² – для вугілля марок АГМ і АГОВ, від 14 до 15 л/см² – для інших марок вугілля. Інтенсивність промивання корегують за зміни температури промивної води відповідно до співвідношення 0,5 л/см² на кожні 3–5 °С. Тривалість промивання – від 8 до 10 хв. Після промивання скидання першого фільтрату здійснюють протягом 20–30 хв.

На станції слід мати запас вугілля для завантаження сорбційних фільтрів з розрахунку щорічних втрат внаслідок подрібнення і виносу з промивною водою в кількості 5–10 % обсягу початкового завантаження.

Для збільшення терміну служби вугілля сорбційні фільтри експлуатують у періодичному режимі: їх відключають, якщо основна технологія обробки забезпечує необхідну якість води. Перед

відключенням сорбційні фільтри промивають, а потім спорожняють їх ємність. Перед включенням сорбційного фільтра в роботу його також ретельно промивають.

Слід здійснювати постійний контроль за ефективністю видалення органічних забруднювальних речовин в оброблюваній воді. Якщо буде вичерпано сорбційну здатність вугілля за контрольованим видом і загальним вмістом органічних речовин, необхідно здійснювати регенерацію вугільного завантаження. Тривалість роботи вугілля між регенерацією визначають дослідним шляхом. Під час озонування води перед сорбційними фільтрами їх міжрегенераційний період істотно збільшується. При цьому слід запобігати потраплянню на вугілля води, що містить залишковий озон.

Термічну (або хімічну) регенерацію вугілля здійснюють на спеціальних установках відповідно до проекту сорбційних фільтрів.

2.2.8. Інтенсифікація роботи та реконструкція очисних споруд

Оскільки на сьогодні забруднення природних вод неочищеними або недостатньо очищеними стоками прогресує і поверхневі води за своєю суттю є слабо концентрованими стічними, то для очищення природних вод слід застосовувати біологічні методи, тобто ті ж підходи, що й для доочищення стічних вод.

Раніше в річках відбувався процес самоочищення води, оскільки під час бурхливого руху її через бистрини та пороги вода перемішувалась з повітрям, інтенсивно насичуючись киснем, що сприяло біохімічному окисненню органічних та інших шкідливих речовин. Зараз, коли річки в основному зарегульовані, такої можливості вже немає, тому аерацію вихідної води необхідно здійснювати штучно на водоочисних станціях.

Для інтенсифікації роботи водоочисних споруд у системах водопостачання запропоновано вживати такі заходи як:

- аераційна обробка вихідної води;
- раціональне використання хімічних реагентів для обробки води;
- контактна коагуляція домішок води в зернистому завантаженні;
- початкова «зарядка» фільтрів та раціональне дозування коагулянтів;
- використання сил гравітації за висхідного руху скоагульованої води через плаваюче фільтрувальне завантаження;

– очистка природних вод біологічними методами за допомогою прикріплених гідробіонтів у біореакторах з тонковолокнистим завантаженням.

Одним із ефективних методів інтенсифікації роботи водоочисних станцій є метод аераційної обробки вихідної води, яка полягає в тому, що через 10–15 с після введення у вихідну воду розрахункової дози коагулянту її інтенсивно насичують киснем, що найпростіше виконати шляхом розбризкування води дрібними крапельками, під час падіння яких з висоти 0,5 м вміст кисню у воді досягає 5 мг/дм³.

Вуглекислий газ (CO₂) концентрується в об'ємах утворених пластівців з Al(OH)₃ і погіршує умови їх осідання. Крім того, ці пухирці можуть створювати пухирцеву кальматацію нижнього шару плаваючого фільтрувального завантаження за висхідного фільтрування через нього вихідної води. Тому потрібно своєчасно видаляти вуглекислий газ з пластівців утвореного гідроксиду. Це скорочує тривалість осідання зависі на 25 %.

Аерація води приводить до видалення вуглекислого газу, підвищення рН води, інтенсифікації процесу коагуляції з утворенням пластівців більшої міцності та густини, які краще затримуються на водоочисних спорудах.

Під час аерації води відбувається економія коагулянту і поліпшується якість очищеної води за органолептичними показниками (запах, смак, насичення киснем тощо).

Для своєчасного видалення газів з вихідної води має бути споруджено повітровіддільник, який розраховують із умови забезпечення швидкості руху низхідного потоку води не більше ніж 0,05 м/с та часу перебування води в ньому не менше ніж 1 хв.

Відомо, що коагуляція води в зернистому середовищі відбувається значно швидше і повніше, ніж у вільному об'ємі. Тому одним із основних методів підвищення ефективності – роботи водоочисних споруд є застосування контактної коагуляції води на швидких фільтрах, де створюються сприятливі умови для утворення пластівців з гідроксиду алюмінію і затримання їх у поровому середовищі фільтрів, а отже підвищення ефективності очистки води.

Під час контактної коагуляції швидкість прилипання дрібних частинок до крупних набагато більша за швидкість злипання їх між собою. Крім того, дрібні частинки, які мають електростатичні заряди,

можуть значно легше прилипати до крупних частинок, які таких зарядів не мають.

Контактну коагуляцію води доцільно здійснювати на прямоточних двоступінчастих швидких фільтрах, де вихідна вода оброблюється коагулянтном безпосередньо на фільтрах першого ступеня, потім другого – для остаточної очистки.

Для підвищення ефективності роботи водоочисних споруд необхідно вирішувати не тільки питання створення і застосування високоефективних коагулянтів і флокулянтів, але і шляхи їх економного та раціонального використання в технології водопідготовки.

Такими шляхами є:

- модифікація фільтрувального завантаження;
- фракціоноване, концентроване та періодичне коагулювання;
- внесення у вихідну воду мінеральних замутиувачів;
- поліпшення фізико-хімічних умов коагуляції домішок природних вод.

Перший спосіб дає можливість інтенсифікувати адгезійні процеси у фільтрувальному завантаженні, тобто поліпшити умови затримання пластівців гідроксиду алюмінію з сорбованими на їх поверхні колоїдними та зваженими частинками, що знаходяться у воді, у поровому фільтрувальному завантаженні.

Другий спосіб інтенсифікації процесу очистки води є за своєю суттю попередньою «зарядкою» фільтра за допомогою коагулянтів, тобто накопичення у порах і на поверхні зерен фільтрувального завантаження мулу, який фактично й очищує воду, затримуючи завислі і колоїдні частинки, що знаходяться в ній. При цьому застосовують більш досконалішу технологічну схему введення реагентів у вихідну воду.

Фракціоноване коагулювання дає можливість збільшити густину осаду й ефективність очищення води на 6–20 %. Розчин коагулянту вводять порціями через 30–120 с з однаковими або різними дозами коагулянту. У другому випадку доза коагулянту кожної наступної порції на 65–75 % менша попередньої.

Під час концентрованого коагулювання можна зекономити 20–30 % коагулянту. Його розчин вводять у потік, що становить 30–50 % загальної витрати води з подальшим перемішуванням її з рештою води (без коагулянту).

Періодичне коагулювання дає можливість економити 30–40 % коагулянту та збільшити тривалість фільтроциклу на фільтрах або

контактних прояснювачах. Воно полягає в чергуванні періоду інтенсивного коагулювання (тривалістю 0,5–3 год) з періодом повного припинення подачі коагулянту за відношення тривалостей цих періодів від 3:1 до 0,3:1.

За концентрованого роздільного коагулювання потрібно ввести весь сульфат алюмінію, необхідний для обробки води, в невеликий об'єм вихідної води з розрахунку, щоб рН в ньому було в межах 4,5–4,8. У результаті гідролізу сульфату алюмінію утворюються основні сульфати $Al(OH)SO_4$ і $Al_2(OH)_4SO_4$, що мають більшу питому вагу, ніж гідроксид алюмінію $Al(OH)_3$ і більшу сорбційну ємність до органічних забруднень природних вод. Це значно прискорює процес пластівцеутворення і за меншої витрати коагулянту підвищує брудомісткість фільтрів та тривалість фільтроциклу.

Один із методів інтенсифікації коагуляції полягає у додаванні у вихідну воду мінеральних замулювачів. Працівники водоочисних станцій знають, що найважче очищувати малокаламутну і висококольорову воду в холодний період року. Це пояснюється тим, що за таких умов дуже важко створювати у порах фільтрувального завантаження мулові накопичення, що беруть участь у проясненні та знебарвленні води. Тому досвідчені технологи водоочисних станцій з метою економії коагулянту практикують штучне закаламучування води для створення штучної кальматації фільтрувального завантаження.

Частинки штучних замулювачів виконують роль додаткових центрів кристалізації продуктів гідролізу, сприяючи прискоренню коагуляції домішок під час очищення малокаламутних вод. Крім того, у процесі замулення вихідної води, обробленої коагулянтами, підвищується вага пластівців коагульованої зависі, збільшення їх гідравлічної крупності. Частинки замулювачів можуть сорбувати розчинні домішки, сприяючи збільшенню глибини очищення води, або іони, які впливають на стійкість зелей, полегшуючи умови їх коагуляції.

Як замулювачі найчастіше використовують глини, у яких від'ємно заряджені частинки легко коагулюють під дією електролітів. Для утворення потрібних пластівців концентрацію глини беруть не менше ніж 10–15 мг/дм³.

Крім глини застосовують порошковий кремнезем, вапняк та активоване вугілля, що має високі адсорбційні властивості. Введення замулювача за низьких температур вихідної води скорочує час пластівцеутворення на 30–80 % за меншої дози коагулянту.

Як замутнювачі доцільно використовувати осад від промивних вод водоочисної станції або, що краще, залишати частину осаду у фільтрі, не вимиваючи його повністю під час промивання.

Мінімальну кількість забруднень, яку необхідно залишати у фільтрі після його промивання, тобто мінімальну питому брудомісткість фільтра ($G_{б.мин}$, кг/м²), необхідно визначати дослідженнями залежно від характеристики фільтрувального завантаження і вихідної води, а також методу її очищення.

Швидкість випадання в осад завислих речовин залежить від розмірів та густини частинок. Зі зменшенням розміру і густини швидкість їх осадження зменшується, а час, необхідний для осадження, відповідно, збільшується. Тому цей технологічний процес доцільно використовувати для видалення з води найбільш крупних та важких фракцій завислих речовин, що швидко випадають в осад.

Для очищення води необхідно використовувати природні сили гравітації. Цього досягають за висхідного фільтрування вихідної води на контактних прояснювальних фільтрах з плаваючим завантаженням.

У підфільтровому просторі таких фільтрів так само, як і в прояснювачах із завислим осадом, відбуваються два технологічних процеси:

- флокулювання мікропластівців у великі агреговані;
- випадання цих пластівців в осад із прояснюваної води;

Для флокулювання мікропластівців не потрібно перемішувати воду, а для відокремлення пластівців від води потрібно, щоб швидкість їх осадження в нерухомій воді була більшою швидкості руху води у підфільтровій зоні.

Під час реконструкції водоочисної станції для інтенсифікації процесів водопідготовки з поверхневих джерел у системах водопостачання доцільно застосовувати технологічну схему водоочисної станції з біореакторами і контактними прояснювальними фільтрами (рис. 2.32, 2.33).

Водоочисна станція для підготовки води з поверхневих водних джерел працює так. Вихідна вода насосом 1 з природного джерела через аератор 2 подається на біореактор 3 з волокнистим завантаженням 5, що прикріплюється до решітки 4. З реагентного цеха 6 у вихідну воду по трубопроводу 7 перед шайбовим змішувачем 8 за 10–15 с до її розбризкування через аератор 2 подають розрахункову дозу розчину коагулянту (рис. 2.32). Такий режим роботи споруд створює сприятливі

умови для утворення пластівців більшої міцності та густини, які затримуються на водоочисних спорудах, а отже, приводить до економії коагулянту та поліпшення якості очищеної води.

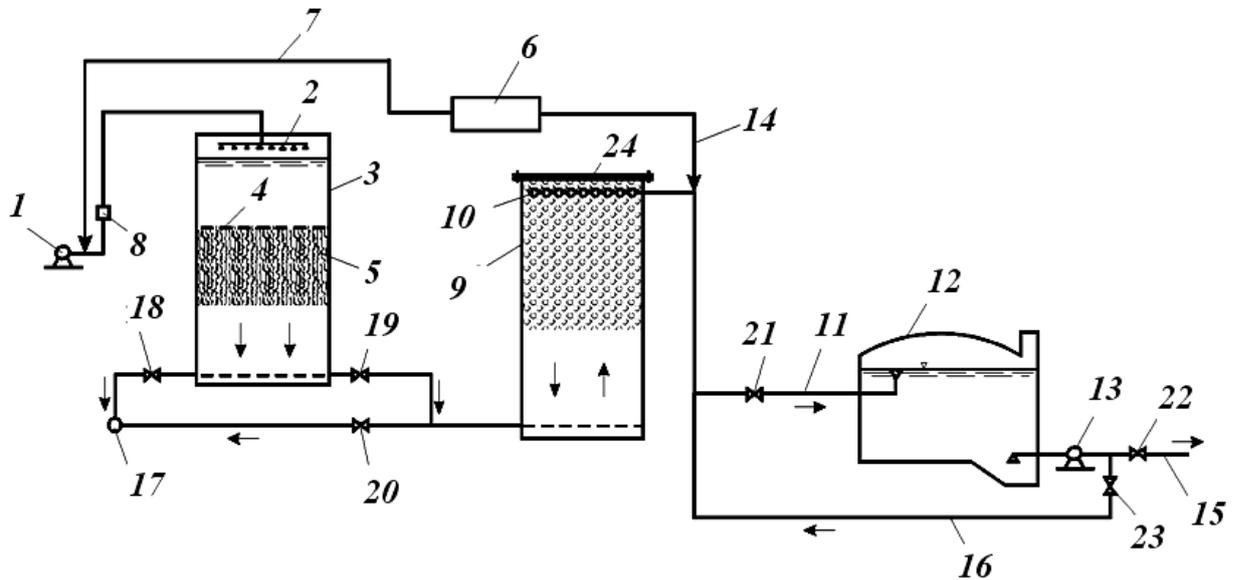


Рис. 2.32. Технологічна схема установки для підготовки питної води з поверхневих водних джерел: 1 – насосна станція для подачі вихідної води; 2 – аератор; 3 – біореактор; 4 – решітка; 5 – волокнисте завантаження; 6 – реагентний цех; 7 – подача реагентів для коагуляції води; 8 – шайбовий змішувач; 9 – напірний контактньо-прояснювальний фільтр з пінополістирольним завантаженням; 10 – ковпачковий дренаж; 11 – відведення очищеної води; 12 – РЧВ; 13 – насосна станція; 14 – подача гіпохлориту натрію для знезараження води; 15 – подача води споживачам; 16 – подача води на промивку; 17 – каналізаційна труба; 18–23 – засувки; 24 – кришка

Біореактор виконує такі функції:

- біохімічне окиснення домішок, що знаходяться у вихідній воді, за допомогою мікроорганізмів, які прикріплюються на поверхні волокнистого завантаження;
- видалення з води газів для унеможливлення пухирцевої кальматації у підфільтровому просторі прояснювального фільтра;
- забезпечення постійної швидкості фільтрування води протягом фільтроциклу.



a



б

Рис. 2.33. Переобладнання швидких фільтрів у біореактори (*a*) та контактно-прояснювальні фільтри (*б*) на водоочисній станції Кілійського групового водопроводу (Одеська обл.)

На контактному прояснювальному фільтрі відбувається глибоке очищення води за її висхідного руху через пінополістирольне завантаження. У підфільтровому просторі цього фільтра накопичується осад із пластівців гідроксидної групи (заліза або алюмінію), який додатково бере участь в очищенні води як у прояснювачі із завислим осадом. Очищена вода збирається ковпачковим дренажем *10* і по трубопроводу *11* відводиться в резервуар чистої води *12*, з якого насосною станцією *13* по трубопроводу *15* подається споживачам. Для знезараження води по трубці *14* подають розрахункову дозу технічного гіпохлориту натрію марки А.

Для ефективного біологічного очищення води потрібно виконати такі умови:

- система має бути прямоточною;

– усі гідробіонти (мікроорганізми) має бути іммобілізовано на нерозчинних у воді насадках (носіях);

– слід створювати максимально можливу концентрацію мікроорганізмів у всьому об'ємі біореактора.

Для здійснення просторової сукцесії мікроорганізмів необхідно використовувати фіксовані в апараті насадки з тонких волокнистих матеріалів – нитки, джгути, насадки типу «вія», а також волокнисті матеріали з поліетилену, капрону і лавсану, які використовують як насадки для закріплення природних біоценозів з метою інтенсифікації очищення природних вод від органічних, неорганічних і мікробіологічних домішок, допущені Міністерством охорони здоров'я в системах питного водопостачання.

На початку роботи біореактора відбувається накопичення і закріплення мікроорганізмів, окиснення і видалення з води забруднень (заліза, органічних речовин тощо). Цей період характеризується дією сил адгезії й адсорбції мінеральних і органічних сполук та накопиченням біомаси.

На другому етапі настає фаза відмирання культури та відрив біомаси і мінеральних частинок з поверхні волокон під дією гідродинамічних сил фільтраційного потоку.

Біореактори має бути сконструйовано таким чином, а режим їх роботи відпрацьовано так, щоб швидкість руху води в них, з одного боку, не перевищувала критичну, за якої змиваються з волокон прикріплені мікроорганізми, а з другого, була цілком достатньою, щоб виносити з біореактора рештки біомаси, що наросла і не прикріпилась до волокон.

Контрольні запитання

1. Які основні завдання та як здійснюється організація експлуатації очисних споруд з поверхневим водозабором?

2. Як здійснюється приймання в експлуатацію закінчених будівництвом або реконструйованих очисних споруд?

3. Що таке планово-попереджувальні роботи на водоочисних станціях з поверхневим водозабором?

4. Як проводять поточний і капітальний ремонти на водоочисних станціях з поверхневим водозабором?

5. Поясніть роботу й основні завдання під час експлуатації реагентних цехів.

6. Як працюють споруди та пристрої для змішування розчинів реагентів з оброблюваною водою?

7. Поясніть принцип роботи камер утворення пластівців.

8. Як експлуатують сітчасті фільтри?

9. Поясніть принцип роботи і завдання обслуговуючого персоналу під час експлуатації первинних відстійників.

10. У чому полягає експлуатація прояснювачів зі зваженим осадом?

11. Поясніть принцип флотаційного освітлення води.

12. Як здійснюється експлуатація фільтрів і контактних прояснювачів?

13. У чому полягає експлуатація фільтрів з двошаровим завантаженням?

14. Який принцип експлуатації повільних фільтрів?

15. Поясніть особливості експлуатації фільтрів з плаваючим пінополістирольним завантаженням.

16. Як здійснюється експлуатація сорбційних швидких фільтрів?

17. У чому полягає інтенсифікація роботи очисних споруд з поверхневим водозабором?

2.3. Очисні споруди систем водопостачання з водозабором із підземних джерел

2.3.1. Організація експлуатації очисних споруд з водозабором із підземних джерел

Очисні споруди очистки води з підземних водних джерел мають забезпечити видалення з води домішок відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Підземні води найчастіше характеризуються надлишком або нестачею фтору, підвищеним вмістом заліза і марганцю, сірководню, метану, підвищеною жорсткістю та солевмістом.

Найбільш характерним забрудненням підземних вод є іони заліза. Видалення їх із води засновано на окисненні повітря солей двовалентного заліза у сполуки тривалентного заліза. У процесі реакції утворюються нерозчинні пластівці, які відокремлюються від води в результаті подальшого фільтрування.

Під час експлуатації споруд знезалізнення води експлуатаційний персонал зобов'язаний:

- слідкувати за повнотою процесу видалення CO_2 з води і насиченням її киснем повітря, забезпечувати задані режими аерації води і роботи фільтрів;
- технічним станом, висотою шарів, кількістю і розміром насадок у контактних і вентиляційних градирнях;
- часом перебування води у збірних і контактних резервуарах (від 30 до 60 хв);
- здійснювати контроль над оптимальним значенням рН, що обумовлює інтенсивний перебіг процесів гідролізу, утворення пластівців і окиснення залізовмісних речовин і марганцю;
- слідкувати за станом отворів у дренажних системах фільтрів;
- вчасно відключати фільтри на промивання, забезпечувати задані інтенсивності подачі води та повітря, тривалість промивання, контролювати ефективність відмивання завантаження фільтра;
- не допускати скидання неочищених промивних вод у водойми;
- вести спостереження за вмістом заліза у вихідній та обробленій воді та проводити відповідні записи в журналі експлуатації;
- вживати заходи щодо усунення порушень у роботі фільтра та його обладнання;
- слідкувати за станом завантаження фільтра.

Під час пуску і налагодження споруд для знезалізнення води фільтруванням слід вести спостереження за ходом зарядки фільтрувальних споруд, що полягає в утворенні на зернах завантаження плівки оксиду заліза, що слугує каталізатором знезалізнення, або застосовувати спеціальні фільтрувальні матеріали. Під час використання цих матеріалів зарядка завантаження оксидом заліза не потрібна, що значно спрощує експлуатацію фільтрів у процесі знезалізнення води.

Споруди для знезалізнення води вводять в експлуатацію після завершення процесу зарядки завантаження і встановлення стабільного режиму знезалізнення.

Швидкісний режим роботи фільтрів, необхідність їх відключення на промивання, інтенсивність та тривалість промивання встановлюють дослідним шляхом з урахуванням місцевих умов, якості води і складу споруд.

Особливу увагу приділяють якості промивання і видаленню відмитого осаду.

Промивання фільтрів здійснюють очищеною водою. У випадку відповідного обґрунтування допускають промивання вихідною водою.

Аналіз вихідної води на вміст загального заліза і води з поверхні фільтра на вміст загального та окисного заліза, а також розчиненого кисню і вільної вуглекислоти проводять один раз на добу.

Аналіз очищеної води на вміст загального заліза виконують кожні 4 год.

Періодичність бактеріологічного аналізу погоджують з місцевими органами Державного санітарного нагляду.

Експлуатацію споруд знезалізнення води з реагентною схемою обробки проводять аналогічно експлуатації споруд для освітлення та знебарвлення води.

Як реагенти для стабілізаційної водообробки, що полягає в усуненні вуглекислою агресивності, застосовують соду, вапно, їдкий натр, крейду, мармур в кількостях від 0,45 (СаО) до 1,7 мг (СаСО₃, N₂СО₃) на зв'язування 1 мг вуглекислоти.

Міцність розчинів і дози реагентів встановлюють технологічними випробуваннями на природній воді та пов'язують з оптимізацією процесів коагуляції і можливим побічним погіршенням якості води, пов'язаним зі змінами її рН.

Як основні установки для приготування стабілізуючих розчинів реагентів використовують розчинні і витратні баки, сатуратори, гідравлічні мішалки, дозатори постійної дози з урахуванням розчинності і специфіки складу кожного з реагентів.

Для запобігання корозії сталевих водоводів, що транспортують підземну агресивну воду, стабілізаційну обробку від водозабору до очисних споруд слід проводити на майданчику водозабірних споруд. Для стабілізації очищеної води реагенти вводять після відстійників чи швидких фільтрів.

Корекцію рН з метою стабілізації очищеної води від заліза і марганцю в ряді випадків доцільно здійснювати на швидких одношарових або комбінованих фільтрах з мармуровим або мармурово-піщаним завантаженням з товщиною шару 1,6–2,5 м і розміром зерна 1–3 мм.

Контроль ефективності стабілізаційної водообробки здійснюється з появою на внутрішніх стінках труб захисної карбонатної плівки і наявності корозійних процесів. Для цього на трубопроводах обладнують спеціальні контрольні ділянки, що відключаються.

Пуск, налагодження та організацію експлуатації водоочисних споруд з підземних водних джерел проводять аналогічно, як і для поверхневих.

Експлуатацію водоочисних *установок заводського виготовлення* (рис. 2.34) на водопроводах з продуктивністю до 5,0 тис. м³/добу здійснюють на підставі паспортів та інструкцій з експлуатації, що входять у комплект поставки.



Рис. 2.34. Установки водопідготовки контейнерного типу

2.3.2. Споруди для знезалізнення води

Під знезалізненням води розуміють процес видалення з неї заліза, що знаходиться у формі складних органічних і мінеральних сполук (рис. 2.35). Для видалення заліза із води застосовують реагентні і безреагентні методи. Вибір методу знезалізнення води залежить від кількості і форми існування заліза, якісного складу води та продуктивності водоочисної станції.



Рис. 2.35. Установки для знезалізнення і деманганациї

Безреагентні методи знезалізнення води застосовуються, якщо: рН вихідної води не менше ніж 6,7; лужність – не менше ніж 1,5 мг-екв/дм³; перманганатна окиснюваність – не більше ніж 9,5 мг О₂/дм³; вміст тривалентного заліза Fe(III) – не більше ніж 10 % від загального вмісту заліза Fe_{заг}; вміст СО₂ ≤ 80 мг/дм³ і Н₂S ≤ 2 мг/дм³.

На сьогодні застосовують такі безреагентні методи знезалізнення води: спрощена аерація і фільтрування; вакуумно-ежекційна аерація і фільтрування; «суха» фільтрація; фільтрування на каркасних фільтрах; фільтрування у підземних умовах з попередньою подачею у пласт окисненої води або повітря; аерація і двоступеневе фільтрування.

Реагентні методи знезалізнення води застосовують за низьких значень рН, високої перманганатної окиснюваності та нестабільності води.

До реагентних належать такі методи: спрощена аерація, обробка води сильними окиснювачами і фільтрування; напірна флоатація з вапнуванням та подальшим фільтруванням; вапнування, відстоювання в тонкошаровому відстійнику і фільтрування; фільтрування через модифіковане завантаження; електрокоагуляція; катіонування.

Такі методи знезалізнення води мають неоднакову надійність, технологічність, економічну доцільність, можливість застосування та інші показники. До складу більшості станцій (установок) знезалізнення води, які працюють у безреагентному або реагентному режимах належать такі споруди: аераційне устаткування; обладнання для подачі стисненого повітря і знезараження води; в окремих випадках – відстійники з тонкошаровими модулями або прояснювачі з завислим осадом; швидкі фільтри.

Аераційні устаткування призначено для насичення води киснем, видалення частини вуглекислого газу та часткового окиснення двовалентного заліза в тривалентне. Такі технологічні операції здійснюють у вакуумно-ежекційних апаратах, градирнях, розбризкувальних басейнах, баках-аераторах.

Для знезалізнення підземних вод найчастіше застосовують безреагентні методи, технологічні схеми яких показано на рис. 2.36.

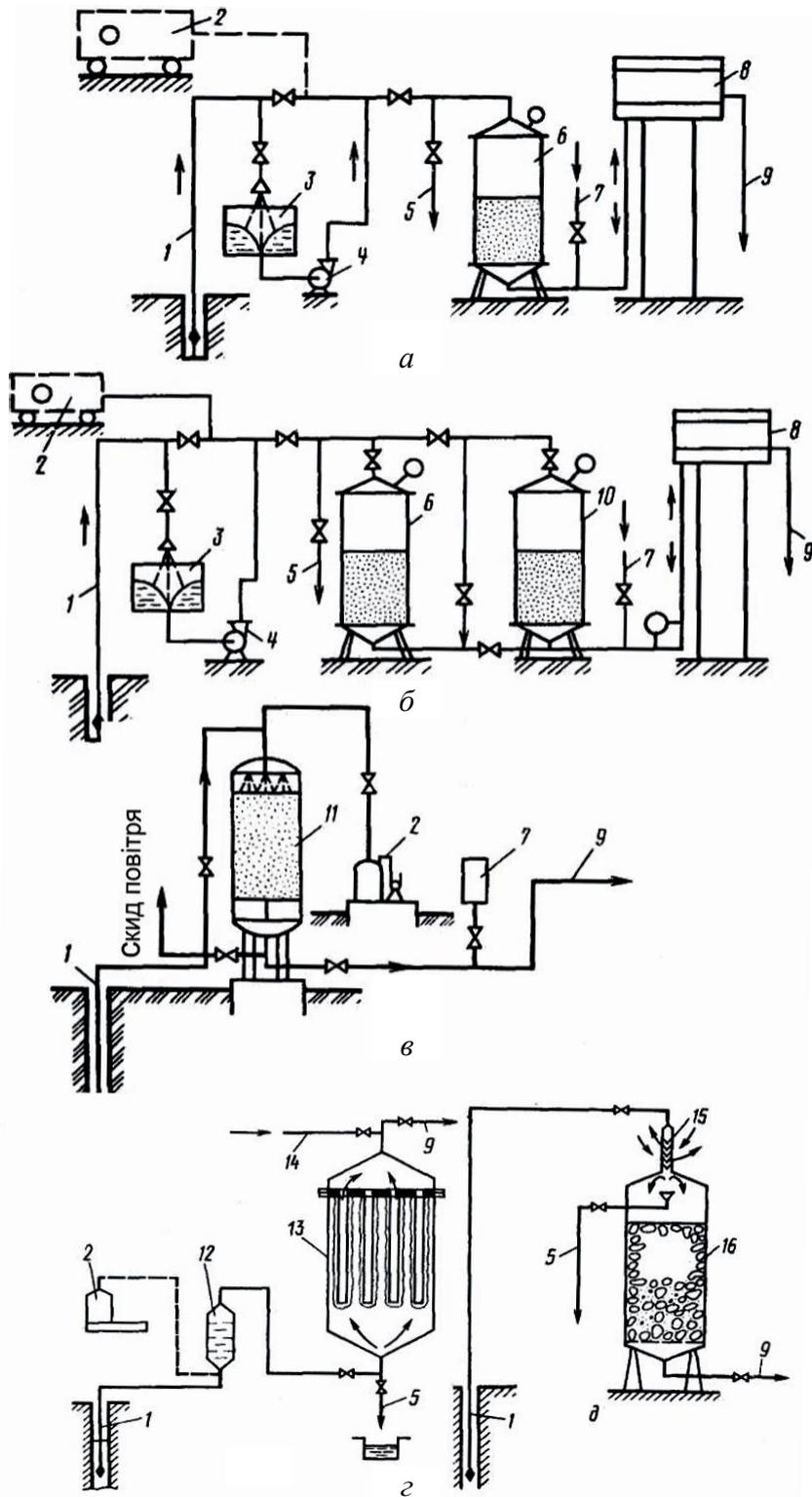


Рис. 2.36. Безреагентні схеми знезалізнення води: *a* – спрощена аерація і одноступеневе фільтрування; *б* – спрощена аерація з двоступеневим фільтруванням; *в* – «суха» фільтрація; *г* – напірна аерація і фільтрування на намивних фільтрах; *д* – вакуумно-ежекційна аерація і фільтрування на каркасно-засипних фільтрах;

1, 9 – подача вихідної і відведення знезалізненої води; 2 – повітродувка; 3 – аераційне устаткування; 4 – насос; 5 – скидання промивної води; 6, 10 – прояснювальний фільтр першого і другого ступеня; 7 – знезараження води; 8 – водонапірний бак; 11 – швидкий фільтр із «сухим» завантаженням; 12 – напірний змішувач; 13 – намивний фільтр; 14 – подача промивної води; 15 – вакуумно-ежекційний апарат; 16 – каркасно-засипний фільтр

Метод спрощеної аерації (рис. 2.36, а, б) можна застосовувати як за гравітаційного, тобто самопливного руху води, так і в напірних варіантах залежно від продуктивності установки. Суть цього методу полягає в тому, що вода, яка вміщує двовалентне залізо і розчинений кисень, під час фільтрування через зернистий шар здатна виділяти залізо на поверхні зерен, утворюючи каталітичну плівку з іонів і оксидів дво- і тривалентного заліза. Ця плівка активно інтенсифікує процес окиснення і виділення заліза з води. У природній воді залізо найчастіше трапляється у вигляді двовуглекислого заліза $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ або значно рідше у формі сірчаноокислого та гуміновоокислого заліза.

За спрощеної аерації збагачення води киснем забезпечується вже під час падіння крапель води з висоти 0,5 м. Концентрація у воді розчиненого кисню при цьому доходить до 5 мг/дм^3 . Для окиснення 1 мг заліза необхідно 0,143 мг кисню. Розбрикування води для її аерації виконують через дірчасті лотки або труби з отворами, через які вода витікає зі швидкістю 1,5–2 м/с. Перед напірними фільтрами для збагачення води киснем подають у трубопровід повітря в кількості 2 л на 1 г заліза.

Метод «сухої» фільтрації (рис. 2.36, в) полягає у фільтруванні повітряно-водяної емульсії через «сухе» (незатоплене) зернисте фільтрувальне завантаження з утворенням у ньому вакууму або нагнітання великої кількості повітря з подальшим відсмоктуванням його з піддонного простору. При цьому в порових каналах завантаження виникає турбулентний режим руху водоповітряної суміші, що сприяє молекулярному контакту води з поверхнею зерен контактної маси, на якій формується адсорбційно-каталітична плівка зі сполук заліза і покращується процес знезалізнення води.

Метод знезалізнення води шляхом її фільтрування на патронних фільтрах (рис. 2.36, г) застосовують за продуктивності установки до $100 \text{ м}^3/\text{добу}$. За цим методом здійснюють спочатку «зарядку» фільтра шляхом поступового закупорювання фільтрувальної перегородки гідроксидом заліза, після чого настає період корисного фільтрування води з метою її знезалізнення.

Знезалізнення води з використанням вакуумно-ежекційної аерації (рис. 2.36, д) полягає у швидкому та глибокому видаленні з неї вуглекислого газу, сірководню, метану з одночасним підвищенням рН води до 7,5 та наступним збагаченням киснем повітря, окисненням двовалентного заліза з утворенням гідроксидів і оксидів заліза, які

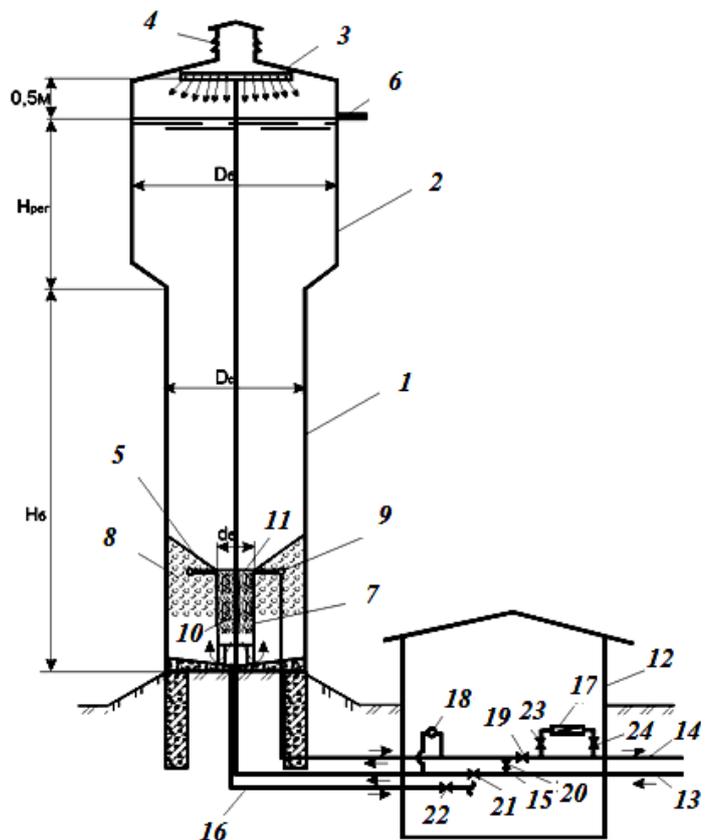
видаляються під час фільтрування води на швидких фільтрах. Цим методом можна знезалізнювати воду за вмісту в ній заліза до 40 мг/дм^3 , якщо $\text{pH} \geq 6,2$, перманганатна окиснюваність $\leq 9,5 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, лужність $\geq 1 \text{ мг-екв/дм}^3$, вуглекислого газу $\leq 100 \text{ мг/дм}^3$ і сірководню $\leq 10 \text{ мг/дм}^3$.

Під час розміщення водоочисної установки у стволі сталевій водонапірній башті Рожновського значно зменшуються капітальні та експлуатаційні витрати водоочисної станції, оскільки не потрібне приміщення для установок, резервуар чистої води і насосна станція з робочими і промивними насосами (рис. 2.37).

Вихідна вода по трубі 13 подається до аератора 3, за допомогою якого розбризкується на дрібні крапельки, насичуючи киснем повітря, що бере участь у біохімічному окисненні розчиненого у воді бікарбонатного заліза $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$. Малорозчинний у воді гідроксид заліза $\text{Fe}(\text{OH})_3$ коагулюється в біореакторі 7, утворюючи великі пластівці, які випадають в осад у підфільтровому просторі, а дрібніші затримуються у стисненому шарі пластівців і нижньому шарі контактного прояснювального фільтра, який знаходиться у нижній частині ствола башти.

Рис. 2.37. Технологічна схема баштової водознезалізнювальної установки:

- 1 – ствол башти;
- 2 – водонапірний бак;
- 3 – аератор;
- 4 – вентиляційний кожух;
- 5 – конусна перегородка;
- 6 – переливна труба;
- 7 – біореактор;
- 8 – плаваюче фільтрувальне завантаження;
- 9 – ковпачковий дренаж;
- 10 – волокнисте завантаження;
- 11 – решітка;
- 12 – службове приміщення;
- 13 – подача вихідної води;
- 14 – подача очищеної води споживачам;
- 15 – подача води на промивку;
- 16 – скидання промивної води;
- 17 – бактерицидна установка;
- 18 – дифманометр;
- 19–24 – засувки



У випадку відсутності водонапірної башти або неможливості її застосування, знезалізнення води в локальному водопроводі можна здійснювати в напірній водознезалізнювальній установці, технологічну схему та розрахункові параметри якої показано на рис. 2.38, табл. 2.15. Конструкція фільтрувальної частини в ній така ж, як у водонапірної башти. Різниця полягає лише у способі подачі повітря для аерації води.

Таблиця 2.15

Розрахункові параметри баштових водознезалізнювальних установок

Найменування параметрів	Значення величин за діаметрів ствола башти d_c , м								
	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,9	2,0	2,5	3,0
Максимальна витрата води Q год.мах, м ³ /год	1,64	4,20	6,54	9,42	14,72	23,61	26,16	40,88	58,86
Діаметр біореактора d_b , м	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	1,0	1,2

Технологія знезалізнення води на цих установках має такі переваги:

- дешева у будівництві та проста і надійна в експлуатації;
- висока ефективність знезалізнення води (до 98 %);
- велика брудомісткість фільтра і тривалість фільтроциклу;
- не потрібні промивні насоси;
- значно менші витрати промивної води.

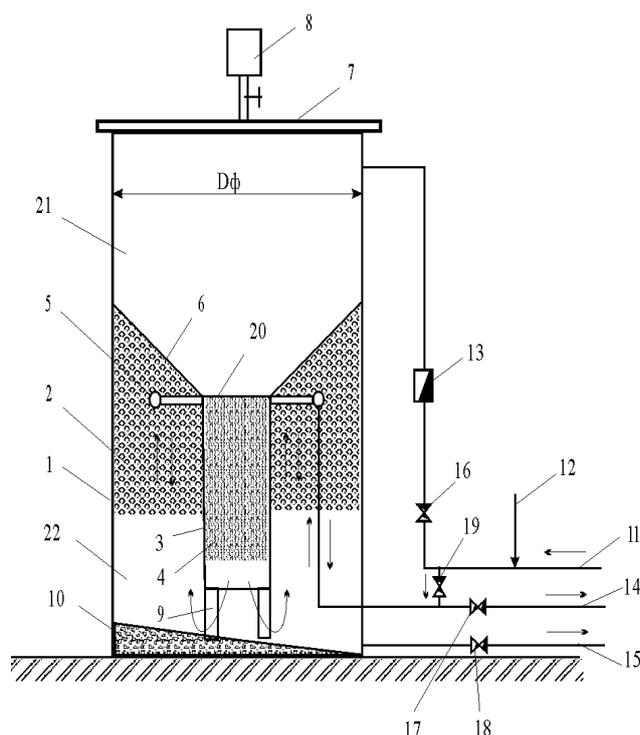


Рис. 2.38. Технологічна схема напірної водознезалізнювальної установки:

1 – корпус установки; 2 – пінополістирольне завантаження; 3 – біореактор; 4 – тонковолокнисте завантаження; 5 – ковпачковий дренаж; 6 – конусна перегородка; 7 – кришка; 8 – вантуз; 9 – опора; 10 – похиле дно; 11 – подача вихідної води; 12 – подача повітря; 13 – змішувач; 14 – відведення очищеної води; 15 – відведення промивної води; 16–19 – засувки; 20 – решітка; 21 – надфільтровий простір; 22 – підфільтровий простір

Спори для знезалізнення води вводять в експлуатацію після завершення процесу «зарядки» завантаження і встановлення стабільного режиму знезалізнення.

2.3.3. Фільтри для деманганції та пом'якшення води

Вміст марганцю (Mn^{2+}) у воді, що використовується у виробництвах текстильної, паперової та інших галузей промисловості, а також господарсько-питних централізованих водопроводах, не має перевищувати $0,05 \text{ мг/дм}^3$.

У підземних водах марганець найчастіше трапляється у формі бікарбонату $Mn(HCO_3)_2$, що добре розчиняється у воді з концентраціями від $0,5$ до 4 мг/дм^3 .

Для видалення марганцю з води застосовують різні методи, які поділяють на: реагентні і безреагентні; окиснювальні і сорбційні; іонообмінні і біохімічні.

Вибір методу деманганції залежить від продуктивності водоочисної станції, хімічного складу оброблюваної води та кількісного співвідношення показників її якості (рис. 2.39).

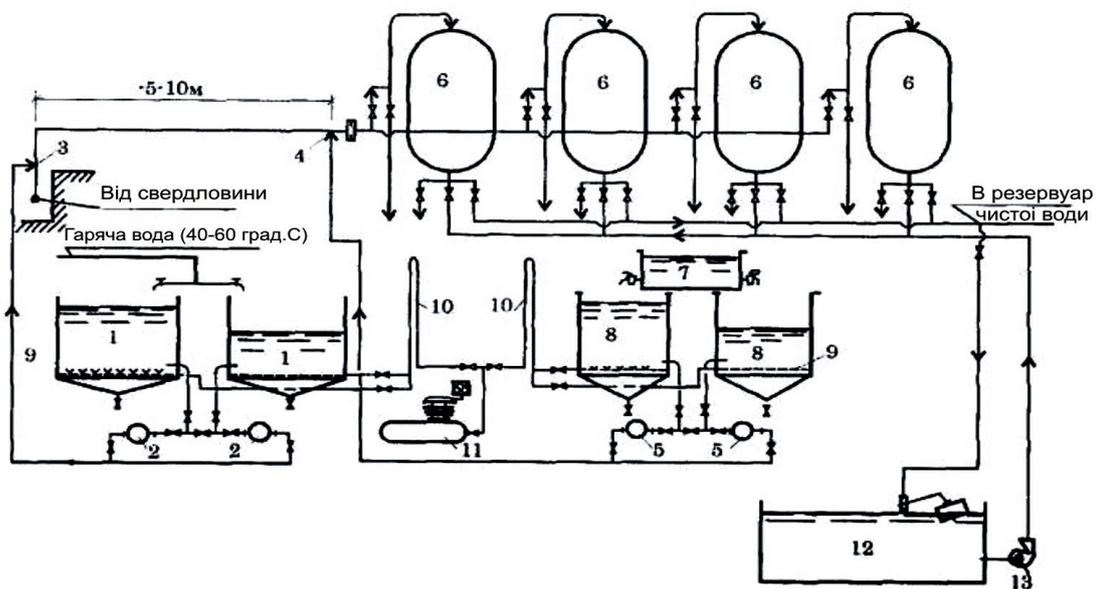


Рис. 2.39. Схема установки для видалення марганцю із підземних вод перманганатом калію: 1 – баки для розчинення $KMnO_4$; 2, 5 – насоси-дозатори; 3 – уведення розчину $KMnO_4$; 4 – введення активованої кремнекислоти; 6 – фільтри; 7 – розчинний бак сірчаної кислоти; 8 – розчинні баки активованої кремнекислоти; 9 – перфоровані труби; 10 – повітряна петля; 11 – компресор; 12 – резервуар для промивної води; 13 – промивний насос

Окиснювальні методи деманганациї води засновано на застосуванні таких заходів:

- збільшення окиснювально-відновлювального потенціалу середовища E за допомогою сильних окиснювачів без коригування величини рН води;
- підвищення значення рН води за недостатнього окиснювально-відновлювального потенціалу E у випадку використання слабких окиснювачів;
- сумісне застосування сильного окиснювача і підвищення значення рН води.

Окиснення може здійснюватись за допомогою різних окиснювачів: перманганат калію, озон, хлор і його похідні, кисень повітря.

Обробка води перманганатом калію поліпшує її смакові властивості та знижує запах внаслідок сорбції органічних сполук дрібнодисперсним осадом гідроксиду марганцю $Mn(OH)_4$.

Пом'якшення води здійснюють з метою зниження її жорсткості, що обумовлюється вмістом у воді іонів кальцію і магнію (рис. 2.40). Для питної води допускають жорсткість не більше ніж 7 мг-екв/дм^3 або як виняток до 10 мг-екв/дм^3 , а жорсткість води теплових мереж, що використовується на приготування пари у різних галузях промисловості не має перевищувати $0,01 \text{ мг-екв/дм}^3$.

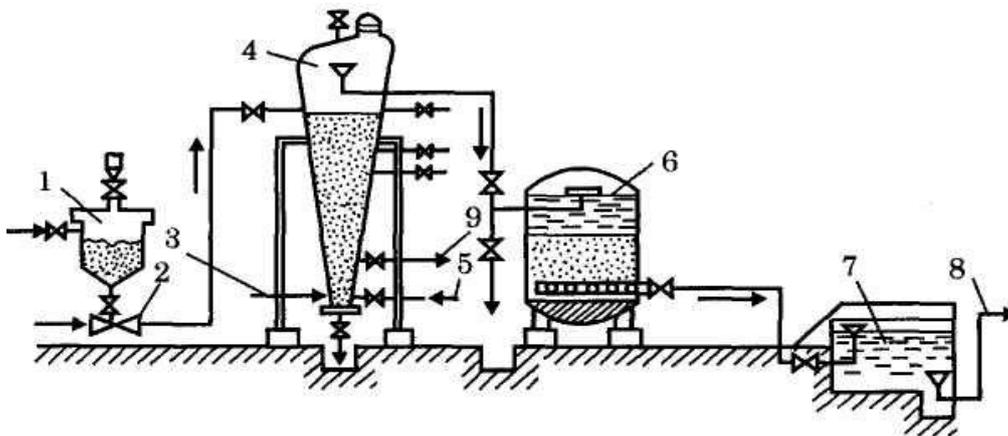


Рис. 2.40. Технологічна схема пом'якшення води з вихровим реактором і напірним фільтром: 1 – бункер з контактною масою; 2 – ежектор; 3, 8 – подача вихідної води і відведення пом'якшеної води; 4 – вихровий реактор; 5 – уведення реагентів; 6 – напірний прояснювальний фільтр; 7 – резервуар пом'якшеної води; 9 – скидання контактної маси

Жорсткість води буває загальна (Жз), карбонатна (Жк) і некарбонатна (Жнк).

Карбонатна жорсткість обумовлена вмістом у воді гідрокарбонатів кальцію і магнію, а некарбонатна – кальцієвих і магнієвих солей соляної, сірчаної та азотної кислот.

У підземних водах жорсткість води досягає 15 мг-екв/дм³ і в цих випадках необхідно робити пом'якшення різними методами: реагентний, катіонітовий, термохімічний, комбінований. Вибір методу пом'якшення води залежить від її якості, необхідної глибини пом'якшення і техніко-економічних розрахунків. Найчастіше на практиці застосовують реагентний і катіонітовий методи пом'якшення води.

Реагентний метод полягає у зв'язуванні іонів кальцію та магнію хімічними речовинами у малорозчинні сполуки, що здатні випадати в осад, – карбонат кальцію і гідроксид магнію. Залежно від використаного хімічного реагенту його поділяють на: вапняний, содовий, їдконатрієвий, фосфатний.

Катіонітовий метод – це використання катіонітів, які здатні обмінювати одні іони на інші. Залежно від того, яким іоном заряджається катіоніт – натрієм чи воднем, розрізняють Na- та H-катіонування (рис. 2.41).

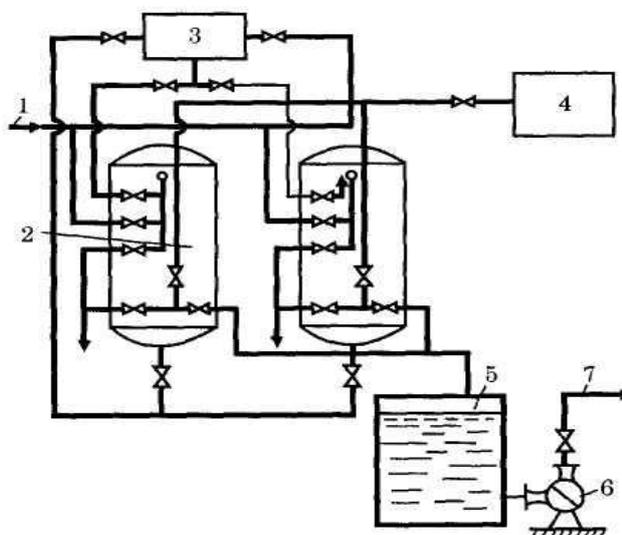


Рис. 2.41. Схема одноступеневого Na-катіонування води: 1, 7 – подача вихідної і відведення пом'якшеної води; 2 – фільтр; 3 – бак з розчином повареної солі; 4 – бак з водою для розпушування катіоніту; 5 – резервуар пом'якшеної води; 6 – насос; 7 – подача води споживачам

2.3.4. Фільтри для знефторення природних вод

Тривале споживання води з надмірним вмістом фтору призводить до тяжких захворювань. Попадаючи в рослини, до тварин і людини, фтор взаємодіє із залізом, марганцем, нікелем та іншими хімічними елементами, утворюючи комплексні сполуки, які депресують ферменти та порушують обмін речовин. Внаслідок цього виникають різні захворювання скелета у тварин і флюороз у людини.

За тривалого надходження в організм людини фтористі сполуки мають токсичну дію на серцево-судинну і центральну нервову систему, а також на роботу печінки, нирок, щитовидної залози. Тому у нормативних документах регламентовано вміст фтору у питній воді в межах 0,7–1,5 мг/дм³. В Україні 11 % підземних водних джерел водопостачання мають підвищений вміст фтору, концентрація якого сягає 9 мг/дм³.

Для знефторення природних вод застосовують різні методи, які поділяють на три групи:

1. Сорбція фтору на осаді з пластівців, що утворюються під час обробки води хімічними реагентами;
2. Видалення фтору фільтруванням води через фторселективні матеріали (іонний обмін з використанням аніонітів);
3. Метод гіперфільтрації.

Основними реагентами, які застосовують для знефторення природних вод, є солі алюмінію. Під час введення їх у воду відбувається вилучення з неї фтору внаслідок закріплення на поверхні малорозчинних пластівців осаду з оксигідрату алюмінію та утворення алюмофторидних комплексів:



Найповніше ця реакція відбувається під час зниження рН води з 8 до 4,5, що дає значну економію коагулянту.

На рис. 2.42 показано технологічну схему знефторення підземних вод контактено-сорбційним методом. Вода зі свердловини 1 подається в змішувач 2, де відбувається її перемішування з реагентами. Спочатку протягом 1,5–2 год подають підвищену дозу коагулянту (Дк) 100–150 мг/дм³ за Al₂O₃, що сприяє утворенню на зернах завантаження і в його порах осаду з гідроксиду алюмінію Al(OH)₃, який сорбує фтор. Цей період називають «зарядкою» фільтра, під час якого фільтрат відводять у резервуар 5 для подальшого використання під час промивки фільтра. Після «зарядки» дозу коагулянту Al₂(SO₄)₃ знижують до 25 мг/дм³.

Таким методом можна знефторювати воду за вмісту фтору до 5 мг/дм³, сірководню – до 2 мг/дм³ та лужності до 6 мг-екв/дм³.

На 1 мг видалюваного фтору витрачають близько 80 мг сульфату алюмінію. Тривалість фільтроциклу не перевищує 4–6 год. Для підвищення ефективності процесу знефторення води здійснюють її підкислення (зниження рН до 4,5), але це потребує великої кількості кислоти та ускладнює експлуатацію реагентного господарства.

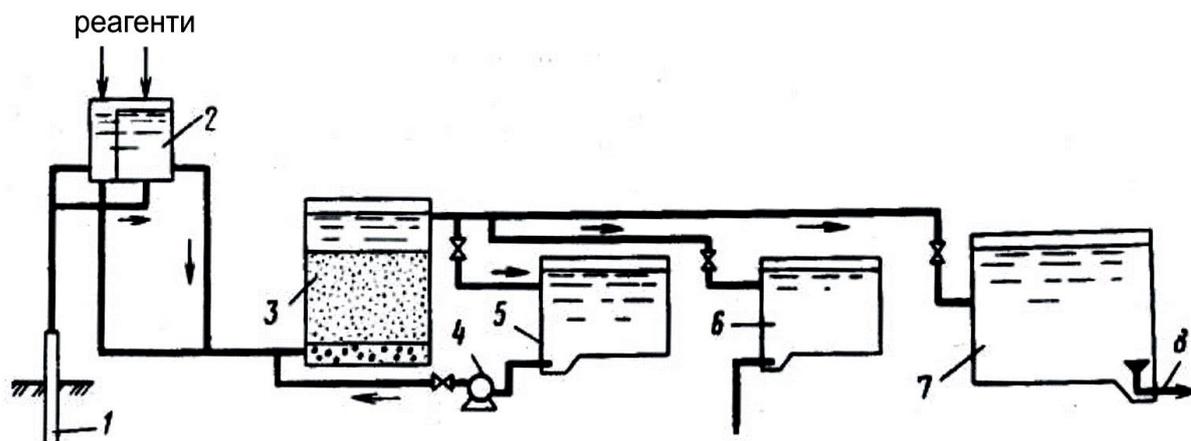


Рис. 2.42. Технологічна схема знефторення води контактнo-сорбційним методом: 1 – свердловина; 2 – змішувач; 3 – контактний прояснювач; 4 – насос; 5 – резервуар першого фільтрату; 6 – відстійник; 7 – резервуар чистої води; 8 – відведення знефтореної води

Після обробки солями алюмінію такі фільтрувальні завантаження як пісок, керамзит, подрібнений клиноптилоліт та інші здатні ефективно вилучати з води фтор-іони. Найбільшу сорбційну ємність за фтором має алюмомодифікований клиноптилоліт, який отримують під час обробки клиноптилоліту алюмовміщувальним реагентом.

Сорбційна ємність алюмомодифікованих клиноптилолітів становить 0,5–1 мг фтору на 1 г сорбенту.

На рис. 2.43 наведено технологічну схему знефторення води фільтруванням через алюмомодифіковане завантаження із клиноптилоліту.

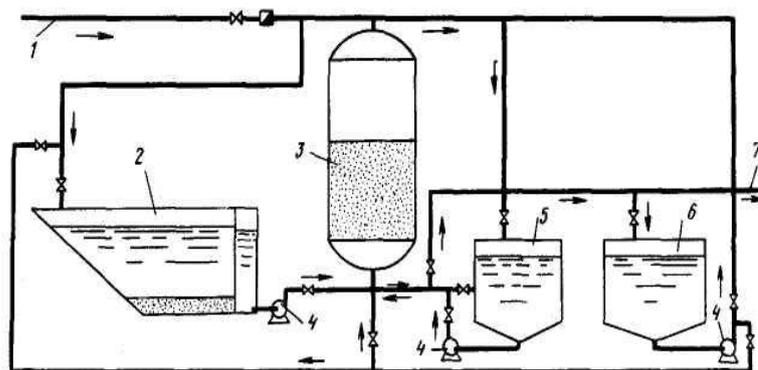


Рис. 2.43. Технологічна схема знефторення води фільтруванням через алюмомодифіковане завантаження: 1, 7 – подача вихідної і відведення знефтореної води; 2 – шламонакопичувач; 3 – фільтр з алюмомодифікованим клиноптилолітом; 4 – насос; 5 – бак з концентрованим розчином солей алюмінію; 6 – резервуар для першого фільтрату

Установка працює так. Вихідна вода по трубі 1 подається в напірний фільтр 3, завантажений алюмомодифікованим клиноптилолітом, фільтрується зверху вниз. Перші порції фільтрату спочатку надходять у бак 6, після чого знефторена вода відводиться за призначенням по трубі 7.

Після модифікації фільтрувального завантаження фільтрування вихідної води відновлюється. Перші порції фільтрату мають великий вміст алюмінію та низькі значення рН, а тому їх доцільно вводити у вихідну воду в кінці фільтроциклу, коли сорбційна ємність завантаження вичерпується, а вміст фтору у фільтраті наближається до 1,2 мг/дм³. Це значно збільшує тривалість фільтроциклу. Ця рідина може також бути використана для промивки фільтрів, що забезпечує ліпше відмивання клиноптилоліту від фторвміщувальних сполук та краще прояснення промивних вод під час їх відстоювання у шламонакопичувачі 2. Швидкість фільтрування вихідної води беруть 6–8 м/год, а тривалість фільтроциклу становить 24–26 год.

Регенерацію спрацьованого завантаження здійснюють у два прийоми: спочатку виконують розпушування і відмивання сорбенту від фторвміщувальних осадів, затриманих на поверхні і в порах завантаження, а потім клиноптилоліт модифікують, пропускаючи через завантаження концентрований 4–6 %-й розчин $Al_2(SO_4)_3$, який подають насосом 4 із бака 5. Цей розчин циркулює по замкненому колу: бак 5 – фільтр 3 – бак 5.

За знефторення методом лужних вод відбувається утворення гідроксиду алюмінію $Al(OH)_3$, фільтрувальне завантаження швидко кальматується осадом із цих пластівців і його необхідно часто регенерувати, що призводить до збільшення експлуатаційних витрат і собівартості знефтореної води (рис. 2.44). У цих випадках напірні фільтри доцільно завантажувати спіненим полістиролом, а вихідну воду фільтрувати знизу вгору, використовуючи сили гравітації для осідання пластівців із алюмофторидних комплексів у підфільтровому просторі фільтрів.

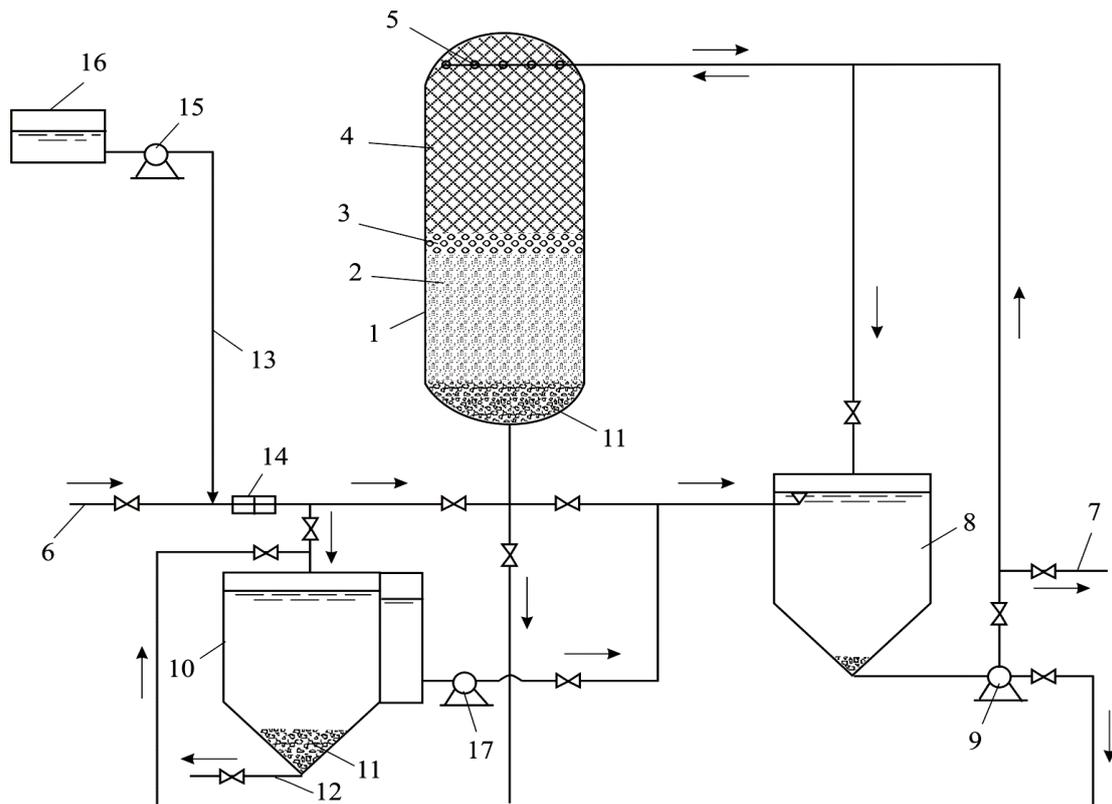


Рис. 2.44. Технологічна схема знефторення води фільтруванням через пінополістирольне завантаження: 1 – напірний фільтр; 2 – підфільтровий простір; 3 – намивний шар осаду; 4 – пінополістирольне завантаження; 5 – ковпачковий дренаж; 6, 7 – подача вихідної і відведення знефтореної води; 8 – резервуар для першого фільтрату; 9 – промивний насос; 10 – шламонакопичувач; 11 – осад; 12 – скидання осаду; 13 – подача реагентів; 14 – шайбовий змішувач; 15 – насос-дозатор; 16 – бак із розчином сірчанокислого алюмінію; 17 – перекачувальний насос

Гіперфільтраційний метод знефторення води оснований на фільтруванні фторвміщувальної води через напівпроникаючі мембрани, які монтують в апаратах фільтр-пресового, трубчатого і рулонного типів або з порожнистими волокнами. Технологічну схему такої установки показано на рис. 2.45.

На знефторення 1 м³ води витрачають 3–4 кВт год електроенергії.

Застосовувати метод гіперфільтрації в технології водопідготовки доцільно за необхідності одночасного знефторення і опріснення води зворотньоосмотичним методом.

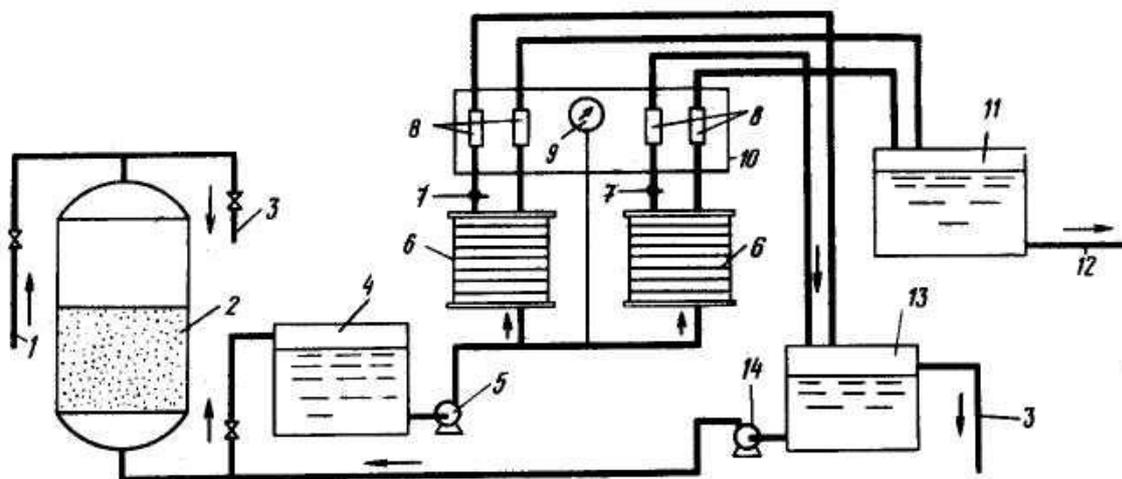


Рис. 2.45. Технологічна схема знефторення природних вод на гіперфільтраційних апаратах: 1, 2 – подача вихідної і відведення знефтореної води; 2 – фільтр попереднього очищення; 3 – скидання в каналізацію; 4 – бак проясненої води; 5 – насос високого тиску; 6 – гіперфільтраційний апарат; 7 – регулятор тиску; 8 – ротаметр; 9 – манометр; 10 – щит управління; 11, 13 – резервуари для фільтрату і концентрату; 14 – насос

2.3.5. Фільтри для дегазації води

Як правило, у підземних водах знаходиться значна кількість розчинених газів – кисню, азоту, вуглекислоти, сірководню, метану тощо, які підвищують корозійність води та надають їй неприємні органолептичні властивості (запах, присмак). У практиці водопідготовки для дегазації води застосовують фізичні і хімічні методи.

За фізичних методів відбувається контакт води з повітрям (аерація), в якому парціальний тиск цього газу наближений до нуля. За допомогою аерації видаляють з води розчинені вуглекислоту, метан і сірководень. Для видалення кисню потрібне нагрівання води або зниження тиску (термічні або вакуумні дегазатори).

Видалення з води розчинених газів фізичними методами здійснюють в дегазаторах таких типів:

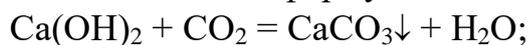
- плівкові з різними насадками (дерев'яні рейки, шматки коксу, кільця Рашига);
- барботажні, в яких вода продувається стисненим повітрям, що подається в нижню частину дегазатора через тонкопористі фільтросні плити або труби;
- пінні, в яких вода, що рухається горизонтально по дірчастих листах, продувається повітрям, яке подається вентилятором під ці листи;

– вакуумні, в яких за допомогою вакуум-насосів або ежекторів створюється понижений тиск, що відповідає точці кипіння води за даної температури.

Плівкові дегазатори працюють в умовах протитоку води і повітря, яке подається вентилятором. Застосовуються також дегазатори без примусової подачі повітря.

Під час застосування хімічних методів дегазації води відбувається зв'язування розчинених газів хімічними елементами:

– у процесі видалення вуглекислоти використовують вапно з визначенням його дози за формулою:

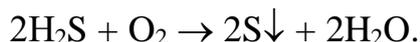


– під час видалення кисню використовують сульфід натрію:



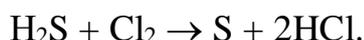
Сірководень окиснюють киснем повітря, хлором, озоном, перманганатом калію, оксидом хлору, зв'язують гідроксидом заліза.

У процесі аерації води разом із десорбцією H_2S відбувається окиснення частини сірководню до сірки:



Аерацію води доцільно застосовувати за вмісту сірководню у воді до $2\text{--}3 \text{ мг/дм}^3$ і $\text{pH} \leq 6,5\text{--}7$. У цьому випадку вміст сірководню у воді після аерації не перевищує $0,3\text{--}0,5 \text{ мг/дм}^3$.

Остаточню очистити воду від сірководню можна хлоруванням:



Витрата хлору становить $2,1 \text{ мг}$ на 1 мг сірководню.

Найбільш ефективною і компактною установкою для аерації води під час її очищення від сірководню є дегазатор з подачею у нього повітря вентилятором.

Для більш повного видалення сірководню аерацією за великого його вмісту у воді доцільно знижувати рН води до 5, що здійснюється підкисленням води сірчаною або соляною кислотою, а також продувкою води димовими газами. Технологічну схему видалення з води сірководню такими методами показано на рис. 2.46.

Підкислену воду подають на дегазатор 2 з нагнітанням у нього повітря за допомогою вентилятора 3. При цьому сірководень H_2S видаляється в основному з дегазатора разом із повітрям, але частина його окиснюється до сірки, внаслідок чого вода стає трохи каламутною.

Для завершення очищення води в неї додають хлор для окиснення невеликої кількості сірководню, що залишився в ній після аерації, потім

вводять коагулянт дозою 20–30 мг/дм³ (сірчаноокислий алюміній або хлорне залізо) для зв'язування у пластівці колоїдну сірку, яка затримується потім на швидких фільтрах 5. Оскільки очищена вода має низький рН, а отже є корозійною, то потрібно підвищувати рН введенням розчину соди 7.

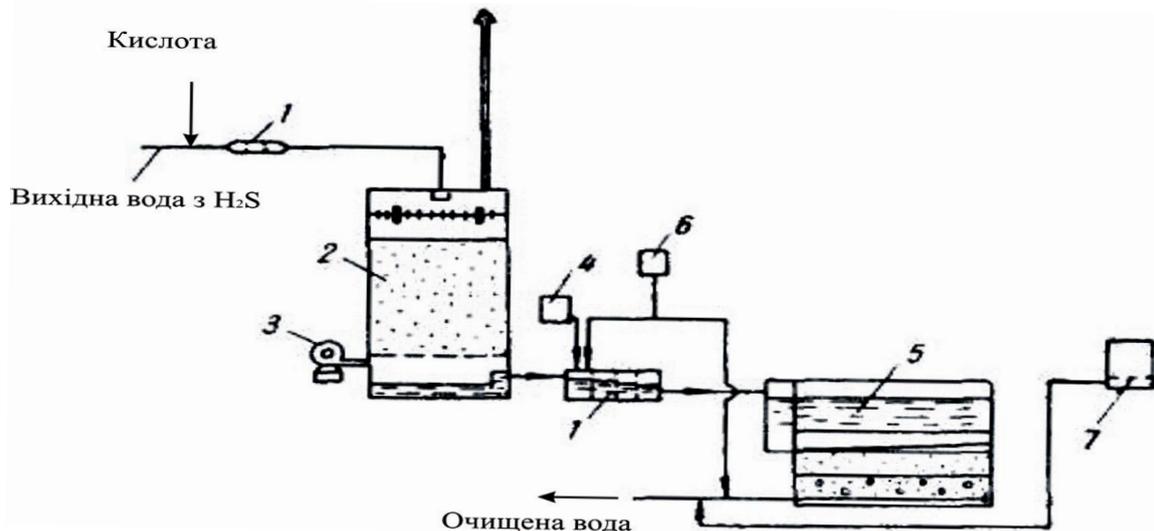


Рис. 2.46. Технологічна схема очищення води від сірководню аерацією з підкисленням: 1 – змішувач; 2 – дегазатор; 3 – вентилятор; 4 – розчин коагулянту; 5 – швидкий фільтр; 6 – хлоратор; 7 – розчин соди

Під час біохімічного очищення води від сірководню його окиснення відбувається внаслідок життєдіяльності сіркобактерій активного мулу і біоплівки. Видалення з води сірководню за таким методом відбувається на аерофільтрах (рис. 2.47).

Для запобігання відновленню в нижніх шарах швидкого фільтра сполук сірки до сірководню у воду, що надходить на фільтр, подають з хлоратора розчин хлору.

Під час експлуатації плівкових дегазаторів з природною і штучною вентиляцією контролюють, щоб розподільна система не забивалась, рівномірність розбрикування оброблюваної води по поверхні насадки, стан і кількість кілець Рашига, час перебування води в дегазаторі, необхідний режим роботи вентилятора.

У пінному дегазаторі слід підтримувати у справному стані дірчасті перегородки та гідравлічні затвори. Для запобігання провалу води через отвори перегородок необхідно підтримувати інтенсивність подачі повітря в дегазатор не менше ніж 0,35 м³/м² за загальної шпаруватості перегородок до 15 %, товщини шару спіненої води 100 мм і відстаней між перегородками 150–200 мм.

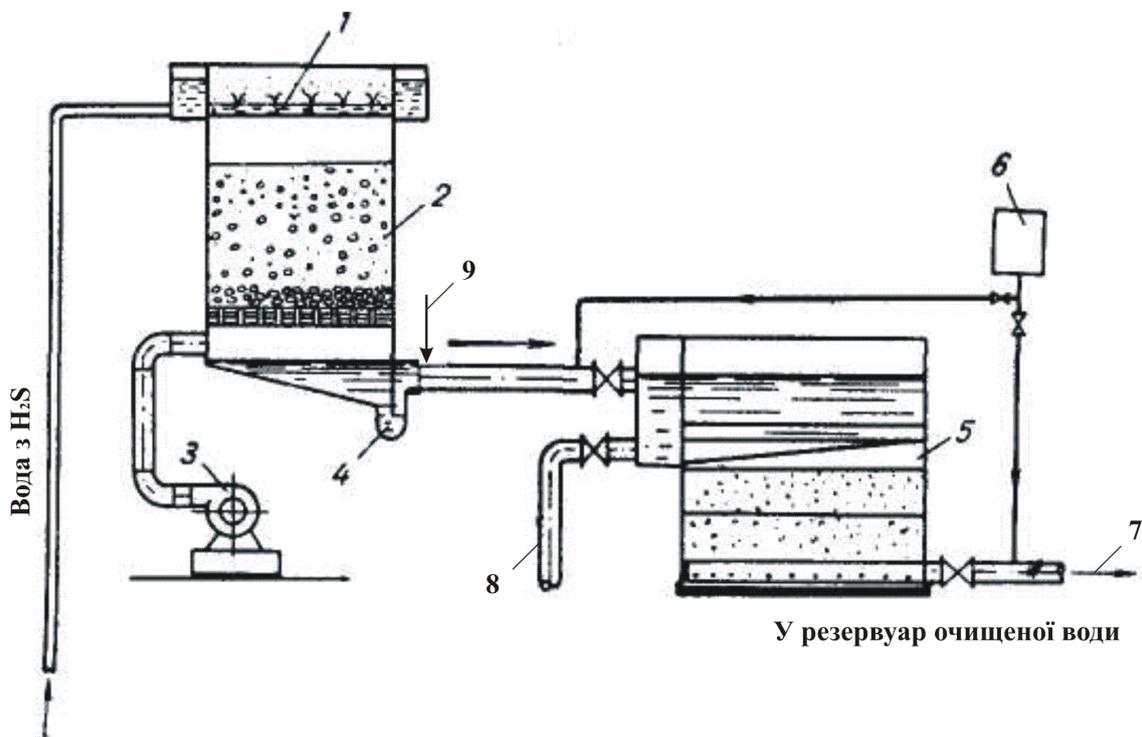


Рис. 2.47. Технологічна схема очищення води від сірководню на аерофільтрі:
 1 – зрошувач; 2 – аерофільтр; 3 – вентилятор; 4 – водяний затвор; 5 – швидкий фільтр; 6 – хлоратор; 7 – відведення очищеної води; 8 – скидання промивної води; 9 – введення коагулянту

Для глибокого видалення з води вуглекислого газу і сірководню, незалежно від їх вмісту, підтримують щільність зрошення до $60 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{год}$. Питома витрата повітря становить $15\text{--}20 \text{ м}^3/\text{м}^3$ води.

До складу споруд для видалення сірководню з води належать пінний дегазатор, озонатор і контактний освітлювач.

У процесі експлуатації споруд, призначених для видалення метану з води, контролюють: справність ежекторів, рівномірність розподілу води по площі пінного дегазатора, справність пристрою для відводу суміші газів, роботу газгольдера.

За великого вмісту метану ($>40 \text{ мг}/\text{дм}^3$) до складу споруд включають бак розчину вапна і насос з баком-електронагрівачем. Їх експлуатація полягає у підтримці в необхідному технічному стані систем розподілу води і видалення осаду та дотриманні правил техніки безпеки. Суміш газів, що виділяється, слід пропускати через розчин гідроксиду кальцію, де діоксид вуглецю газового середовища у взаємодії з гідроксидом кальцію утворює карбонат кальцію, пульпу якого потрібно спрямовувати на термічну обробку.

2.3.6. Фільтри для опріснення води

Опріснення – це процес видалення з води розчинених солей і доведенням її якості до питної.

Методи опріснення води поділяють на дві основні групи: зі зміною і без зміни агрегатного стану. До першої групи належать дистиляція, нагрівання води до надкритичної температури ($350\text{ }^{\circ}\text{C}$), виморожування, газогідратний метод; до другої – іонообмін, електродіаліз, зворотній осмос (гіперфільтрація), ультрафільтрація, екстракція тощо. Найбільшого розповсюдження у практиці набули дистиляція, іонообмін, електродіаліз та зворотній осмос.

Вибір методу опріснення води залежить від якості вихідної води, продуктивності установки і техніко-економічних розрахунків.

Залежно від вмісту солей у вихідній воді, орієнтовно можна рекомендувати:

- за $C_c \leq 2\text{ г/дм}^3$ – іонообмін;
- $C_c = 2 - 10\text{ г/дм}^3$ – електроліз або гіперфільтрацію;
- $C_c > 10\text{ г/дм}^3$ – дистиляцію, виморожування або зворотній осмос.

Іонообмінний метод опріснення води оснований на послідовному її проходженні через Н-катіонітові та аніонітові фільтри (рис. 2.48).

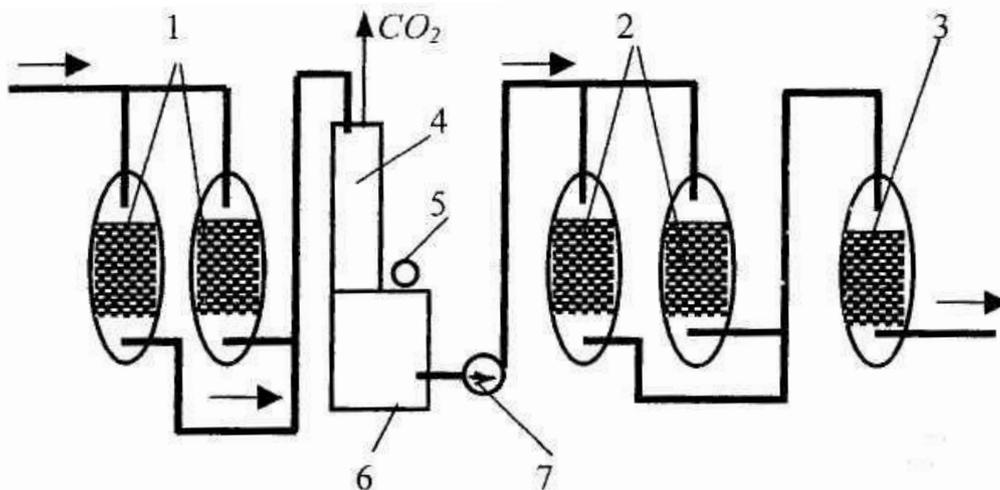


Рис. 2.48. Технологічна схема опріснення води іонообмінним методом:
1 – Н-катіонітові фільтри; 2 – аніонітові фільтри; 3 – буферний
Na-катіонітовий фільтр; 4 – дегазатор; 5 – вентилятор; 6 – водозбірний
резервуар; 7 – насос

У Н-катионітовому фільтрі іони Ca^{2+} , Mg^{2+} і Na^+ обмінюються на Н-катиони:



На аніонітових фільтрах аніони утворених кислот обмінюються на іони OH^- :



Утворена вуглекислота CO_2 видаляється у дегазаторі 4.

Вихідна вода, яку подають на іонообмінні установки, має відповідати вимогам: солевміст $C_c \leq 2$ г/дм³; сульфати SO_4^{2-} і хлориди Cl^- – до 5 мг/дм³; завислі речовини – до 8 мг/дм³, кольоровість – до 30°ПКШ і перманганатна окиснюваність – до 7 мг/дм³ O_2 .

Залежно від глибини видалення солей застосовують одно-, дво- і триступеневі установки, але в усіх випадках необхідно застосовувати сильнокислотні Н-катионіти з великою обмінною здатністю і в кожній групі має бути не менше двох фільтрів.

Через іонітову установку пропускають лише частину води, для того щоб після змішування її з рештою отримати в опрісненій воді солевміст, що відповідає вимогам споживачів. Для господарсько-питних потреб він не має перевищувати 1,0 г/дм³, за концентрації хлоридів Cl^- – до 350 і сульфатів SO_4^{2-} – до 500 мг/дм³.

Н-катионітові фільтри регенерують за зниження кислотності на 20 % від максимальної. Питому витрату 100 %-ї сірчаної кислоти беруть 100 г на 1 г-екв поглинутих катіонів; час регенерації і відмивання фільтрів – 3 год; витрату води на відмивання катіоніта – 10 м³ на 1 м³ катіоніта.

Аніонітові фільтри регенеруються розчинами їдкого натру, кальцинованої соди, бікарбонату натрію.

Електродіалізний метод ґрунтується на розподілі катіонів і аніонів солей внаслідок дії постійного електричного струму. Для цього у ванну встановлюють електроди з графіту або платини, між ними встановлюють іонітові гетерогенні діафрагми, які мають вибіркову іонопроникність і пропускають між ними воду. Під дією електричного струму крізь одну діафрагму проходять катіони, а крізь другу – аніони, внаслідок чого вода опріснюється.

На практиці застосовують багатокамерні електродіалізні установки, які виготовляють з неелектропровідного матеріалу, а мембрани – з термопластичного матеріалу (поліетилену) та іонообмінних смол у вигляді гнучких листів. Мембрани мають достатню

механічну міцність, високу селективність та низький електричний опір. Строк їх служби становить 3–5 років.

Гіперфільтрація (зворотній осмос) полягає у фільтруванні через спеціальні напівпроникні мембрани (рис. 2.49).

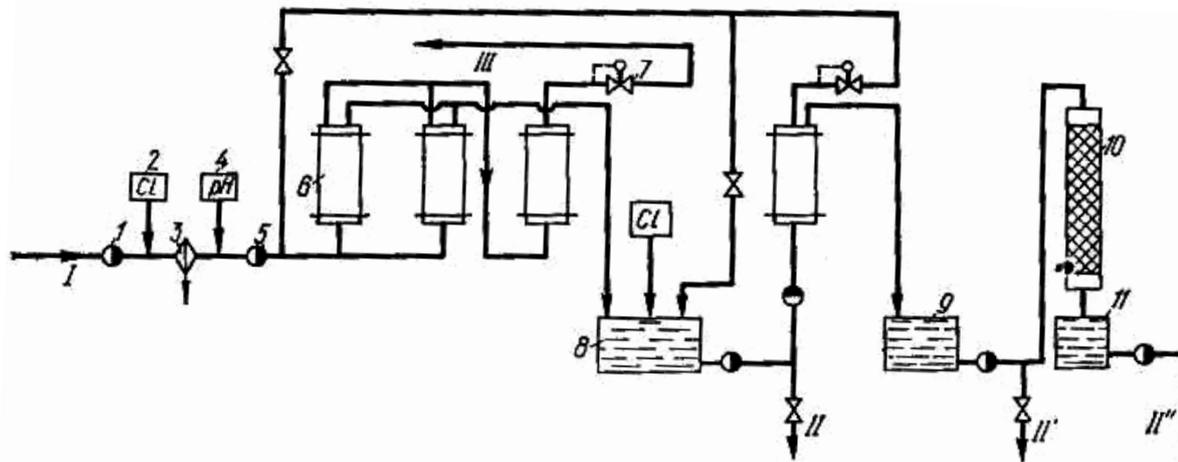


Рис. 2.49. Технологічна схема опріснення води гіперфільтрацією:

1 – перекачувальний насос; 2 – хлоратор; 3 – фільтр механічної очистки; 4 – підкислювач; 5 – підкачувальний насос; 6 – зворотноосмотичний апарат; 7 – регулювальний клапан; 8, 9 – збірники прісної води; 10 – іонітовий фільтр; 11 – збірник глибокознесоленої води; I – вихідна вода; II – прісна вода; II' – знесолена вода; II'' – глибокознесолена вода; III – концентрат

Тиск, під яким виконується фільтрування води, має перевищувати осмотичний, який виникає за різної концентрації солей у воді з обох боків мембрани. Осмос обумовлений тим, що молекули прісної води проникають у солону для вирівнювання концентрації солей. Осмотичний тиск дорівнює зовнішньому гідростатичному тиску, який необхідно прикласти до розчину солі для припинення осмосу. Так, наприклад, під час розділення дистилляту і води океану із солевмістом 35 г/дм^3 осмотичний тиск дорівнює $2,5 \text{ МПа}$ (25 кгс/см^2).

Робочий тиск в установці з опріснення води рекомендують підтримувати не менше ніж 5 МПа за солевмісту до 15 г/дм^3 .

Характерною особливістю зворотноосмотичних установок є простота їх конструкції та експлуатації (рис. 2.50). Собівартість 1 м^3 опрісненої води, отриманої методом гіперфільтрації, менша від опріснення води іншими методами.



Рис. 2.50. Зворотноосмотична очисна установка

Електродіалізні і зворотноосмотичні установки експлуатують на підставі паспортів та інструкцій з користування.

Процес очищення води в системах зворотного осмосу полягає у подачі води під тиском у корпус системи, де розміщено осмотичну мембрану. Під впливом тиску води в робочому модулі системи зворотного осмосу відбувається процес дифузії через осмотичну мембрану.

Під час очищення води в системах зворотного осмосу головним завданням є розрахунок необхідного тиску. Робочий тиск обумовлюється не тільки осмотичним, який представляє собою різницю тисків між двома частинами води в стані рівноваги, але і гідродинамічними властивостями самої мембрани, використовуваної в системі очищення води зворотним осмосом. Гідродинамічна опірність мембрани системи зворотного осмосу обумовлює здатність мембрани пропускати крізь себе молекули води, тобто є запорукою ефективного очищення такими системами.

Найчастіше тиск у водопроводі не задовольняє вимоги системи зворотного осмосу, тому в таких випадках використовують монтаж додаткових нагнітальних насосів. За наявності нагнітальних насосів вода спочатку подається саме в насос-дозатор, з якого потім надходить у робочий модуль системи.

Тиск у робочій камері системи потрібно підтримувати на певному рівні, але ні в якому разі не перевищувати його. Осмотична композитна мембрана є її найчутливішим елементом. Надмірно високий тиск води здатний механічно пошкодити її, що призведе до виходу з ладу всієї

системи, тому точність роботи і справність насоса так важлива. Для контролю тиску в робочій камері часто використовуються манометри.

У процесі роботи композитна мембрана засмічується частками розчинених речовин, а також тонкими колоїдами, які перешкоджають повному контакту води з мембраною системи зворотного осмосу. У процесі роботи системи певна частина забруднювачів видаляється через дренаж у першій секції корпусу системи, однак деяка частина забруднювачів осідає в порах і на поверхні мембрани, тому необхідно проводити регулярне її промивання.

Найбільш ефективним методом промивання композитної мембрани є метод хімічного промивання, за якого видалення з її поверхні забруднювачів досягається зворотним потоком води, який проходить спочатку через менш забруднений шар композитної мембрани, а потім видаляє забруднювачі з більш забрудненого шару. Зворотне промивання мембрани в системах зворотного осмосу полягає у пропусканні води з другої секції робочої камери системи в першу, при цьому використовують набагато менші обсяги води, необхідні для ефективного промивання.

Знесолення і опріснення води досягають іонообмінним методом, електродіалізом, зворотним осмосом, рідше (коли використовують морську воду) – дистиляцією на енергоопріснювальних комплексах. Вибір методу залежить від загального солевмісту і хімічного складу води, місцевих енергоумов і техніко-економічного обґрунтування.

Іонітові фільтрувальні установки експлуатують з урахуванням первісної форми завантаженого катіоніту або аніоніту. До пуску фільтра у постійну експлуатацію, за потреби, через нього пропускають жорстку (або солону) воду зі спуском в каналізацію до моменту, коли фільтрат не стане нейтральним за метилоранжем. Після цього проводять спеціальні пусконаладжувальні роботи.

У процесі постійної експлуатації контролюють:

- тривалість циклу знесолення (пом'якшення) – за часом зниження до нормованої мінімальної об'ємної ємності;
- параметри розпушування іоніта перед регенерацією;
- режими хімічної регенерації – спеціальними розчинами і відмиванням від солей жорсткості зі спуском фільтрату в каналізацію або у відмивний бак для розпушування.

2.3.7. Доочищення водопровідної води

Водопровідну воду доочищують на спеціальних станціях або установках з метою зниження концентрації певних домішок у водопровідній воді, які перевищують нормативні показники згідно з ДсанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Водопровідну воду доочищують тоді, коли існуюча система водопідготовки не забезпечує нормативних показників, велика протяжність магістральних водогонів (групові водопроводи), а також велика кількість насосних станцій і РЧВ, де можливе повторне забруднення водопровідної води.

Для доочищення води від певних забруднень можуть бути використані одні з розглянутих вище фільтрувальних споруд, а також ультрафільтраційні установки (рис. 2.51).



Рис. 2.51. Ультрафільтраційні установки

Ультрафільтрація – це спосіб очищення, за якого вода під тиском продавлюється крізь мембрану з величиною пор 0,002–0,1 мкм. Ультрафільтрація займає проміжне положення між нанофільтрацією і мікрофільтрацією. Ультрафільтраційні мембрани дають можливість затримувати тонкодисперсні і колоїдні домішки, макромолекули (нижня межа молекулярної маси становить кілька тисяч), водорості, одноклітинні мікроорганізми, цисти, бактерії, віруси тощо.

Вода проходить через спеціальні мембранні фільтри, що затримують частинки аж до 0,01 мікрон. Мембранні фільтри з таким розміром пор затримують дрібні суспензії, високомолекулярну органіку, бактерії і віруси розміром понад 0,01 мікрон. При цьому мінеральний склад води не змінюється – розчинені у воді солі не затримуються.

Мембранний модуль – це вертикальний циліндр, усередині якого проходить величезна кількість мембранних трубок.

Процес ультрафільтрації перебігає під дією різниці тисків до і після установки ультрафільтрації.

Технологію ультрафільтрації під тиском зазвичай застосовують для відділення зважених часток, бактерій і вірусів, забезпечуючи фізичний бар'єр від мікроорганізмів під час отримання питної води. Крім цього ультрафільтрація використовується для очистки води з відкритих джерел, морської води і води, що пройшла біологічне очищення перед системами зворотного осмосу або іншими мембранними системами (наприклад, електродіалізні установки).

Останнім етапом після доочищення водопровідної води перед подачею її споживачам, є її знезаражування, про яке йтиметься у 2 частині, 5 розділі.

Контрольні запитання

1. Поясніть основні завдання під час експлуатації очисних споруд з водозабором із підземних джерел.
2. Як працюють споруди для знезалізнення води?
3. Який принцип роботи споруд для деманганації та пом'якшення води?
4. Поясніть принцип роботи споруд для знефторення підземних вод.
5. Як працюють споруди для дегазації води?
6. Який принцип роботи споруд для опріснення води?
7. Які існують методи доочищення водопровідної води?

2.4. Водоводи, водопровідні мережі і споруди на них

2.4.1. Організація експлуатації зовнішніх систем подачі і розподілу води

Експлуатацію водопровідної мережі виконують служби, що залежно від її довжини і обсягів робіт можуть бути створені як дільниці, служби мережі, а для особливо великих міст – самостійні виробничі підприємства з експлуатації водопровідних мереж, поділених на районні експлуатаційні дільниці.

Районування водопровідної мережі виконують з розрахунку, щоб довжина району не перевищувала 300–350 км, а відстань до найвіддаленішої точки була не більше 10 км.

Зовнішні системи подачі і розподілу води мають забезпечувати безперебійне і надійне постачання споживачам питної води, якість якої відповідає санітарним нормам і вимогам чинного державного стандарту ДСанПіН 4-171-10.

Нормативну чисельність робітників для обслуговування водопровідних мереж встановлюють залежно від протяжності водоводів і мереж з урахуванням кількості зайнятих ліквідацією аварій на мережах.

За протяжності водопровідних мереж менше ніж 10 км кількість робітників відповідно до техніки безпеки має бути не менше трьох осіб.

Головними завданнями технічної експлуатації систем подачі і розподілу води є:

- нагляд за станом водопровідної мережі, споруд, пристроїв і обладнання на ній;
- технічне утримання мережі в належному стані, усунення засмічень, промерзання тощо;
- розробка економічних режимів експлуатації мережі та управління її роботою;
- забезпечення необхідного тиску води на вводах споживачів і розподіл потоків води відповідно до замовленої споживачами потреби у воді;
- утримання водопровідних мереж у належному санітарному стані, вчасна їх промивка та дезінфекція;
- поточний і капітальний ремонт на мережах, ліквідація аварій і витоків;
- ведення технічної документації та звітності;
- нагляд за будівництвом та приймання в експлуатацію нових ліній мереж, споруд на ній і абонентських приєднань;
- вивчення мережі, нагляд за тиском, складання перспективних планів реконструкції і розвитку з урахуванням будівництва в населеному пункті.

2.4.2. Випробування і приймання в експлуатацію водопровідних мереж і споруд

Прийманню в експлуатацію підлягає водопровідна мережа, яку можуть приєднувати до діючої системи водопостачання і нормально експлуатувати.

Для приймання закінчених будівництвом трубопроводів призначають Державну або робочу комісію.

Комісія звіряє надані матеріали з натурним обстеженням шляхом оглядів, обмірювань, контрольного шурфування, опитування осіб, які здійснюють будівництво та нагляд.

Перед здачею комісії водопровідну мережу або трубопровід оглядають з представниками технічного нагляду, замовника і будівельної організації. Огляду підлягають усі камери і колодязі, два-три стикових з'єднання труб, випуски і водостоки. Трубопроводи діаметром 900 мм і більше оглядають зсередини. При цьому перевіряють стан внутрішньої поверхні труб, якість швів, відсутність напливів, раковин та інших дефектів. Результати огляду оформляють актом.

Водопровідні мережі мають бути піддані двократному випробуванню на міцність і герметичність відповідно до національного стандарту України ДСТУ НБВ.2.5-68:2012 «Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації».

Під час випробування трубопроводів на міцність траншею, в якій покладено трубопровід, не потрібно засипати, на місці мережевої арматури потрібно встановити заглушки.

Під час випробування на герметичність траншею необхідно засипати, при цьому після засипання і до початку випробувань має пройти не менше ніж 24 год.

Залежно від кліматичних умов у районі будівництва і за відсутності води може бути застосовано пневматичний спосіб випробування для трубопроводів із внутрішнім розрахунковим тиском (P_p), не більше ніж:

- 0,5 МПа (5 кгс/см²) для підземних чавунних, залізобетонних та з інших матеріалів;
- 1,6 МПа (16 кгс/см²) для підземних сталевих;
- 0,3 МПа (3 кгс/см²) для надземних сталевих.

Випробування напірних трубопроводів усіх класів має здійснюватись будівельно-монтажною організацією, як правило, у два етапи:

1. Попереднє випробування на міцність і герметичність, яке виконують після засипання пазух із підбиттям ґрунту на половину вертикального діаметра і присипання труб відповідно до вимог ДСТУ-Н Б.В.2.1-28 із залишеними відкритими для огляду стиковими з'єднаннями; це випробування допускається виконувати без участі представників замовника й експлуатаційної організації зі складанням акта, який затверджується головним інженером будівельної організації.

2. Приймальне (остаточне) випробування на міцність і герметичність слід виконувати після повного засипання трубопроводу за участю представників замовника й експлуатаційної організації зі складанням акта про результати випробування. Обидва етапи випробування потрібно виконувати до установлення гідрантів, вантузів, запобіжних клапанів, замість яких на час випробування слід встановлювати фланцеві заглушки. Попереднє випробування трубопроводів, доступних для огляду в робочому стані або які підлягають у процесі будівництва негайному засипанню (виконання робіт у зимовий час, в обмежених умовах), за відповідного обґрунтування у проектах, можна не проводити.

Величини внутрішнього розрахункового тиску P_p і випробувального тиску P_i для проведення попереднього та приймального випробувань напірного трубопроводу на міцність має бути визначено проектом відповідно до вимог ДБН В.2.5-74 та вказано в робочій документації.

Величина випробувального тиску на герметичність P_r для проведення як попереднього, так і приймального випробувань напірного трубопроводу має дорівнювати величині внутрішнього розрахункового тиску P_p плюс величина P , яку беруть відповідно до табл. 4 ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012, залежно від верхньої межі виміру тиску, класу точності і ціни поділки шкали манометра. При цьому величина P_r не має перевищувати величини приймального випробувального тиску трубопроводу на міцність P_i .

Трубопроводи зі сталевих, чавунних, залізобетонних та інших труб, незалежно від способу, слід випробовувати ділянками не більше ніж 1 км.

Трубопроводи з пластмасових труб незалежно від способу випробовують ділянками не більше ніж 0,5 км. За відповідного обґрунтування у проекті допускають випробування зазначених трубопроводів за один прийом за довжини до 1 км і умови, що величину допустимої витрати підкачаної води потрібно визначати як для ділянки довжиною 1 км.

До проведення попереднього та приймального випробувань напірних трубопроводів потрібно:

- закінчити усі роботи із закладення стикових з'єднань, улаштування упорів, монтажу сполучних частин і арматури, отримати задовільні результати контролю якості зварювання й ізоляції сталевих трубопроводів;

- встановити фланцеві заглушки на відводах на заміну гідрантів, вантузів, запобіжних клапанів і у місцях приєднання до трубопроводів, що експлуатуються;

- підготувати засоби наповнення, опресування і спорожнення відповідних ділянок, змонтувати тимчасові комунікації і встановити прилади та крани, необхідні для проведення випробувань;

- осушити і провентилувати колодязі для проведення підготовчих робіт, організувати чергування на межах ділянок охоронної зони;

- заповнити водою досліджуваний відрізок трубопроводу (за гідравлічного способу випробування) і з нього видалити повітря.

Порядок проведення гідравлічного випробування напірних трубопроводів на міцність і герметичність викладено в додатку Б: ДСТУ-НБВ.2.5-68:2012.

Для проведення випробування трубопроводу відповідальному виконавцю має бути видано наряд-допуск на проведення робіт підвищеної небезпеки із зазначенням у ньому розмірів охоронної зони. Форма наряду-допуску та порядок його видачі мають відповідати вимогам ДБН А.3.2-2.

Нещільності та інші дефекти на ділянці випробовуваного трубопроводу потрібно виявляти:

- за звуком повітря, що виходить;
- бульбашками, що утворюються у місцях виходу повітря з трубопроводу за покриття стикових з'єднань мильною емульсією.

Оглядати трубопроводи і відмічати дефектні місця дозволено тільки після зниження тиску в трубопроводі до 1 кг/см², а ліквідувати дефекти потрібно за атмосферного тиску.

У процесі остаточного випробування необхідно визначити величину падіння тиску за визначений проміжок часу.

Приймальне гідравлічне випробування напірного трубопроводу починають після засипання його ґрунтом відповідно до вимог ДСТУ-Н Б.В.2.1-28 та заповнення водою з метою водонасичення і якщо при цьому його було витримано у заповненому стані не менше ніж:

- 72 год для залізобетонних труб (у тому числі 12 год під внутрішнім розрахунковим тиском P_p);
- 24 год для чавунних труб.

Для сталевих і пластмасових (крім GRP) трубопроводів витримку з метою водонасичення не проводять.

Для труб з інших матеріалів витримка з метою водонасичення – 24 год (в тому числі 12 год під внутрішнім розрахунковим тиском P_p).

Якщо трубопровід було заповнено водою до засипання ґрунтом, то зазначену тривалість водонасичення встановлюють з моменту засипання трубопроводу.

Напірний трубопровід визнають таким, що витримав попереднє і приймальне гідравлічне випробування на герметичність, якщо витрата підкачаної води не перевищує допустиму витрату підкачаної води на досліджуваній відрізок довжиною 1 км і більше (табл. 6 ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012).

Результати кожного випробування оформляють актом.

Якщо витрата підкачаної води перевищує допустимий рівень, то трубопровід визнають таким, що не витримав випробування, і щодо нього потрібно вжити заходи до виявлення й усунення прихованих дефектів трубопроводу, після чого потрібно виконати повторне випробування трубопроводу.

Трубопроводи діаметром 900 мм і більше після засипання і заповнення водою необхідно витримувати протягом 3-х діб, після чого випробувати на герметичність.

Нові трубопроводи діаметром 250 мм і більше підлягають випробуванню на пропускну здатність.

До приймання збудованого трубопроводу в експлуатацію будівельна організація здійснює його промивання та дезінфекцію в три етапи:

- попередня промивка;
- дезінфекція хлорною водою з концентрацією активного хлору 20–40 мг/дм³ за добового контакту;

– остаточна промивка до отримання двох задовільних бактеріологічних і фізико-хімічних аналізів води.

Акт про санітарну обробку надають приймальній комісії.

Нові трубопроводи, які приєднано до діючої мережі, наносять на планшети, що зберігаються у виробничому відділі підприємства, і на оперативні схеми.

У процесі остаточного приймання зовнішніх трубопроводів в експлуатацію приймальній комісії необхідно надати такі документи:

– робочі креслення проекту з внесеними в них змінами у процесі будівництва;

– акти приймання прихованих робіт і споруд;

– виконавчі креслення у трьох екземплярах (в тому числі один на кальці);

– перелік проектних організацій, що брали участь у проектуванні об'єкта;

– перелік організацій, що брали участь у виконанні будівельно-монтажних робіт з наведенням видів виконаних ними робіт;

– сертифікати заводів-постачальників на труби, зварювальні матеріали, фасонні частини й арматуру;

– журнал виконання робіт і висновки з перевірки зварних швів фізичними методами контролю;

– акти випробування трубопроводів на міцність і герметичність;

– акти на промивання і дезінфекцію трубопроводів;

– відомість недоробок з наведенням терміну їх усунення;

– відомість інвентарної вартості споруд, що передаються;

– гарантійний паспорт з адресою будівельної організації, яка протягом року має усунути недоліки, виявлені під час експлуатації.

Виконавчі креслення мають входити у комплект доданих документів до акта здачі-приймання водопроводу. Виконавчі креслення потрібно складати на основі інструментальних виконавчих зйомок, які виконують у процесі будівництва до засипання траншей і котлованів.

До складу виконавчих креслень мають належати плани та профілі водоводів і мереж.

На плані виконавчого креслення у масштабі робочих креслень 1:500 має бути нанесено об'єкти, які обслуговуються водопроводом, що здається, з наведенням поверховості і призначення; траса і контури водопровідних споруд (колодязі, камери та ін.); схеми вузлів обладнання, що розташовано в колодязях, з наведенням арматури; прив'язка колодязів, камер і кутів повороту до постійних орієнтирів;

довжина ділянки і діаметри трубопроводів між колодязями або кутами поворотів.

Крім того на плані має бути наведено номер і місце розташування репера, від якого виконано нівелювання; назва організації, що розробила проект, номер і дата випуску проекту, номер і дата погодження проекту.

На профілі креслення, виконаного в горизонтальному масштабі 1:500 і вертикальному 1:50, необхідно вказати відмітки люків і дна колодязів; відмітки поверхні землі (дорожнього покриття) біля колодязів і переломів профілю; відмітки верха труб, каналів, камер і товщину їх стінок; характеристику ґрунту, що використано для засипання траншей; тип кріплень, якщо їх з технічних причин залишено в землі, і відмітку їх закладання; комунікації і споруди, які перетинаються, їх відмітки; матеріал і діаметри труб.

Організація, що приймає водовід або мережу в експлуатацію, зобов'язана перевірити дані натурних обмірів і нівелювання, їх відповідність виконавчим кресленням і, за потреби, внести потрібні корективи.

Відповідальність за правильність складання і вчасність надання виконавчих креслень, а також за наслідки, які можуть бути в результаті неправильних даних, несуть керівники будівельних організацій і особи, відповідальні за виконання робіт.

Приймальна комісія має проводити звірку наданих матеріалів з натурною шляхом огляду, контрольного шурфування, опитування осіб, які здійснювали будівництво і нагляд, та скласти акт приймання з прикладанням до нього відомості недоробок з наведенням термінів їх ліквідації. У випадку, якщо комісія знаходить на водоводі або мережі недоробки, які потребують для ліквідації більше трьох діб, об'єкт не можна приймати в експлуатацію.

Для отримання дозволу на початок експлуатації об'єкта будівельна організація має ліквідувати недоробки, наведені у відомості.

Документом, що дозволяє пуск водоводу в експлуатацію, є акт його санітарної обробки. В акті має бути наведено:

- місцезнаходження водоводу або мережі;
- технічна характеристика;
- тривалість промивки, витрата води, дози реагенту;
- час контакту, результати аналізів води.

Акт санітарної обробки водоводу або мережі має бути підписаний представниками експлуатаційної і будівельної організації та санітарної

інспекції. Залучення будівельної організації до промивання і дезінфекції водопроводу обов'язкове.

Промивання і дезінфекцію трубопроводів потрібно проводити як під час приймання, так і в процесі експлуатації.

Попереднє промивання необхідно проводити з максимальною швидкістю (не менше ніж 1 м/с) за повного заповнення труб. Практично у процесі промивання має відбутись зміна десяти об'ємів води, що переміщуються в трубі.

Трубопроводи потрібно промивати ділянками до 3 км для водоводів, і 1 км для розподільчої мережі (залежно від наявності і розташування водовипусків).

Після попереднього промивання трубопровід потрібно дезінфікувати, заповнюючи його водою, що містить розчин хлорного вапна або газоподібного хлору (40 мг активного хлору на 1 л води). Хлорна вода має знаходитись у трубопроводі не менше однієї доби. Кількість залишкового хлору у воді після закінчення дезінфекції має бути не менше 1 мг/л.

Після дезінфекції необхідно провести повторне промивання до отримання двох проб води відповідно до ДСанПіН 4-171-10.

Експлуатаційна організація зобов'язана зберігати комплект документів на водовід або мережу, отримані від приймальної і санітарної комісії, в технічному архіві.

2.4.3. Нагляд за станом і утриманням мережі водопроводу

З метою запобігання пошкодженням від природного зносу, на водопровідних мережах проводять планово-попереджувальні огляди (ППО) і планово-попереджувальні ремонти (ППР) (табл. 2.16).

Зовнішній обхід та огляд кожної траси лінії водопровідної мережі проводять бригади чисельністю 1–2 людини. Під час зовнішнього огляду мережі опускання людей в колодязі заборонено.

На основі результатів огляду та перевірки дії обладнання, оцінки рівня його надійності розробляють і виконують заходи з технічного утримання мережі, проведення профілактичних, поточних і капітальних ремонтів.

Під час проведення оглядів перевіряють:

- стан координатних табличок і покажчиків гідрантів;

- технічний стан колодязів, наявність і щільність прилягання кришок, цілісність люків, горловин, скоб, сходів, наявність у колодязі води або її витоку;
- наявність газів у колодязях за показниками приладів;
- наявність завалів на трасі і мережі у місцях розташування колодязів;
- розриття на трасі мережі, а також недозволені роботи з улаштування приєднань до мережі;
- дію вуличних водорозбірних колонок.

Усі помічені дефекти і недоліки записують у журнал. У випадку виявлення витоку води на трасі, обхідник зобов'язаний повідомити диспетчера організації.

Таблиця 2.16

Таблиця ППО і ППР з утримання мережі

Найменування робіт	Склад робіт	Періодичність проведення робіт
Обхід мережі	Обхід по трасі водопровідних ліній з перевіркою наявності координатних таблиць, виявлення несправностей	1 раз на 2 місяці
Огляд лінійної мережевої арматури та іншого обладнання	Огляд технічного стану мережевої арматури	1 раз на рік
Обстеження технічного стану дюкерів	Перевірка дюкерів на витік	1 раз на рік
Огляд переходів під шляхами	Огляд переходів під залізничними шляхами і пристроїв, розташованих на них	1 раз на рік
Технічне обстеження будинкових введів	Визначення технічного стану водопровідного введення на об'єкті, перевірка стану водопостачання об'єкта та наявності витоку на внутрішній мережі	1 раз на 1–2 роки
Огляд і перевірка вуличних водорозборів	Огляд вуличних водорозборів, регулювання їх роботи	1 раз на місяць
Дослідження режиму роботи водопровідної мережі	Виявлення розподілу вільних напорів на водопровідній мережі шляхом перевірки тиску в контрольних точках	1 раз на 2–3 місяці
Промивання мережі	Промивання тупикових ліній, ділянок кільцевої мережі	залежно від місцевих умов
Заходи із запобігання замерзанню мережевих пристроїв	Утеплення і його зняття з мережевої арматури, перевірка готовності до зими внутрішньобудинкових водопроводів і вузлів водомірів	щорічно в IV-му і II-му кварталах
Перевірка запасу води у підземних резервуарах	Перевірка запасу води в резервуарах і пожежних водоймах	щоденно

Для виконання експлуатаційних робіт з нагляду за станом і з утримування мережі має бути створено експлуатаційні (профілактичні) і ремонтні (аварійно-відновлювальні) чергові бригади, кількість і чисельний склад яких визначається місцевими умовами.

Усі експлуатаційні роботи на мережах, за винятком робіт з ліквідації аварій, бригади проводять за маршрутами, встановленими планом експлуатації мережі, залежно від обсягу і характеру завдань на кожний день.

Кожній бригаді щоденно видають заготовлений напередодні наряд обходу, без якого бригада не повинна виходити на роботу. Кожного члена бригади має бути допущено до роботи тільки після здачі технімуму з експлуатації мережі і техніки безпеки. Бригаді видають необхідну технічну документацію (схеми маршрутів, журнали для запису виявлених дефектів на мережі), автотранспорт, інструменти, інвентар, водовідливні засоби, набір необхідних засобів з техніки безпеки тощо.

Профілактичне обслуговування мережі проводять двічі на рік, виконуючи такі роботи:

- у колодязях і камерах – очищення і відкачування води, сколювання льоду в горловинах, профілактичне обслуговування розтрубних та фланцевих з'єднань, розгонку шпindelів засувки, перевірку дії байпасів, регулювання електроприводів, огляд вантузів та інших приладів і пристроїв, перевірку роботи пожежних гідрантів зі встановленням на них стандарта, а також за потреби – заміну скоб, ремонт драбин, зміну кришок. Ремонт пожежних гідрантів має бути виконано протягом доби з моменту виявлення несправності. Про виявлену несправність та закінчення ремонту гідранта виробник зобов'язаний повідомити органи пожежної охорони;

- на дюкерах – перевірку на витіки;

- на переходах (штольнях) під коліями – перевірку на загазованість, обхід та огляд розташованих там переходів і пристроїв;

- на вуличних водорозборах – регулювання і проведення ремонтних робіт зі зміною зношених деталей.

У разі відсутності на водопровідній мережі постійно діючих датчиків тиску виконують перевірку вільних тисків у контрольних точках один раз на квартал, а якщо тиск падає, – позачергово.

До профілактичного обслуговування належить проведення запобіжних заходів проти замерзання пристроїв і обладнання на мережі (монтажування та зняття утеплення, сколювання льоду).

Для утеплення колодязів може бути використано матеріали для утеплення, які укладають у колодязях на перекриттях, що встановлюють на відстані 0,5–0,6 м від кришки колодязя.

Для утеплення колодязів можна використовувати додаткову дерев'яну ляду з шаром матеріалу для утеплення, яку встановлюють нижче кришки колодязя на 0,3 м.

Разом з абонентським відділом виробника експлуатаційна служба мережі один раз на рік виконує технічне обстеження абонентського приєднання і водомірних вузлів. При цьому перевіряють технічний стан водопровідного вводу, водолічильника, запірно-регулювальної та контрольно-виміральної апаратури, а також наявність витоків води із внутрішньої мережі.

Контроль за наявністю і станом обладнання засобів виміральної техніки для обліку відпущеної води, а також за дотриманням термінів їх періодичної повірки здійснюється працівниками абонентського відділу виробника.

Під час виконання робіт з профілактичного обслуговування колодязів (камер), дюкерів, переходів під коліями тощо бригада має дотримуватись правил з техніки безпеки під час експлуатації систем водопостачання та водовідведення.

Заборонено спускання людей у непровітрені і неперевірені на загазованість колодязі.

Під час проведення оглядів і профілактичного обслуговування колодязів на проїжджій частині вулиць особливу увагу потрібно звертати на правильне й обов'язкове встановлення огорожувальних захисних знаків для запобігання наїзду транспорту на працюючих.

Для пошуку витоків води на водогоні може використовуватись обладнання, основане на таких методах:

- кореляція акустичних сигналів;
- реєстрація тиску і витрат у мережі;
- застосування газових шукачів витоків. При цьому в діючий водогін через пожежний гідрант або будинкове підключення вводять спеціальний тестовий газ, що складається на 5 % з водню і на 95 % з азоту. Цей газ виходить через свищ і місце його виходу визначає індикатор газу.

Користування приладами відбувається відповідно до інструкції з експлуатації виробника.

Для пошуку витоків на водопроводі можна використовувати телеінспекцію трубопроводів. Телеінспекцію трубопроводу проводять через дуже невеликий часовий проміжок після зняття тиску (протягом 30 хв), при цьому оператор може спостерігати струмінь води, який до цього виходив з труби в ґрунт, а після зняття тиску повертається з ґрунту в трубу через той же свищ.

2.4.4. Поточний і капітальний ремонт. Ліквідація аварій

Дані оглядів та профілактичного обслуговування з перевіркою стану споруд, дії обладнання і пристроїв на мережі використовують під час складання дефектних відомостей, розробки проектно-кошторисної документації та для проведення поточного і капітального ремонтів.

Поточний ремонт мережі і водоводів полягає в систематичному проведенні роботи із запобігання передчасному зносу і аваріям споруд і устаткування з усуненням дрібних пошкоджень і несправностей.

До поточного ремонту на мережі належать:

- профілактичні заходи – промивання, прочищення і дезінфекція мережі, сколювання льоду, очищення колодязів і камер від бруду, відкачування води та інші заходи;
- ремонтні роботи – заміна люків, скоб, ремонт горловини колодязя, підймання і опускання люків тощо.

До *капітального ремонту* на мережі належать роботи (рис. 2.52):

- зі спорудження нових або повної чи часткової реконструкції колодязів (камер);
- перекладання окремих ділянок ліній з повною або частковою заміною труб;
- заміни гідрантів, водорозбірних колонок, засувок, поворотних затворів, вантузів, іншого обладнання або їх зношених частин;
- ремонту окремих споруд на мережі, пристроїв і устаткування;
- очищення і захисту трубопроводів від обростання внутрішньої поверхні труб;
- захисту мережі від корозії та електрокорозії блукаючими струмами;
- ліквідації пошкоджень дюкерів і переходів під коліями тощо.



Рис. 2.52. Капітальний ремонт на ділянках водопроводу

Капітальний ремонт на водопровідній мережі проводиться водопровідно-каналізаційним господарством або іншими організаціями.

Зміни, внесені в ході ремонтних робіт, потрібно своєчасно відобразити в оперативних схемах і планшетах систем водопостачання.

Основним трудомістким видом робіт є *прочищення* від відкладень ділянок трубопроводів, їх промивання та дезінфекція.

Причинами відкладень можуть бути:

- корозія металу труб, яка призводить до утворення гідроксиду заліза;
- випадання з води під час її руху по трубопроводах випадкових механічних домішок;
- життєдіяльність бактерій;
- випадання на стінки трубопроводів солей заліза і кальцію.

Наявність у воді хлоридів і сульфатів стимулює утворення корозійних відкладень.

Прочищати водопровідні труби можна механічними, хімічними і гідропневматичними способами.

Наявність відкладень і необхідність очищення трубопроводів встановлюється оглядом їх внутрішньої поверхні або ж шляхом розкриття труб на ділянках.

Для механічної очистки застосовують очисники і розпушувачі. Очисники можуть бути з розсувними і нерозсувними металевими шкребками.

Прочищення ділянок водопровідної мережі, як правило, проводять через підставки тимчасово демонтованих пожежних гідрантів.

Для відновлення пропускної здатності діючих трубопроводів може бути використано трубоочищувальний снаряд Д-300.

Снаряд вводиться у трубопровід і під дією тиску води рухається в ньому з контрольованою швидкістю, меншою швидкості руху води. Зруйновані відкладення у вигляді зависі транспортуються зі швидкістю руху води. Швидкість руху робочої рідини має бути не менше ніж 1,4 м/с, необхідний тиск для очищення – 0,17 МПа, товщина обростання – в межах 10–70 мм, швидкість руху снаряда – 1,0 м/с.

Для очищення трубопроводів може застосовуватися пристрій «Вихор», основними вузлами якого є реактивна насадка з хвостовиком і механізм регулювання швидкості обертання залежно від швидкості лінійного переміщення пристрою по трубопроводу.

Під час обертання реактивної насадки струменя води з похилих отворів рівномірно з перекриттям очищають всю внутрішню поверхню трубопроводу від відкладень.

Хімічний спосіб очищення полягає в наповненні ділянки, яку прочищають розчином 20 %-ї інгібованої кислоти. Довжина ділянок, для прочистки 200–600 м, час обробки – 15–18 год.

Гідропневматичний спосіб прочищення полягає в пропуску через трубу суміші води і повітря у пропорції 1:6. При цьому різко змінюється структура потоку, в результаті чого створюються завихрення.

Стиснене повітря розширюється і за рахунок своєї енергії створює збільшення швидкості водоповітряної емульсії, яка розмиває відкладення.

Довжина ділянок для прочищення 200–600 м.

Після прочищення ділянки водопровідної мережі потрібно промити і продезінфікувати.

Промивання і дезінфекція здійснюється в кілька етапів: попереднє промивання – дезінфекція – остаточне промивання.

Тривалість промивання залежить від кількості і характеру відкладень, напору води в мережі тощо. Промивання закінчується тоді, коли промивна вода не міститиме частинок відкладень.

Для дезінфекції рекомендують застосовувати розчини з концентрацією активного хлору 75–100 мг/дм³ за контакту 5–6 год або 40–50 мг /дм³ за контакту 24 год.

Після відповідного промивання відбирають пробу для контрольного бактеріологічного аналізу. Дезінфекцію вважають

закінченою за позитивних результатів двох аналізів, узятих послідовно з однієї точки.

Аваріями на водопровідній мережі вважають пошкодження трубопроводів, споруд або обладнання чи порушення їх експлуатації, що спричинило повне або часткове припинення подачі води абонентам. До аварій на мережі належать: пошкодження стінок трубопроводів, порушення з'єднань труб, поломка запірної арматури, зворотних клапанів та іншої арматури і фасонних частин, ремонт яких потребує припинення подачі води абонентам на період ліквідації пошкоджень.

Аварією на водопровідній мережі не вважають виключення з роботи окремих ділянок трубопроводів, споруд або обладнання для:

- запобігання аварії, якщо при цьому не було припинено подачу води абонентам;
- проведення планово-попереджувального ремонту, дезінфекції або приєднання до діючої мережі нових трубопроводів чи домових ввідів з попереднім інформуванням абонентів про час і тривалість відключення.

Причини появи аварійного стану водопровідних мереж зводяться до такого:

- вібрація стиків (особливо в слабких ґрунтах);
- підвищення напорів у мережах;
- електрохімічна і ґрунтова корозія;
- виникнення гідравлічних ударів;
- блукаючі струми;
- неякісне виконання монтажних робіт;
- сторонній вплив на трубопровід.

Часто розриви і пошкодження на експлуатованих мережах виникають у місцях їх поворотів.

Аварійний ремонт проводять під час виявлення пошкоджень, в результаті яких порушується режим роботи водопровідної мережі і системи водопостачання в цілому (рис. 2.53).

Пошкоджені трубопроводи підлягають негайному відключенню у разі:

- пошкоджень, які мають катастрофічний характер, коли вода, що виливається з пошкодженого трубопроводу, розмиває дорожнє покриття, трамвайні колії, затоплює вулицю, підвали будинків тощо;
- пошкоджень, що не мають катастрофічного характеру, але призводять до необхідності відключення трубопроводу з метою припинення марних втрат води.



Рис. 2.53. Аварія на водопроводі і її ліквідація

В усіх інших випадках пошкоджень на мережі відключення трубопроводів виконують на початку робіт, якщо це необхідно для їх проведення.

Під час виникнення аварійних ситуацій відключення трубопроводів проводять без попереднього інформування абонентів. В інших випадках абонентів потрібно сповістити напередодні відключення.

Про відключення на водопровідній мережі, пов'язані з поточним або капітальним ремонтом, керівництво виробника зобов'язане сповістити органи пожежної охорони не пізніше ніж за добу до початку робіт.

Про аварійні відключення на водопровідній мережі адміністрація виробника зобов'язана сповістити органи пожежної охорони і Державного санітарного нагляду негайно.

Під час проведення ремонтних робіт окремі ділянки мереж і водоводів потрібно звільнити від води.

Відключення трубопроводів починають із засувки великих діаметрів.

Для того, щоб створити робочий тиск, відновлену і спорожнену ділянку трубопроводу заповнюють водою з одноразовим видаленням повітря. Заповнення водою слід виконувати повільно, з нижчого кінця ділянки трубопроводу.

Випуск повітря здійснюють у підвищених місцях трубопроводу через вантузи або гідранти зі встановленими стендерами.

Під час заповнення трубопроводів водою для випуску повітря на кожній ділянці довжиною 500 м за діаметра трубопроводу до 300 мм встановлюють один стендер у кінці або в підвищених місцях трубопроводу.

Для трубопроводів діаметром понад 300 мм порядок заповнення водою і випуску повітря розробляють у кожному конкретному випадку з урахуванням місцевих умов.

Виконання робіт з аварійно-відновлювального ремонту мережі належать до обов'язків ремонтних бригад або експлуатаційного персоналу (залежно від структури організації).

Розслідування і облік аварій та браку проводять відповідно до «Інструкції обліку та класифікації аварій на міських водопровідних та каналізаційних системах», затвердженої Держжитлокомунгоспом України, наказом від 16.12.92, № 71.

Аварійну бригаду має бути оснащено землерийними і водовідливними механізмами, підймальними засобами, спеціальною аварійною машиною, обладнаною потрібним набором інструментів і обладнання, необхідного для виконання робіт з дотриманням правил охорони праці (обов'язкова наявність вентилятора, лампи ЛБВК, протигазів, запобіжних поясів, мотузки, випробуваної на розрив за навантаження 200 кг, гачків і лома для відкривання люків, аптечки) (рис. 2.54).



Рис. 2.54. Аварійна бригада на ліквідації прориву магістрального трубопроводу

Чергування аварійних бригад цілодобове, включаючи вихідні і святкові дні.

На ліквідацію аварій бригаду має направляти старший диспетчер ЦДП управління, попередивши про наступну ліквідацію аварії керівника відповідальної за аварійну ділянку РЕД.

Робота, закінчена бригадою, має перевірятись і прийматись майстром або керівником РЕД, який повинен доповідати старшому диспетчеру про характер пошкодження і час його ліквідації.

Після закінчення ремонтних робіт проводять дезінфекцію відновленої ділянки трубопроводу.

2.4.5. Управління і розробка економічних режимів експлуатації систем подачі і розподілу води

Для систем водопостачання населених пунктів гідравлічні розрахунки ведуть:

- у водопроводах з баштою на початку мережі на максимальний господарський водорозбір і гасіння пожеж під час нього;
- водопроводах з контррезервуарами на максимальний господарський водорозбір, максимальний транзит води в контррезервуар, гасіння пожеж під час максимального господарського водорозбору, а також живлення водопровідної мережі тільки від водонапірної башти в години, коли насосна станція не працює;
- безбаштових водопроводах на максимальний і мінімальний господарські водорозбори та гасіння пожеж під час максимального господарського водорозбору.

Перший розрахунковий режим має місце для доби і в годину максимального господарського водорозбору. Цей режим роботи є основним, для якого визначають діаметри труб ділянок мережі, висоту водонапірної башти і напір насосів.

За *другого розрахункового режиму* перевіряють можливість пропускання розрахункових витрат води на зовнішнє гасіння пожеж, а також визначають розрахунковий напір протипожежних насосів.

Третій розрахунковий режим має місце для доби максимального водоспоживання в годину мінімального водорозбору. При цьому буде найбільша різниця між подаванням води насосами і водоспоживанням із мережі, коли вона транзитом проходить через мережу і надходить до башти, заповнюючи її бак. Для цього випадку визначають вільні напори у вузлових точках мережі, а також перевіряють діаметри труб на тих ділянках мережі, котрі прокладено до башти. Діаметри труб на цих ділянках беруть за більшими витратами води для першого чи третього режиму роботи мережі. Крім того, за результатами розрахунку мережі для першого і третього режимів визначають розрахунковий напір господарських насосів.

За *четвертого розрахункового режиму* перевіряють достатність висоти водонапірної башти для забезпечення безперебійного водопостачання під час зупинки насосної станції.

Крім названих режимів роботи системи, у ДБН В.2.5-74:2013 рекомендують проводити розрахунки мережі на такі додаткові режими: середній господарський водорозбір із мережі за добу максимального і середнього водоспоживання, мінімальний господарський водорозбір із мережі за добу максимального і мінімального водоспоживання; подавання води під час аварійних відключень ділянок мережі. За таких розрахункових режимів роботи системи перевіряють можливість і доцільність роботи підібраних насосів разом із водопровідною мережею і резервуарами та знаходять найліпший режим роботи насосів, а для аварійного режиму – можливість забезпечення подавання води споживачам під необхідним напором у випадку виникнення аварії на одній із ділянок водопровідної мережі.

Для організації та підтримання раціональних техніко-економічних режимів роботи окремих споруд водопровідної мережі і взаємодії цих споруд між собою, а також із зв'язаними з ними спорудами – насосними станціями, баштами і резервуарами необхідно один раз на три роки проводити аналіз роботи водопровідної мережі. При цьому виконують обстеження технічного стану споруд і трубопроводів, визначають режим їх роботи, фактичний рівень водоспоживання, а також гідравлічні розрахунки системи з проведенням різних заходів для поліпшення роботи мережі, резервуарів і насосних станцій, розробляють типові графіки режимів роботи усіх споруд.

Для виконання цих робіт виробники можуть укладати договори із спеціалізованими організаціями і підприємствами.

Під час обстеження і проведення гідравлічних розрахунків діючих водопровідних мереж необхідно передбачати заходи з підвищення пропускної здатності мережі, зменшення витрат електроенергії, скорочення втрат і нераціонального використання води.

При цьому, в першу чергу, перевіряють варіанти:

- поліпшення схеми зонування водопровідної мережі;
- раціонального використання діючих і будівництва нових регулювальних резервуарів на мережі, у тому числі на промислових підприємствах, які беруть значну кількість води з міського водопроводу;

– заміни насосних агрегатів або впровадження способів регулювання їх продуктивності, а також включення і відключення на основі аналізу фактичних режимів водоспоживання;

– прокладання додаткових трубопроводів або відновлення пропускної здатності трубопроводів;

– забезпечення необхідного тиску на вводах абонентів.

Для проведення робіт з обстеження і розрахунків діючої мережі в складі виробничого підприємства слід утворити спеціальну групу (бригаду) з розробки заходів щодо інтенсифікації роботи водопровідної мережі.

У разі наявності АСУ водопровідним господарством міста потрібно проводити постійно роботу з оптимізації режимів експлуатації системи подачі і розподілу води.

Контрольні запитання

1. Які завдання технічної експлуатації систем подачі і розподілу води?
2. Як проводять випробування напірних трубопроводів?
3. Яку документацію під час остаточного приймання зовнішніх трубопроводів в експлуатацію необхідно представити комісії?
4. Як проводять ПП і ППР систем подачі і розподілу води?
5. Що таке поточний і капітальний ремонт на водопровідній мережі?
6. Як ліквідовують аварій на водопровідній мережі?

Список літератури

1. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-74:2013. – Чинні від 01.01.2014. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 172 с.

2. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-75:2013. – Чинні від 01.01.2014. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 207 с.

3. Інженерний захист територій, будинків і споруд від підтоплення та затоплення: ДБН В.1.1-25-2009. – Чинні від 01.01.2011. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 30 с.

4. Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації: ДСТУ-Н. Б.В.2.5-68:2012. – Чинний від 1.01.2014. – К.: Мінрегіон України. – 69 с.
5. Хоружий П.Д. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации: справочник / П.Д. Хоружий, А.А. Ткачук, П.И. Батрак. – К.: Будивельник, 1993. – 232 с.
6. Хоружий П.Д. Водопровідні системи і споруди: навч. посіб. / П.Д. Хоружий, О.А. Ткачук. – К.: Вища шк., 1993. – 230 с.
7. Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопідготовки в системах сільськогосподарського водопостачання: дис. д-ра техн. наук: 06.01.02 / Хоружий Віктор Петрович; ІГіМ УААН. – К.: 2005. – 331 с.
8. Хоружий П.Д. Ресурсозберігаючі технології водопостачання: навч. посіб. / П.Д. Хоружий, Т.П. Хомутецька, В.П. Хоружий. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
9. Хоружий В.П. Водоснабжение и водоотведение населенных пунктов: учебное пособие / В.П. Хоружий, М.В. Драпалюк. – Одесса: ОГАСА, 2016. – 298 с.
10. Хоружий П.Д. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації / П.Д. Хоружий та ін. – К.: Урожай, 1992. – 296 с.
11. Хоружий В.П. Хімія води та мікробіологія: навч. посіб. / В.П. Хоружий, О.М. Валкіна, С.А. Вернезі. – Сімферополь: ВД «Аріал», 2011. – 246 с.
12. Хомутецька Т.П. Енергоощадне водопостачання: навч. посіб. / Т.П. Хомутецька. – К.: КНУБА, 2012. – 243 с.
13. Эксплуатация систем водоснабжения: учебное пособие / В.П. Рудник и др. – К.: Будивельник, 1983. – 184 с.
14. Рудник В.П. Эксплуатация систем канализации: учебное пособие / В.П. Рудник, П.И. Петимко, В.Д. Семенюк. – К.: Будивельник, 1984. – 128 с.
15. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: справочник под ред. В.Л. Дмитриева, Б.Г. Мишукова. – 3-е изд. – Л.: Стройиздат, 1988. – 383 с.
16. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации: учебное пособие / М.И. Алексеев и др. – М.: Высшая школа, 1993. – 270 с.
17. Жмаков Г.Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебное пособие / Г.Н. Жмаков. – М.: ИНФРА, 2005. – 237 с.
18. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учебное пособие / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – Изд. второе, перераб. и доп. – М.: АВС, 2003. – 288 с.

19. Тугай А.М. Водопостачання. Джерела та водозабірні споруди / А.М. Тугай, Я.А. Тугай. – К.: вид-во Європейського університету, 2015. – 232 с.
20. Тугай А.М. Водоснабження. Курсове проектування: учебное пособие для вузов / А.М. Тугай, В.Е. Терновцев. – К.: Выща школа. Головн. изд-во, 1980. – 208 с.
21. Тугай А.М. Водопостачання: підручник / А.М. Тугай, В.О. Орлов. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
22. Ткачук О.А. Водопровідні мережі: навч. посіб. / О.А. Ткачук, В.О. Шадура. – Рівне: НУВГП, 2004. – 117 с.
23. Душкин С.С. Улучшение технологии очистки природных и сточных вод: учебное пособие. – К.: Выща школа, 1998. – 148 с.
24. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник / А.К. Запольський. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.
25. Экология города: учебник / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ф.В. Стольберга. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
26. Таварткиладзе И.М. Очистные сооружения водоотведения: справочник / И.М. Таварткиладзе, Т.П. Тарасюк, М.И. Доценко. – К.: Будивельник, 1988. – 256 с.
27. Таварткиладзе И.М. Очистка сточных вод на биофильтрах: учебное пособие / И.М. Таварткиладзе, В.В. Клепикова. – К.: Будивельник, 1983. – 72 с.
28. Таварткиладзе И.М. Водоотведение малых объектов: учебное пособие / И.М. Таварткиладзе. – К.: УМК ВО, 1992. – 311 с.
29. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: навч. посіб. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
30. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / С.В. Яковлев и др. – М.: Стройиздат, 1996. – 591 с.
31. Василенко А.И. Проектирование канализации населенных мест / А.И. Василенко, А.А. Василенко. – К.: Будивельник, 1985. – 272 с.
32. Водовідведення та очистка стічних вод міста: навч. посіб. / О.А. Василенко та ін. – Харків: «То Ексклюзив», 2012. – 538 с.
33. Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: учебное пособие / А.Г. Гудков. – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127 с.
34. Гудков А.Г. Механическая очистка сточных вод: учебное пособие / А.Г. Гудков. – Вологда: ВоГТУ, 2003. – 152 с.
35. Проектування систем водовідведення, очищення та утилізації стічних вод в малих населених пунктах та сільській місцевості: навч. посіб. / М.М. Гіроль та ін. – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2013. – 66 с.

36. Реконструкция и интенсификация сооружений водоснабжения и водоотведения: учебное пособие / А.А. Василенко и др. – Одесса: ОГАСА, 2007. – 304 с.
37. Душкин С.С. Водоснабжение и канализация: учебное пособие / С.С. Душкин, Е.Б. Сорокина, Г.И. Благоданая. – Харьков: НУХГАГХ, 2001. – 95 с.
38. Журба М.Г. Очистка воды на зернистых фильтрах: учебное пособие / М.Г. Журба. – Львов: Вища школа. Изд-во при Львовском ун-те, 1980. – 200 с.
39. Журба М.Г. Пенополистирольные фильтры: учебное пособие / М.Г. Журба. – М.: Стройиздат, 1992. – 176 с.
40. Орлов В.О. Водоочисні фільтри із зернистою засипкою: навч. посіб. / В.О. Орлов. – Рівне: НУВГП, 2005. – 163 с.
41. Гіроль М.М. Охорона праці у водопровідно-каналізаційному господарстві: навч. посіб. / М.М. Гіроль, М.В. Бернацький, В.Є. Хомко. – Рівне: НУВГП, 2010. – 351 с.
42. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2004. – 704 с.
43. Карелин В.Я. Насосы и насосные станции: учеб. для вузов / В.Я. Карелин, А.В. Минаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.
44. Сафронов М.А. Эксплуатация систем и сооружений водоснабжения и водоотведения: курс лекций / М.А. Сафронов. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 128 с.
45. Василюк А.В. Аналіз сучасного стану питного водопостачання в Україні і шляхи його покращення // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – Вип. 13. – К.: 2009. – С. 42–48.
46. Василюк А.В. Техніко-економічне обґрунтування доцільності застосування децентралізованого господарсько-питного водопостачання // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – Вип. 15. – К.: 2010. – С. 66–73.
47. Эксплуатация очистных сооружений водопроводно-канализационных систем: учебное пособие / С.С. Душкин и др. – Харьков: ХНАГХ, 2010. – 183 с.
48. Хоружий В.П. Вибір технології підготовки і розподілу води на групових сільгоспводопроводах // Вісник національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць, 2004. – Вип. 3 (27), Рівне. – С. 291–299.
49. Недашковский И.П. Анаэробно-аэробная очистка сточных вод на фильтрах с волокнисто-пенопластовой загрузкой: дис. канд. техн. наук: 05-23-04/ Недашковский Игорь Петрович; ОГАСА. – Одесса, 2012. – 123 с.

Навчальне видання

ХОРУЖИЙ Віктор Петрович,
КРАВЧЕНКО Валерій Анатолійович,
ХОМУТЕЦЬКА Тетяна Петрівна та ін.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

У двох частинах

Частина 1

Редагування та коректура *В.С. Ясінської*

Комп'ютерне верстання *Т.І. Кукарєвої*

Підписано до друку 21.03.2019. Формат 60 84 ^{1/168}
Ум. друк. арк. 13,48. Обл.-вид. арк. 14,5.
Тираж 50 прим. Вид. № 21/І-18. Зам. № 9/1-19.

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
Видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.