

# ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

*Навчальний посібник*

У двох частинах

Частина 2



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 2

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. Хомуцька**, 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 і архітектури;

**О.А. Ткачук**, д-р техн. наук, професор, завідуючий кафедрою міського будівництва та господарства Національного університету водного господарства та прородокористування

*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. 2 / В.П. Хоружий та ін. – Київ: КНУБА, 2019. – 232 с.

ISBN 978-966-627-208-2

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. Хомуцька та ін., 2019

ISBN 978-966-627-208-2

© КНУБА, 2019

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	5
<b>Розділ 3. Системи водовідведення</b> .....	6
3.1. <b>Мережі і споруди систем водовідведення</b> .....	6
3.1.1. <i>Організація експлуатації систем водовідведення</i> .....	6
3.1.2. <i>Випробування та приймання в експлуатацію водовідвідних мереж</i> .....	9
3.1.3. <i>Технічне обслуговування каналізаційної мережі</i> .....	13
3.1.4. <i>Поточний і капітальний ремонт. Ліквідація аварій</i> .....	17
3.1.5. <i>Особливості експлуатації дощової водовідвідної мережі</i> .....	23
3.1.6. <i>Нагляд за експлуатацією мереж і споруд абонентів. Приймання стічних вод підприємств</i> .....	27
3.2. <b>Очисні споруди системи водовідведення</b> .....	32
3.2.1. <i>Загальні відомості. Основні завдання служби експлуатації. Приймання споруд в експлуатацію</i> .....	32
3.2.2. <i>Споруди механічної очистки стічних вод</i> .....	40
3.2.3. <i>Споруди біологічної очистки стічних вод</i> .....	58
3.2.4. <i>Споруди доочищення стічних вод</i> .....	82
3.2.5. <i>Споруди повторного використання промивних вод</i> .....	85
3.2.6. <i>Локальні очисні споруди та компактні установки</i> .....	87
3.3. <b>Споруди для обробки осадів стічних вод</b> .....	91
3.3.1. <i>Ущільнення і згущення осадів</i> .....	96
3.3.2. <i>Стабілізація осадів стічних вод</i> .....	98
3.3.3. <i>Кондиціонування осадів</i> .....	105
3.3.4. <i>Зневоднення осадів</i> .....	108
3.3.5. <i>Утилізація осадів побутових стічних вод</i> .....	116
<b>Розділ 4. Споруди й установки для знезараження питної води, стічних вод та дезінфекції осаду</b> .....	121
4.1. <b>Загальні питання</b> .....	121
4.2. <b>Споруди та установки для хлорування води зрідженим хлором</b> .....	124
4.3. <b>Установки для знезараження води хлорреагентами</b> .....	130
4.4. <b>Електролізні установки</b> .....	137
4.5. <b>Бактерицидні установки</b> .....	138
4.6. <b>Озонаторні установки</b> .....	142
4.7. <b>Знезараження осаду</b> .....	146
<b>Розділ 5. Насосні станції</b> .....	151
5.1. <b>Організація експлуатації насосних станцій</b> .....	151
5.2. <b>Порядок приймання в експлуатацію насосних станцій та їх вузлів</b> .....	156
5.3. <b>Експлуатація насосних агрегатів та допоміжного обладнання</b> .....	159
5.4. <b>Управління режимами роботи насосних станцій</b> .....	165
5.5. <b>Ремонтне обслуговування насосних станцій</b> .....	167
5.6. <b>Експлуатація резервуарів та водонапірних башт</b> .....	172

<b>Розділ 6. Засоби автоматизації та диспетчеризації.</b>	
<b>Диспетчерське управління.....</b>	<b>177</b>
6.1. Оснащення диспетчерських пунктів.....	177
6.2. Диспетчерське управління.....	182
6.3. Автоматизовані системи управління і геоінформаційні системи .....	186
<b>Розділ 7. Охорона праці під час експлуатації систем водопостачання та водовідведення. Безпека життєдіяльності у процесі експлуатації очисних споруд систем водопостачання та водовідведення.....</b>	<b>190</b>
7.1. Охорона праці під час експлуатації систем водопостачання та водовідведення.....	190
7.2. Безпека життєдіяльності у процесі експлуатації споруд систем водопостачання та водовідведення.....	195
7.2.1. <i>Вимоги безпеки під час ремонту й експлуатації мереж водопостачання та каналізації.....</i>	<i>195</i>
7.2.2. <i>Вимоги безпеки під час ремонту й експлуатації водопровідних і каналізаційних колодязів, камер і резервуарів.....</i>	<i>200</i>
7.2.3. <i>Вимоги безпеки під час експлуатації водозабірних споруд.....</i>	<i>202</i>
7.2.4. <i>Вимоги безпеки під час експлуатації насосних станцій.....</i>	<i>206</i>
7.2.5. <i>Вимоги безпеки у процесі експлуатації очисних споруд водопостачання.....</i>	<i>209</i>
7.2.6. <i>Вимоги безпеки під час експлуатації споруд з очищення стічних вод.....</i>	<i>210</i>
7.2.7. <i>Вимоги безпеки під час експлуатації споруд з обробки осаду стічних вод.....</i>	<i>212</i>
7.2.8. <i>Вимоги безпеки під час експлуатації систем знезараження води.....</i>	<i>215</i>
7.3. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів та запобігання їх впливу на експлуатаційний персонал споруд ВКГ.....	220
7.4. Загальні вимоги охорони праці під час робіт підвищеної небезпеки.....	226
<b>Список літератури.....</b>	<b>229</b>

## 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 і 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 3. СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

### **3.1. Мережі і споруди систем водовідведення**

Основними завданнями служб експлуатації систем водовідведення є:

- а) забезпечення безперебійної, надійної і ефективної роботи всіх елементів систем водовідведення – каналізаційних мереж і споруд на них, очисних споруд, насосних станцій;
- б) забезпечення проектних параметрів очищення стічних вод;
- в) здійснення лабораторно-виробничого контролю за роботою всіх елементів системи;
- г) технічний нагляд за будівництвом, капітальним ремонтом та реконструкцією об'єктів водовідведення та введення їх в експлуатацію;
- д) здійснення пробної або тимчасової експлуатації споруд;
- е) контроль за скиданням у міську каналізацію стічних вод промисловими абонентами.

#### ***3.1.1. Організація експлуатації систем водовідведення***

Експлуатація водовідвідної мережі на території населених місць здійснюється організаціями, що підпорядковуються муніципальним службам. Залежно від розмірів і умов роботи служба експлуатації водовідвідної мережі може входити до складу організацій водо-каналізаційного господарства (ВКГ) або бути самостійним юридичним підприємством.

Дворові або внутрішньоквартальні мережі можуть перебувати у віданні організацій, що займаються експлуатацією житлового фонду, або бути передані у відання ВКГ, що має кваліфікований персонал і спеціалізовану техніку для технічної експлуатації.

Водовідвідні мережі, що знаходяться на території промислового підприємства, експлуатуються силами цього підприємства.

Організація, що експлуатує водовідвідні мережі, повинна мати відповідну ліцензію, яка підтверджує право ведення експлуатаційних, аварійних або ремонтних робіт на каналізаційній мережі.

Відповідно до «Правил технічної експлуатації систем водопостачання і водовідведення населених місць України» районування каналізаційної мережі роблять з таким розрахунком, щоб довжина мережі не перевищувала 250–300 км з відстанню до найбільш віддаленої точки не більше ніж 10 км.

Структуру і штат служби експлуатації мережі водовідведення визначають залежно від величини території, протяжності і розмірів колекторів каналізаційної мережі, часу її будівництва і перспектив розвитку, термінів будівництва нових колекторів та інших місцевих умов.

Основними завданнями технічної експлуатації водовідвідної мережі є:

- нагляд за станом і збереженням трубопроводів мережі і споруд на ній; утримання мережі в хорошому технічному стані, своєчасне усунення засмічень і підтоплень. Розробка і здійснення заходів щодо попередження аварійних ситуацій (просадка, пошкодження труб, колодязів, камер, запірно-регулювальної арматури тощо);

- ведення технічної документації та звітності. Забезпечення підрозділів документацією: загальною нормативною, спеціальною технічною і технологічною, інструкціями з експлуатації приладів, механізмів і споруд. Забезпечення зберігання технічної документації;

- нанесення на планшети прийнятих в експлуатацію водовідвідних мереж і споруд на них, проведення паспортизації та інвентаризації споруд. Оновлення та коригування виконавчої документації;

- вивчення роботи мережі, складання перспективних планів і організація реконструкції, планово-попереджувальних ремонтів і розвитку мережі;

- складання експлуатаційних та посадових інструкцій, оперативних схем управління і диспетчеризації;

- контроль і нагляд за експлуатацією приєднаних до системи водовідведення мереж і споруд, що знаходяться у віданні абонентів;

– контроль складу і кількості стічних вод абонентів, які надходять у систему водовідведення;

– видача технічних умов на приєднання, нагляд за будівництвом і приймання в експлуатацію нових ділянок мережі, споруд на ній і абонентських приєднань;

– первинний облік води, яку скидають у поверхневі водні об'єкти, за формами і в терміни, узгоджені з місцевими органами управління використанням і охороною водного фонду;

– оцінка і контроль показників надійності мереж, окремих споруд та обладнання ВКГ.

Крім основної документації служба експлуатації повинна мати:

– плани мережі з зазначенням аварійних випусків, їх перемикань;

– виконавчі креслення мережі (план, поздовжні профілі, окремі споруди) із зазначенням на планах оглядових колодязів і прив'язкою до будівель або опорних пунктів, довжини інтервалів між колодязями і діаметри трубопроводів, а на профілях мають бути позначки закладення, ухили, ґрунтові умови, матеріали труб;

– акти і документи на приймання і дозвіл на введення мережі в експлуатацію;

– інвентаризаційні відомості із зазначенням технічної характеристики кожного району або ділянки мережі, дати побудови і введення в експлуатацію технічного паспорта на район мережі;

– журнал експлуатації, де зазначають відомості про роботи, проведені на ділянках, датовані і завірені керівником або відповідальною особою;

– графік проведення планових робіт по ділянках;

– журнали з викопіювання аварійних випусків, місця перемикань на каналізаційній мережі і їх розташування;

– заходи з локалізації та ліквідації аварійних ситуацій на кожному об'єкті каналізаційної мережі;

– систему оповіщення, взаємодії.

Служба експлуатації водовідвідних мереж має щорічно складати технічні звіти про результати роботи каналізаційної мережі. У цих звітах має бути охоплено усі види робіт, достовірно відображено стан господарства каналізаційних мереж та вони мають бути основою для розробки перспективних планів розвитку мережі.

### ***3.1.2. Випробування та приймання в експлуатацію водовідвідних мереж***

Водовідвідні мережі будують на основі погодженої та затвердженої проектно-кошторисної документації. Погоджений примірник проекту повертають замовнику, а другий примірник залишається у виробника і використовується ним у процесі технічного нагляду за будівництвом та прийманням об'єкта в експлуатацію.

Технічний нагляд за будівництвом здійснюється замовником і проектною організацією.

Технічний нагляд за будівництвом здійснюють незалежно від вартості об'єкта. Для проведення нагляду в кошторисі на будівництво передбачають відповідні витрати.

До функцій технічного нагляду за будівництвом належать:

- спостереження за здійсненням будівництва відповідно до проекту, недопущення будь-яких відступів від проекту без узгодження з організаціями, що розробили та затвердили його;

- спостереження за правильним веденням робіт: розбивкою траншеї, установкою візирок, підготовкою основи під труби, правильним укладанням труб, ретельним закладенням стиків, підготовкою основи під оглядові колодязі, кладкою колодязя, засипанням траншеї;

- періодична перевірка нівелювання відміток;

- спостереження за якістю застосовуваних матеріалів і відповідності їх проектній документації, за правильним відбором матеріалів труб і бетону для випробування та своєчасним направленням їх на лабораторні дослідження;

- складання актів на приховані роботи відповідно до фактичних даних;

- ведення журналу робіт.

Усі побудовані самопливні трубопроводи перед засипанням і здачею в експлуатацію перевіряють на герметичність під час гідравлічного випробування (рис. 3.1).

У побудованій водовідвідній мережі не повинно бути ні інфільтрації, ні ексфільтрації. Безнапірний трубопровід слід перевіряти на герметичність двічі: до засипання і після (остаточне приймальне випробування).

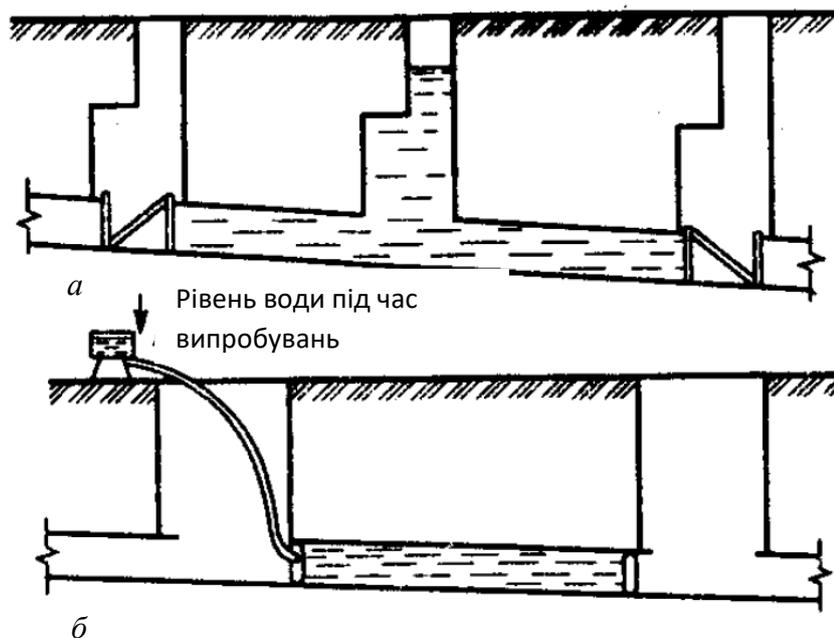


Рис. 3.1. Схема гідравлічних випробувань каналізаційних трубопроводів на витік води:

*a* – після влаштування колодязів; *б* – до влаштування колодязів

Гідростатичний тиск у випробуваному трубопроводі з безнапірних бетонних, залізобетонних і керамічних трубопроводів, як правило, має бути рівним 0,04 МПа.

Герметичність закладення стиків самопливних трубопроводів перевіряють під час:

– ексфільтрації – визначенням об'єму води, що додають у трубопровід, який прокладено в сухих, а також у мокрих ґрунтах, коли рівень ґрунтових вод у верхньому колодязі розташовано нижче ніж на половину глибини закладення труб, рахуючи від люка до шелиги. Випробування контролюють за замірами у верхньому колодязі об'єму води, яку додають у колодязь протягом 30 хв; при цьому зниження рівня води в колодязі допускають не більше ніж на 20 см;

– інфільтрації – визначенням об'єму ґрунтової води, замірами в нижньому колодязі, що протікає в трубопровід, прокладений в мокрих ґрунтах, коли рівень ґрунтових вод у верхньому колодязі розташовано менше ніж на половину глибини закладення труб, рахуючи від люка до шелиги.

Після будівництва колодязів випробовують одночасно два або кілька суміжних інтервалів мережі з трьома або більшою кількістю колодязів. У крайніх колодязях встановлюють заглушки, а через середній колодязь наповнюють систему водою до певного рівня в ньому. Випробування проводять до засипання траншеї ґрунтом. Після заповнення трубопроводу водою проводять зовнішній огляд трубопроводів і стиків на наявність витоків води.

Гідравлічні випробування трубопроводів починають не раніше ніж через 24 год для керамічних труб і 72 год – для бетонних і залізобетонних труб. За зниження рівня води в колодязі більше ніж на 20 см – її доливають.

За великих витоків установлюють місця пошкоджень трубопроводу шляхом безпосереднього огляду прокладеної лінії. Стик, що почав текти, розчищають, просушують і закладають знову. Після усунення дефектів випробування повторюють. Результати гідравлічних випробувань оформляють актом.

Перед здачею трубопроводу комісії представники технічного нагляду, будівельної організації і замовника проводять його огляд.

Представник замовника, який здійснює технічний нагляд, має право і зобов'язаний:

- припинити роботи і вимагати переробки у разі виявлення дефектів, низької якості робіт, відхилень від проекту та технічних умов;
- вносити зміни до проекту за узгодженням з проектною організацією, замовником та інспекцією, яка затвердила проект;
- брати участь у приймальних комісіях;
- брати участь у прийманні закритих робіт.

Прийманню в експлуатацію підлягають колектори і водовідвідні мережі, які можна приєднати до діючої системи і нормально експлуатувати. Для приймання в експлуатацію споруджених ділянок згідно з ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування» та СНиП 3.05.04-85 призначають Державну або робочу приймальну комісію.

Новозбудовані і реконструйовані водовідвідні мережі та колектори після закінчення будівництва приймає в експлуатацію

спочатку робоча комісія. Роботи за актом здає будівельна організація. Під час здавання робіт вона надає комісії такі документи:

- затверджений проект об'єкта будівництва з пояснювальною запискою, перелік і технічну документацію на узгоджені з замовником відступи від проекту;

- виконавчі креслення на побудовані споруди;

- акти на розбивку споруд у натурі;

- акти на приховані і спеціальні роботи (основи під труби, колодязі і камери, закладення стиків, гідроізоляція, зварювальні та інші роботи);

- акти на гідравлічні випробування;

- паспорти на труби, будматеріали і деталі.

Комісія перевіряє відповідність наданих матеріалів натурі шляхом огляду, обмірів, контрольного шурфування, опитування осіб, які здійснюють будівництво та технічний нагляд.

Робоча приймальна комісія оглядає закладення стиків і перевіряє внутрішній стан труб. Під час огляду колодязів звертають увагу на правильність набивання лотків, надійність кріплення скоб. Люки має бути надійно встановлено на кілька рядів цегли (2–3 ряди) або бетонних кільцевих елементів. Зовнішню кришку люка має бути змонтовано на одному рівні з асфальтованою поверхнею проїзної частини або піднято над бруковим замоцуванням на 20–30 мм, а за відсутності замоцнення – над поверхнею землі на 50 мм.

За діаметра колектора більше ніж 1,5 м стан його внутрішньої поверхні перевіряють за допомогою огляду. У цьому випадку особливу увагу звертають на правильність форми колектора, ретельність затирання швів зсередини, гладкість внутрішньої поверхні, відсутність свищів тощо.

Під час приймання водовідвідних мереж особливу увагу необхідно звернути:

- на якість основи під труби і закладення стиків між ними;

- перевірку відміток лотків у колодязях (нівелюванням);

- прямолінійності ділянок (за допомогою дзеркала). У трубопроводі круглого перерізу відображення в дзеркалі має бути правильної форми. Відхилення від форми круга по горизонталі

допускають не більше ніж на 1/4 діаметра, тобто не більше ніж на 50 мм у кожную сторону, по вертикалі відхилення не допускають;

– гідравлічне випробування трубопроводів.

За відсутності серйозних зауважень до якості побудованої мережі, трубопроводи засипають, члени робочої приймальної комісії підписують попередній акт і після цього здійснюють повторні гідравлічні випробування у присутності членів офіційної приймальної комісії. За позитивних результатів підписують приймальний акт гідравлічних випробувань, і з цього моменту водовідвідну мережу вважають прийнятою в експлуатацію.

Інформацію про нові трубопроводи потрібно внести на планшети, що зберігаються в технічному відділі, а також на оперативні схеми, які знаходяться у диспетчерському пункті, із зазначенням колодязів (камер) і призначенням відповідних реєстраційних номерів. На нові трубопроводи має бути заведено паспорти.

### ***3.1.3. Технічне обслуговування каналізаційної мережі***

Для забезпечення нормальної експлуатації водовідвідної мережі на ній ведуть постійні спостереження, які полягають у такому:

- зовнішній огляд мережі;
- технічний огляд водовідвідної мережі;
- технічний огляд основних магістралей, зливоспусків, дюкерів і аварійних випусків;
- огляд внутрішніх порожнин водовідвідних труб;
- огляд глибоко закладених тунельних колекторів.

*Зовнішній огляд* мереж виконують не рідше одного разу на місяць шляхом обходу трас ліній мережі й огляду зовнішнього стану пристроїв і споруд (рис. 3.2). Під час зовнішнього огляду не можна опускати людей в колодязі.

Зовнішній обхід мережі виконує експлуатаційна бригада, яка проводить огляд за суворо визначеними маршрутами. Кожній бригаді (два робітники) щодня видають наряд обходу. До роботи допускають працівників, які пройшли перевірку знань правил експлуатації мереж та техніки безпеки.



Рис. 3.2. Дефекти водовідвідних мереж, виявлені під час зовнішнього огляду

Під час обходів і оглядів перевіряють:

- стан координатних табличок;
- зовнішній стан колодязів, наявність кришок, цілісність люків, горловин, скоб і драбин шляхом відчинення кришок колодязів з їх очищенням;
- ступінь наповнення труб, наявність підпору (затоплень), засмічень та інших порушень, які видно з поверхні землі;
- наявність газів у колодязях (за показаннями приладів або за запахом);
- наявність просідання ґрунту на трасі ліній або поблизу колодязів;
- наявність завалів на трасі мережі і на колодязях, розриття по трасі, а також недозволених робіт з улаштування приєднань до мережі;
- наявність скиду поверхневих або інших вод до каналізаційної мережі.

Під час виявлення цих недоліків бригада має вжити заходів щодо їх усунення.

Під час огляду колодязів необхідно звернути увагу на: наявність у лотках вузлових колодязів перебивання струменів або викидання на полиці лотка води з бічних відгалужень; підтоплення бічних приєднань під час підйому води в колекторі; особливості руху стічної води по лотку; наявність піску, осадів і домішок, які можуть призвести до засмічення мережі тощо. У процесі виявлення підпору стічної води бригада має з'ясувати причини і повідомити диспетчера для вжиття заходів з його ліквідації.

Бригада повинна мати таке оснащення: лом, гачок, лопату, огорожувальний знак, акумуляторний ліхтар, складну рейку або

жердину, дзеркало, аптечку, схематичне креслення мережі, яку оглядають, комплект засобів з техніки безпеки, а також журнал, до якого заносять результати огляду.

*Технічний огляд* внутрішнього стану каналізаційної мережі, її пристроїв і споруд виконують з такою періодичністю:

- для оглядових колодязів і аварійних випусків – один раз на рік;
- для камер, естакад і переходів – один раз на квартал;
- для колекторів і каналів – один раз на два роки.

Каналізаційні колектори, якими відводять стоки витратами більше ніж 3000 л/с, потрібно оглядати кожні півроку, а 1000–3000 л/с – щорічно.

Під час технічного огляду колодязів обстежують стіни, горловини, лотки, вхідні та вихідні труби; перевіряють цілісність скоб, драбин, люків і кришок (рис. 3.3); очищують від бруду полиці і лотки, а також перевіряють винесення піску з труб до колодязя.



Рис. 3.3. Відсутність люка на кришці каналізаційного колодязя – головна причина нещасних випадків і травматизму

Водночас перевіряють пряmolінійність труб за допомогою дзеркала. У процесі технічного огляду аварійних випусків перевіряють наявність пломб.

У процесі технічного огляду повністю виявляють як дефекти фізичного стану, так і гідравлічні умови роботи водовідвідної мережі.

Під час технічного огляду камер і шахт також необхідно провести перевірку:

- гідравлічних умов роботи камер;
- встановленої в камері арматури (засувки, решітки тощо).

Технічний огляд самопливних колекторів і каналів діаметрами 1,5 м і більше здійснюють шляхом проходження по них за умови повного або часткового припинення подачі стічної води.

Під час огляду цих споруд потрібно звертати увагу:

- на дефекти і пошкодження їх конструкцій;
- зміну геометричної форми перерізу;
- наявність раковин, тріщин, наскрізних отворів, пустот за межами облицювання;
- корозію бетону, арматури;
- випадання окремих шматків бетону;
- просідання окремих ділянок.

Бригада для огляду шахт і колодязів на великих колекторах має складатись не менше ніж із чотирьох осіб (три робітники й один інженерно-технічний працівник).

Склад бригади та її ланок для внутрішнього огляду великих колекторів має затверджуватись головним інженером виробника. При цьому потрібно виходити з такого приблизного складу ланок:

- три працівники (у т.ч. один інженерно-технічний) рухаються по колектору;
- по два робітники (разом чотири) перебувають на поверхні поблизу шахт (колодязів) на кінцях ділянки, яку оглядають;
- два інженерно-технічні працівники (один із яких – керівник робіт) перебувають на кінцях ділянки колектора, який оглядають.

Працівники служби експлуатації, що оглядають шахти, колодязі, каналізаційні колектори та інші підземні споруди, повинні бути обізнані з правилами робіт під землею, мати спеціальне оснащення та інструмент.

Огляд шахт, колекторних тунелів та інших підземних споруд каналізації потрібно здійснювати відповідно до правил техніки безпеки, місцевих інструкцій, наказів та інших нормативних і керівних документів. Бригада, що виконує технічне обстеження мереж, повинна обов'язково пройти інструктаж з техніки безпеки.

Результати огляду шахт, каналізаційних колекторів і споруд на них оформлюють актами, відомостями дефектів із зазначенням заходів з усунення дефектів і строків виконання робіт.

Акти технічного огляду має затверджувати керівництво виробника з оформленням наказу про необхідні дії.

Технічний огляд напірних колекторів полягає у перевірці дії та регулюванні вантузів, засувки і випусків.

Бригада з технічного огляду мережі, окрім основного оснащення, повинна додатково мати при собі засоби індивідуального та

колективного захисту згідно з «Правилами техніки безпеки при експлуатації систем водопровідно-каналізаційного господарства».

Під час виконання зовнішнього і технічного оглядів на проїзній частині необхідно обов'язково встановлювати огорожувальні знаки для попередження наїзду транспорту на працюючих.

Під час підготовки до експлуатації мережі у паводковий період необхідно виконати:

- обстеження внутрішніх систем каналізації у будинках, що перебувають у зоні можливого затоплення, і вжити попереджувальні заходи проти затоплення через каналізаційну мережу;
- обстеження аварійних випусків, дюкерів і водопропускних труб;
- герметизацію кришок на каналізаційних колодязях, що знаходяться у зоні можливого затоплення;
- перевірку справності відкачувальних механізмів;
- розробку графіка цілодобового чергування на період паводка в найбільш небезпечних районах можливого затоплення.

За 4–5 діб перед паводком усі аварійні випуски має бути перевірено і закрито, про що потрібно сповістити місцеві органи Державного санітарного нагляду.

На час паводка призначають цілодобове чергування відповідальних осіб і аварійних бригад, оснащених засобами для відкачування води.

Під час весняного паводка слід посилити спостереження за каналізаційною мережею і не допускати скидів до неї талих вод, сміття, снігу і сколотого льоду.

Одним із основних завдань з раціональної експлуатації водовідвідної мережі є своєчасне і якісне проведення планово-попереджувального ремонту мережі та споруд на ній.

Планово-попереджувальний ремонт трубопроводів, споруд та обладнання на мережі – це комплекс технічних заходів, спрямованих на підтримку або відновлення експлуатаційних можливостей роботи систем водовідведення в цілому та їх окремих конструктивних елементів.

### ***3.1.4. Поточний і капітальний ремонт. Ліквідація аварій***

На підставі даних зовнішнього і технічного оглядів каналізаційної мережі складають дефектні відомості, розробляють проектно-кошторисну документацію та проводять поточний і капітальний ремонт.

З цією метою складають:

- перспективні плани капітальних і поточних ремонтів;
- зведені річні плани ремонтних робіт і профілактичного обслуговування;
- кошторис на капітальний ремонт;
- відомість дефектів на проведення поточного ремонту;
- річні і місячні плани-графіки капітального і поточного ремонтів.

До поточного ремонту мереж належать:

- профілактичні заходи: промивання і прочищення ліній, очищення колодязів (камер) від забруднень тощо;
- ремонтні роботи: заміна люків, верхніх і нижніх кришок, встановлення скоб, заміна драбин, ремонт горловин колодязів, піднімання і опускання люків, обслуговування і регулювання засувок, вантузів, шиберів (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Поточний ремонт

*Профілактичне прочищення мережі* проводять за планом з періодичністю, яку встановлюють з урахуванням місцевих умов. Для мережі діаметрами до 500 мм включно періодичність прочистки – не рідше одного разу на рік.

Профілактичне прочищення мережі виконують по басейнах: спочатку бічні лінії, а потім – магістральні, починаючи зверху.

Прочищення мережі здійснюють за діаметрів труб:

- до 200 мм – промиванням водою з водопровідної мережі або шляхом накопичення стічної води в колодязях та її раптового скиду;
- до 500 мм – за допомогою гумових куль, дисків та інших снарядів з діаметрами на 50–100 мм меншими за діаметр труби;

- 500–1600 мм – за допомогою різноманітних куль, дисків та інших снарядів з діаметрами на 100–250 мм меншими за діаметр труби;
- більше ніж 1500 мм – за допомогою різноманітних снарядів з діаметрами на 250–500 мм меншими за діаметр труби, в окремих випадках з доступом працівників у колектор і прочищенням вручну.

Прочищення каналізаційної мережі гідродинамічними каналочисними машинами, дисками, м'ячами, циліндрами, йоржами, іншим зняряддям і пристроями виконують згідно з інструкціями, які розроблено на основі «Правил з технічної експлуатації», а також інструкціями заводів-виготовлювачів з урахуванням місцевих умов.

*Прочищення дюкерів* проводять періодично, залежно від гідравлічних режимів їх роботи, промиванням водою або пропусканням крижаних, а також полімерних куль, що розчиняються у воді протягом 8 год.

Дюкери довжиною до 100 м можна прочищувати гумовим м'ячем, прив'язаним до троса.

Під час очищення труб дюкера або переходу, щоб уникнути закупорки, снаряд закріплюють з двох сторін на тросах з лебідками, встановленими на кінцях споруди. Для просування троса через трубопровід попередньо пропускають поплавок на міцному капроновому шнурі.

Поточний ремонт виконують сили служби експлуатації мережі. Чисельність і кваліфікаційний склад бригад затверджує головний інженер виробника за поданням служби експлуатації мережі.

До *капітального ремонту* мережі належать роботи:

- зі спорудження нових або повної чи часткової реконструкції колодязів (камер);
- перекладки окремих ділянок ліній з повною чи частковою заміною труб;
- заміни засувок, шиберів, вантузів або їх зношених частин;
- ремонту окремих споруд, пристроїв, устаткування.

Роботи з капітального ремонту, як правило, мають виконуватися згідно з проектно-кошторисною документацією спеціалізованими будівельними організаціями. Для виконання нескладних робіт можуть залучатися працівники служби експлуатації.

Склад і кваліфікацію робітників для проведення капітального ремонту має бути визначено в проекті виконання робіт.

*Аваріями* на каналізаційних мережах вважають раптові руйнування або закупорення труб і споруд на мережі, які призводять до припинення відведення стічних вод і підтоплення (з виливом стічних вод на поверхню) та до необхідності розкопування трубопроводу.

Аварії на мережах і місцеві підтоплення, до яких призвели засмічення труб, що перешкоджають нормальній експлуатації мережі, підлягають негайній ліквідації (рис. 3.5, 3.6).



Рис. 3.5. Ліквідація аварій



Рис. 3.6. Провал автомобільної дороги у м. Одеса в результаті руйнування каналізаційного колектора

Під час промивання мереж шляхом накопичення стічних вод, в оглядовому колодязі ставлять пробку. У розташованих вище ділянках водовідвідної мережі і колодязях накопичується стічна вода, створюється підпір. За досягнення рівня рідини певної висоти пробку швидко виймають, і вода спрямовується в трубопровід, що промивається. За потреби операцію повторюють.

Недоліком такого методу промивання є утворення підпору в верхніх ділянках і як наслідок – випадання в них осадів.

Трубопроводи діаметром 250–300 мм можуть прочищати за допомогою поливальних машин. Вода по шлангу подається низьконапірним насосом таких машин у трубу оглядового колодязя, розмиває і виносить осад.

В окремих випадках мережу можна промивати струменем водопровідної води з брандспойта, що вводиться в трубопровід, який промивається через верхній колодязь. Після пуску води через рукав у трубопроводі між пробкою із засмічення створюється підвищений тиск, під дією якого видавлюється засмічення у верхній колодязь. Момент ліквідації засмічення визначають за підвищенням рівня стічної води у верхньому колодязі.

*Гідравлічне промивання* з використанням снарядів застосовують для видалення щільного осаду. Як снаряди може бути використано дерев'яні або надувні гумові кулі, диски, циліндри («чушки») з поліуретану зі стрічкою з абразивного матеріалу, нанесеною на бічну поверхню тощо. Роботи проводять відповідно до методик. Снаряди закріплюють на тросі, навитому на барабан ручної або механічної лебідки, запускають у верховий колодязь і промивають ділянки.

Залежно від товщини шару осаду діаметр снаряда має бути на 10–30 % меншим за діаметр труб колектора.

Спочатку пропускають снаряд меншого діаметра, потім, у міру видалення осаду, використовують снаряди більшого діаметра.

Швидкість просування снаряда регулюють за допомогою лебідки і троса.

Більш прогресивним і менш трудомістким методом очищення мережі є *гідродинамічний спосіб*, який полягає в розмиванні і виносі осаду струменем води, яку подають під великим напором безпосередньо в трубу по шлангу спеціальними машинами.

Гідродинамічне промивання можна здійснювати з використанням спеціальної автоцистерни, обладнаної насосом високого тиску, лебідкою з гнучким шлангом із соплом, що створює реактивний рух струменя, для просування снаряда в трубопроводі і змиву осаду.

Шланг із реактивною насадкою, що має кілька отворів, повернених назад під кутом 15–45° до осі, заводиться в низовий оглядовий колодязь ділянки, яку прочищають. Після увімкнення високонапірного насоса, завдяки створюваній струменями реактивній силі, насадок разом зі шлангом змотується з барабана, просувається вперед і скаламучує осад.

Коли насадка пройде вперед на всю довжину шланга, включається привід барабана і шланг примусово намотується назад. При цьому струмені, що витікають з насадки під тиском змивають вже скаламучений осад.

На сьогодні випускають каналочисні машини, в яких гідродинамічний насадок високого тиску суміщений з телевізійною камерою. Наявність телевізійної камери на насадці дає можливість безпосередньо керувати процесом промивання мережі.

Роботи з використанням каналочисної машини здійснюються бригадою з двох чоловік.

*Механічну очистку* трубопроводів здійснюють для видалення щільного, злежаного осаду і коренів дерев, пророслих через нещільності стиків. Для очищення рекомендують використовувати спеціальну автомашину, укомплектовану механічною та допоміжною ручною лебідками й очисним снарядом у вигляді диска або іншої форми.

Робота з такими снарядами дуже трудомістка, проводиться двома лебідками. Протягати снаряди треба дуже обережно, щоб уникнути пошкодження стінок і стиків труб. Осад витягають з колодязя насосом.

Профілактичне прочищення механічними снарядами здійснюється бригадами, що складаються з бригадира і 3–5 робітників.

Ручне прочищення трубопроводів малого діаметра рекомендують виконувати з використанням спеціального снаряда у вигляді сталевих троса з крученою спіральною оболонкою з пружного дроту з наконечником. Снаряд заводять у верхній колодязь через вигнуту трубу, котра спрямовує трос і продавлюють до низового колодязя.

Спосіб усунення засмічень сталевим дротом найбільш поширений, однак він недосконалий. Дріт у трубі, яку прочищають, скручується у спіраль, внаслідок чого знижується її поздовжня пружність. У трубах діаметром 200–250 мм дріт іноді не доходить до місця засмічення через рух його витків, що пружинять.

Засмічення на каналізаційній мережі ліквідують за допомогою металевих штанг або шляхом розмиву засмічення струменем води зі шланга з наконечником, який приєднують до насоса поливомийної машини.

У разі виникнення аварії або підтоплення на мережі необхідно вжити термінові заходи для забезпечення:

- відведення стічних вод перекачуванням в обхід пошкодженої

ділянки або через аварійний випуск з повідомленням про це місцевим органам Державного санітарного нагляду, а також державним органам екологічної безпеки України;

– відключення пошкодженої ділянки, а також мережі підвальних приміщень будинків, які перебувають під загрозою затоплення, шляхом закриття засувки або встановлення пробки.

Роботи з аварійного ремонту на каналізаційній мережі виконують аварійно-ремонтні бригади або експлуатаційний персонал служби мережі залежно від структури виробника та складності ліквідації аварії.

Аварії та випадки підтоплення реєструють у спеціальному журналі. Про них негайно повідомляють органи Державного санітарного нагляду, а під час виливів стічних вод у водойми – територіальні органи виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, заповідної справи, а також гідрометеорологічної діяльності.

### ***3.1.5. Особливості експлуатації дощової водовідвідної мережі***

Водостічну мережу призначено для видалення з міської території поверхневих вод, що утворилися в результаті випадання дощу, танення снігу і поливання вулиць.

Водостічну мережу періодично очищають від наносів сміття, мулу та інших відкладень. Основна кількість забруднень накопичується в дощоприймальних колодязях. Вологість такого осаду 25–30 %, зольність 85–96 %.

Служба з експлуатації водостічної мережі зобов'язана у момент заливного дощу вжити заходи щодо запобігання аварій, які можуть статися через забруднення дощоприймальних решіток, що не пропускають воду (рис. 3.7, 3.8).

У знижених місцях, де утворюється максимальне скупчення води, водостічна служба може знімати зливоприймальні ґрати для поліпшення пропускну здатності водостічних колодязів. У знятих решітках, щоб уникнути нещасних випадків, необхідно встановлювати пости.

Після заливних дощів необхідно оглянути колектори, які працювали під час зливи як напірні. Під час виявлення пошкоджень необхідно вжити заходи щодо їх усунення.

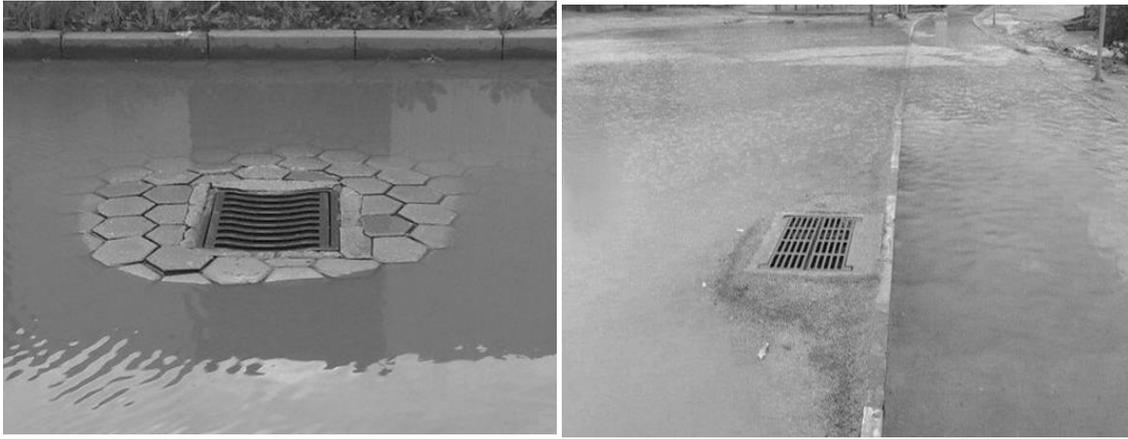


Рис. 3.7. Дефекти роботи дощоприймачів системи водовідведення



Рис. 3.8. Затоплення вулиць і прилеглих територій у м. Одеса під час дощу в результаті несправної роботи дощової мереж

До обслуговування водостічної мережі належать:

- спостереження за режимом роботи водостоків і якістю вод, що відводяться;
- нагляд і утримання у справному стані водостічної мережі;
- узгодження проектів будівництва та реконструкції мережі;
- поточний і капітальний ремонт колодязів, трубопроводів та водовипусків;
- ліквідація аварій;
- нагляд за процесом будівництва та прийняття в експлуатацію.

Основні правила експлуатації водостічної мережі ті ж, що і для водовідвідних комунальних мереж.

Повний огляд водостічних мереж і споруд здійснюють двічі на рік:

- перший – навесні після пропускання паводка для обліку можливих пошкоджень, що виникли після проходження паводкових вод, і визначення обсягу необхідних ремонтних робіт;

– другий – восени під час підготовки споруд до зими, щоб визначити обсяги необхідних ремонтних та підготовчих робіт на осінньо-зимовий період.

Періодичність очищення дощоприймальних колодязів може змінюватися залежно від цілого ряду причин, за несприятливих випадків очищення потрібно проводити 3–4 рази на рік. За нормальних умов колодязі очищають восени і навесні.

Очищення дощоприймальних колодязів здійснюють, як правило, механізованим способом. Особливу увагу слід приділяти роботі дощової мережі в зимовий період. У зимові відлиги на проїжджій частині утворюється тала вода, яка стікає в дощоприймальні колодязі, де, потрапляючи в зону мінусової температури, замерзає й утворює крижану пробку (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Порушення роботи дощової мережі в результаті промерзання і закупорювання дощоприймальних колодязів

Тому колодязі в цьому випадку не можуть приймати весняні талі води, що може бути причиною затоплення вулиць.

Для усунення можливого промерзання дощоприймальних колодязів необхідно з настанням осіннього періоду утеплювати водостічну мережу.

У зимовий період дощоприймальні колодязі мають перебувати під постійним контролем експлуатаційної служби, оскільки під час прибирання снігу з проїжджої частини вулиць його складають у вигляді бурту в лотку проїзду і після прибирання частина його там і залишається. Поступово він ущільнюється і закриває зливодприймальні ґрати, перешкоджаючи пропуску талих вод.

Для забезпечення пропуску весняних паводкових вод через водостічну мережу експлуатаційна служба визначає місця промерзання ділянок мережі і дощоприймальних колодязів. Найефективнішим способом видалення льоду в колодязях і водостічних трубах вважають паропрогрів. Використання пароутворювача дає можливість відігріти за 8 год від 40 до 50 погонних метрів труб діаметром 300 мм. Прогрівання колодязів проводять зверху.

Навесні, не допускаючи підтоплення проїжджої частини дорожнього покриття, утеплення слід знімати у певній послідовності. Спочатку його знімають з частини приймальних колодязів, які за настання весняного потепління приймають більшу кількість талих вод. Такі колодязі розташовано в понижених місцях вулиць і площ, де за умовами рельєфу місцевості створюється великий стік води. У міру підвищення температури слід знімати утеплення і в інших місцях, керуючись тими ж вимогами. Повне зняття всього утеплення з водостічної мережі потрібно закінчувати за стійкої температури повітря вище ніж 0 °С.

Випуски водостоків необхідно обстежувати систематично, особливо в періоди паводків і літніх інтенсивних дощів. Під час огляду водовипусків, умонтованих в удосконалених стінках набережних, має бути обстежено сполучення його оголовка з конструкцією стінки. Випуски, виведені в русло річки з великими перепадами у відмітках, повинні мати міцну основу під перепадним колодязем.

Водостічні випуски, що знаходяться під водою, за потреби мають обстежуватись водолазами.

Водовипуски, які закладено в конструкції залізобетонних або гранітних набережних, відносно рідко піддаються руйнуванню. Ремонтні роботи обмежуються закладенням тріщин у сполученнях випуску зі стіною набережної.

Оголовки водовипусків великих річок, які знаходяться на відмітках паводкових вод, мають бути захищені від дії льодоходу. З цією метою оголовки влаштовують на пальовому ростверку з перепадним лотком.

Найскладнішим є ремонт водовипусків, затоплених меженними водами. Затоплений водовипуск попередньо обстежується водолазом, який визначає характер і обсяг руйнувань. Для ремонту водовипуск відгороджують від річки земляною або шпунтовою перемичкою. Ремонт найдоцільніше проводити взимку, коли знижується рівень води в річці.

### ***3.1.6. Нагляд за експлуатацією мереж і споруд абонентів. Приймання стічних вод підприємств***

Водопровідно-каналізаційні господарства населених пунктів у більшості випадків є основною організацією, що приймають для відведення і очищення стічні води промислових підприємств. Вони ж у свою чергу несуть всю повноту відповідальності за скидання очищених стічних вод у водойми перед природоохоронними органами.

Ефективність і стабільність процесу очищення стічних вод на експлуатованих очисних спорудах визначається, в першу чергу, якісним складом стічних вод, а також технологічними можливостями названих споруд. За відносно стабільних якісних параметрів господарсько-фекальних стічних вод, що надходять від населення, визначальну роль у формуванні якісного складу міських стічних вод для кожного населеного пункту відіграють стічні води промислових підприємств, що скидають свої стоки у мережі каналізації даного об'єкта.

Основним нормативним документом, що визначає сьогодні в Україні умови прийому стічних вод у мережі міської каналізації, є «Правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України» та «Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України».

Основні загальні положення про прийом і відведення виробничих стічних вод зводяться до такого. Спільне відведення побутових і виробничих стічних вод доцільно, якщо останні потребують очищення і можуть бути спільно очищені на міських очисних спорудах механічними та біологічними методами. Випускання виробничих стічних вод у міську каналізацію не має призводити до порушення її роботи, утворення вибухонебезпечних і токсичних газів, відкладень, засмічень мережі, попадання у міську мережу патогенних бактерій, порушувати технологічний режим роботи міських очисних споруд.

Нагляд за експлуатацією систем водопостачання і каналізації абонентів та контроль за роботою локальних очисних споруд покладають на персонал експлуатаційних служб ВКГ.

Для здійснення нагляду в складі експлуатаційних служб організовують спеціальну інспекцію з контролю за скидом стічних вод підприємствами (інспекція промислового водовідведення).

Інспекція промислового водовідведення у своїй діяльності керується «Правилами охорони поверхневих вод», ДБН В.2.5-75:2013, «Правилами користування системами комунального водопостачання і водовідведення в містах і селищах України», а також «Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації міст і селищ України».

Першим етапом робіт зі встановлення для промпідприємств населених пунктів норм скидання забруднювальних речовин є складання і узгодження з підприємством водопровідно-каналізаційного господарства переліку контрольованих промислових об'єктів, до якого мають увійти всі ті підприємства, що скидають значні обсяги стічних вод, а також ті, води яких містять специфічні інгредієнти.

Під час виконання робіт з розрахунку допустимих концентрацій забруднювальних речовин стічних вод фахівцями проводиться обстеження водного господарства певного підприємства, вивчаються джерела утворення стічних вод, кількісні та якісні аналізи застосовуваних у технологічному процесі хімічних реагентів і речовин, наявність та ефективність роботи локальних цехових і заводських очисних споруд. За результатами обстеження для кожного об'єкта встановлюють рекомендований перелік контрольованих показників забруднювальних речовин, що скидають у промислові стічні води. До цього переліку, як правило, належать забруднювальні речовини, які можуть потрапити в стічні води у процесі виробництва і величина концентрації яких залежить від досконалості технологічного процесу та раціонального використання хімічних речовин. При цьому обов'язково враховують наявні можливості утилізації цих стоків на певному промисловому підприємстві.

Розробку допустимих концентрацій забруднювальних речовин у промислових стічних водах виконують для середньомісячних витрат стічних вод, що визначено у заявках, які подаються промпідприємствами підприємствам ВКГ певного населеного пункту.

Ці концентрації встановлюють у такій послідовності. За умовами скидання очищених стоків у водойму визначають допустиму концентрацію забруднювальних речовин в очищеній воді після міських очисних споруд. З урахуванням технологічної схеми очищення й ефективності процесу очищення на експлуатованих очисних спорудах визначають допустиму концентрацію і кількість забруднювальних речовин у стічних водах, що надходять на очисні споруди.

З урахуванням співвідношення обсягів побутових і виробничих стічних вод, якісних показників забруднення побутових стоків, які визначають або експериментально за нормативними даними, або за фактичним співвідношенням сумарного забруднення промислових стічних вод у міському стоці, визначають допустиму кількість забруднювальних речовин в загальному обсязі промислових стічних вод для даного населеного пункту. З урахуванням специфіки виробництва і характерних показників промпідприємств певного населеного пункту визначають кількість і відповідно концентрацію забруднювальних речовин для промпідприємств за галузями промисловості і конкретними підприємствами.

Допустиму концентрацію забруднювальних речовин, що не видаляють у процесі очищення на міських очисних спорудах, визначають, виходячи з гранично допустимої концентрації (ГДК) для виду водного об'єкта, прийому очищених стічних вод і співвідношення обсягів побутових і виробничих стічних вод.

Розроблені норми забруднювальних речовин направляють відповідним промпідприємствам для попереднього повідомлення про умови прийому виробничих і стічних вод.

Інспекція промислового водовідведення має тісно взаємодіяти з територіальними органами центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, заповідної справи, а також гідрометеорологічної діяльності і Державного санітарного нагляду.

Розроблені норми і правила прийому виробничих стічних вод у систему каналізації даного населеного пункту і порядок контролю скидання узгоджують з місцевими органами регулювання, використання й охорони вод, рибоохорони та затверджуються місцевою виконавчою владою.

Після цього промпідприємства остаточно повідомляють про умови прийому їхніх стічних вод. Контроль за дотриманням умов скидання виробничих стічних вод, визначений розробленими правилами прийому і дозволами, виданими на скидання стоків у системи каналізації населених пунктів, здійснюється, як правило, підприємствами ВКГ.

Діяльність інспекції промислового водовідведення має забезпечувати ефективний контроль за виконанням договірних умов скиду стічних вод підприємств і організацій як за кількісними, так і за

якісними показниками, попередження можливості залпових скидів концентрованих розчинів шкідливих речовин, вчасне виявлення порушень і застосування економічних та адміністративних санкцій до порушників.

Контроль за витратою і якістю стічних вод усіх підприємств-абонентів здійснюється не рідше одного разу на три місяці.

Результати контролю заносять до спеціальних картотек (журналів) або у довгострокову пам'ять ЕОМ і зберігають.

Інспекція промислового водовідведення разом 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 має систематично проводити з підприємствами роботу, спрямовану на раціональне використання природних ресурсів, максимальне скорочення скиду виробничих стічних вод за рахунок застосування раціональних технологій, зворотного і повторного використання води, вилучення зі стічних вод цінних речовин тощо.

Інспекція розробляє вимоги до локальних очисних споруд підприємств, оснащення систем каналізації абонентів та до якості стічних вод, які приймають у міську каналізацію, і контролює виконання цих вимог.

Склад виробничих стічних вод, прийнятих у каналізаційну мережу, контролюють шляхом періодичного відбору й аналізу проб стічних вод після комплексу локальних очисних споруд абонента із контрольного колодязя у місці приєднання мережі абонента до мережі організації ВКГ.

Відбір проб проводять з місць потоку стічних вод, що забезпечує об'єктивну пробу, контролером інспекційної служби у присутності представника абонента.

Контрольний аналіз складу стічних вод повинен бути виконаний акредитованою або атестованою лабораторією.

Абоненти зобов'язані:

- забезпечити надійну роботу всіх каналізаційних споруд, які перебувають у нього на балансі, не допускати витоків стічних вод;
- вчасно знешкоджувати (або утилізувати) і вивозити осади з локальних очисних споруд;
- забезпечувати можливість проведення працівниками інспекції

промислового водовідведення у будь-який час доби контрольних перевірок споруд і дотримання встановлених правил.

У системах каналізації абонентів не допускають об'єднання виробничих стічних вод, взаємодія яких може призвести до утворення емульсій, отруйних або вибухонебезпечних газів, а також значної кількості нерозчинних речовин.

Одним із основних напрямів стимулювання підприємств до впровадження технологічних і технічних рішень у сфері зниження забрудненості стічних вод, що утворюються на промислових підприємствах, є вдосконалення системи оплати за скидання стічних вод. Доцільно і необхідно для кожного інгредієнта відповідно до його класу небезпеки встановити коефіцієнт екологічної небезпеки, і оплату скидання стоків промислових підприємств здійснювати з урахуванням даного коефіцієнта і валової кількості забруднень, які скидають.

У разі невиконання підприємством вимог до улаштування каналізаційної мережі, локальних очисних споруд, обмежень або заходів щодо нормалізації якості та режиму скиду стічних вод, а також невчасної оплати ними послуг виробник має право обмежити об'єм або заборонити скид стічних вод, а у випадку невиконання цієї заборони під час загрози виходу з ладу мереж та споруд – відключити підприємство від каналізаційної мережі, а також розірвати договір на приймання стічних вод у каналізацію.

### **Контрольні запитання**

1. Які основні завдання служб експлуатації систем водовідведення?
2. Які основні завдання технічної експлуатації водовідвідної мережі?
3. Як проводять випробування на герметичність водовідвідних мереж і споруд?
4. Як виконують експлуатаційні роботи з нагляду за станом і утримування каналізаційної мережі?
5. Що таке поточний та капітальний ремонт каналізаційної мережі і водоводів?
6. Як проводять очищення ділянок водопровідної мережі?

7. Які причини аварій на водопровідній мережі і як їх ліквідують?

8. Які особливості експлуатації дощової водовідвідної мережі?

9. Як проводять нагляд за експлуатацією систем водопостачання і каналізації абонентів та контроль за роботою локальних очисних споруд?

## **3.2. Очисні споруди системи водовідведення**

### ***3.2.1. Загальні відомості. Основні завдання служби експлуатації. Приймання споруд в експлуатацію***

Для очищення стічних вод за централізованої схеми каналізації застосовують споруди механічної та біологічної очистки стічних вод: решітки, пісколовки, відстійники, аеротенки та біофільтри різних типів, поля фільтрації, біологічні ставки, циркуляційні окислювальні канали, компактні установки заводського виготовлення та ін. (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Очисні споруди системи водовідведення

Склад споруд очистки вибирають залежно від вибраної системи водовідведення, характеристики та кількості стічних вод, потрібного ступеня їх очистки, методу обробки осаду та місцевих умов.

Залежно від методу очистки стічних вод підбирають склад очисних споруд. Для очистки стічних вод у наш час використовують методи механічної, біологічної і фізико-хімічної очистки.

*Механічна очистка* забезпечує видалення зі стічних вод частини нерозчинних домішок. Основними методами механічної очистки стічних вод є проціджування, відстоювання, флотація і мікрофільтрування.

Проціджування через решітки дає можливість видалити зі стічних вод крупні покидьки (тканину, папір, кістки, залишки фруктів, овочів тощо).

У процесі відстоювання стічних вод відбувається їх освітлення шляхом гравітаційного осадження нерозчинних домішок, що мають густину більшу ніж густина води, і спливання нерозчинних домішок з густиною меншою ніж густина води (жири, масла, нафтопродукти).

Пісок та інші важкі мінеральні домішки затримуються у піскоуловлювачах під час короточасного відстоювання стічних вод. Основна маса нерозчинних органічних домішок затримується у первинних відстійниках. На відміну від очисних споруд виробничих стічних вод, на міських очисних станціях у більшості випадків не влаштовують спеціальні жиро-, нафто- чи смолоуловлювачі. Ці функції виконують первинні відстійники, які обладнують спеціальними пристроями для збирання і видалення спливаючих домішок.

Флотація – це метод видалення нерозчинних домішок, за якого вони спливають у вигляді флотоагрегатів. Флотоагрегати – це грубодисперсні частинки, що об'єднані з бульбашками газу (найчастіше – повітря). Споруди для очистки стічних вод флотацією називають флотаційними установками чи флотаційними камерами.

Під час мікрофільтрування для відділення нерозчинних домішок стічні води фільтрують через спеціальні сітки, тканину чи фільтрувальне завантаження. Основні споруди для очистки стічних вод мікрофільтруванням – це барабанні сітки, мікрофільтри і фільтри із зернистим завантаженням.

Механічну очистку як самостійний метод можна використовувати у виняткових випадках:

- як склад очисних споруд під час очистки стічних вод поверхневого стоку (дошові води);
- під час скидання стічних вод у потужні водойми на першому етапі будівництва очисних споруд.

У більшості випадків механічну очистку розглядають як попередній етап перед біологічною очисткою стічних вод.

*Біологічну очистку* застосовують для видалення зі стічних вод основної маси органічних забруднень, що знаходяться у розчинній, колоїдній і нерозчинній формі (тих, що лишилися у стічних водах після механічної очистки). Однак існують технології, у яких попереднє освітлення стічних вод не здійснюється, тобто на біологічну очистку надходять всі забруднення, що знаходяться у стічних водах.

Біологічна очистка стічних вод полягає у мінералізації (окисненні) органічних забруднень аеробними мікроорганізмами, для яких ці речовини є джерелом живлення.

У типових схемах споруд очистки міських стічних вод використовують тільки аеробні методи біологічної очистки.

Під час очищення висококонцентрованих виробничих стічних вод, стічних вод з асенізаторних машин можна застосовувати як аеробні, так і анаеробні методи.

Споруди для біологічної очистки стічних вод поділяють на дві групи:

1. Споруди, в яких біологічна очистка відбувається в умовах, близьких до природних (природна очистка стічних вод): поля фільтрації, поля зрошення і біологічні ставки;

2. Споруди, в яких біологічна очистка відбувається в штучно створених умовах (штучна біологічна очистка стічних вод): біофільтри, аеротенки, а також комбіновані споруди.

Біологічна очистка стічних вод може бути повною чи неповною. За повної біологічної очистки залишкова БСК<sub>повн</sub> стічних вод становить 15–20 мг/дм<sup>3</sup>. При цьому з міських стічних вод видалається більше ніж 85 % органічних забруднень. За неповної біологічної очистки залишкова БСК стічних вод перевищує 20 мг/дм<sup>3</sup>, а концентрації органічних забруднень знижуються на 50–75 %.

Традиційні споруди для штучної біологічної очистки стічних вод (аеротенки, біофільтри) у кращому випадку забезпечують зниження БСК<sub>повн</sub> до 15 мг/дм<sup>3</sup>, менших концентрацій досягнути практично неможливо. У тих випадках, коли необхідна БСК<sub>повн</sub> менша 15 мг/дм<sup>3</sup>, стічні води доочищують.

*Фізико-хімічну очистку* використовують тоді, коли у міських стічних водах частка виробничих становить більше ніж 50 %, а у складі їх забруднювальних речовин багато таких, що не окиснюються біохімічним шляхом.

До методів фізико-хімічної очистки стічних вод належать: реагентна очистка, сорбція, екстракція, хімічне окиснення, електрохімічні методи.

Найчастіше для фізико-хімічної очистки стічних вод застосовують реагентні методи з використанням традиційних коагулянтів  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $FeSO_4$ ,  $CaO$ . Можуть використовуватись також синтетичні флокулянти – катіонні, аніонні, неіоногенні, що поліпшують процеси коагуляції грубодисперсних і колоїдних домішок стічних вод. У результаті реагентної обробки відбувається коагуляція забруднень, що знаходяться у грубодисперсній і колоїдній формах, та одночасно сорбція на утворюваних пластівцях частини нерозчинних органічних сполук, а також іонів важких металів, нафтопродуктів, ПАР тощо. Відділення утворюваного осаду здійснюється у відстійниках, прояснювачах із завислим шаром осаду, флотаційних камерах, фільтрах та інших спорудах.

Реагентна обробка не забезпечує зниження БСК до 15–20 мг/дм<sup>3</sup>, тобто до рівня повної біологічної очистки, тому після реагентної обробки необхідна доочистка стічних вод, яка полягає у вилученні органічних та інших забруднень, що залишилися у воді. З цією метою найчастіше використовують сорбційні методи. Як сорбент у більшості випадків використовують активоване вугілля.

Хімічне окиснення також використовують для видалення зі стічних вод залишкових, переважно органічних забруднень після будь-якої попередньої очистки стічних вод. Використовують сильні хімічні окиснювачі: хлор, озон, перекис водню, перманганат калію. Для фізико-хімічної очистки стічних вод використовують також електрохімічні методи – електрокоагуляція, електрофлотація, анодне окиснення.

Фізико-хімічними методами можна здійснити глибоку очистку стічних вод зі зниженням БСК<sub>повн</sub> до 3 мг/дм<sup>3</sup> і менше, з повним видаленням біологічно неокиснюваних забруднень, завислих речовин, фосфатів, іонів важких металів, ПАР.

Останнім часом зросли вимоги до охорони водойм від забруднення, і необхідний ступінь очистки часто перевищує можливості біологічного методу. Наприклад, БСК<sub>повн</sub> стічних вод, що скидають у рибогосподарські водойми, в деяких випадках має становити 3–6 мг/дм<sup>3</sup>.

Скидання у водойми біогенних елементів (азоту, фосфору) обмежено, оскільки це призводить до евтрофікації водойм – тобто до

інтенсивного розвитку водоростей. Доочистка біологічно очищених стічних вод необхідна у багатьох випадках для видалення важкоокиснюваних і неокиснюваних органічних забруднень, іонів важких металів та інших забруднень, що не видаляються біохімічним шляхом.

Для доочистки стічних вод використовують такі основні методи:

- 1) фільтрування через сітчасті фільтри (мікрофільтри, барабанні сітки);
- 2) фільтрування через зернисті завантаження (пісок, керамзит, антрацит, вугілля, спінений полістирол);
- 3) доочистка у біоставках;
- 4) фізико-хімічна доочистка, для якої, крім вже згаданих вище методів фізико-хімічної очистки стічних вод, застосовують також методи іонного обміну і гіперфільтрації.

Ефективність очищення стічних вод міської каналізації визначається умовами спуску забруднених вод у водойми (табл. 3.1, 3.2). Міське водопровідно-каналізаційне господарство є основною організацією, що приймає для очищення стічні води населення і підприємств. Вона несе всю повноту відповідальності за скидання очищеної води у водойми.

Таблиця 3.1

### Ефективність різних способів очистки стічних вод

Споруди	Зменшення, %		
	БСК <sub>повн</sub> збовтаних проб	концентрацій завислих речовин	вмісту бактерій
Решітки	5–10	5–20	10–20
Відстійники	25–40	40–70	27–75
Високонавантажувані біофільтри	65–90	6–92	70–90
Краплинні біофільтри	80–95	70–92	90–95
Аеротенки на неповну очистку	50–75	80	70–90
Аеротенки на повну очистку	85–95	85–95	90–98
Поля фільтрації	9–95	85–95	95–98

Таблиця 3.2

**Площі, необхідні для розміщення очисних станцій, га**

Витрата стічних вод, м <sup>3</sup> /добу	Тільки механічна очистка	Поля фільтрації	Аеротенки чи високонавантажувані біофільтри
5000	0,5–0,7	30–50	1–1,25
10 000	0,8–1,2	60–100	1,5–2
15 000	1–1,5	90–150	1,85–2,5
20 000	1,2–1,8	120–200	2,2–3
30 000	1,6–2,5	180–300	3–4,5
40 000	2–3,2	240–400	4–6
50 000	2,5–3,8	300–500	5–7,5
75 000	3,75–5	450–750	7,5–10
100 000	5–6,25	600–1000	7,5–10

Основними завданнями експлуатації очисних споруд каналізації є:

- забезпечення очистки стічних вод та обробки осадків, їх знезараження та відведення від очисних споруд з дотриманням умов, що задовольняють вимоги «Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами», а також вимоги місцевих органів з урегулювання використання та охорони вод, Державного санітарного нагляду, охорони рибних запасів;

- створення умов для належної переробки стічних вод та осадків, що мають використовуватись надалі;

- організація ефективної, безперебійної та належної роботи очисних споруд, зниження собівартості очистки стічних вод, витрат води та електроенергії на власні потреби;

- систематичний лабораторно-виробничий та технологічний контроль роботи очисних споруд.

На діючих очисних спорудах каналізації на додаток до основної документації зберігається ще така технічна документація:

- схема розміщення санітарно-захисної зони очисних споруд;
- виконавчий план і висотна схема очисних споруд з нанесеними комунікаціями і випусками;

- оперативна технологічна схема;

- схема автоматизації і телемеханіки;

- технічна та технологічна документація щодо навантажень і режимів роботи очисних споруд;

- ліцензії на експлуатацію, скидання у водойму, викид в атмосферу, розміщення відходів виробництва та споживання.

Склад і обов'язки експлуатаційного персоналу аналогічні як і для очисних споруд систем водопостачання.

Приймання в експлуатацію закінчених будівництвом або реконструйованих очисних споруд місцевої каналізації при станціях очистки води має здійснюватись відповідно до вказівок ДБН А.3.1-3-94 «Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення».

Перед вводом споруд в експлуатацію їх потрібно випробувати та відрегулювати на чистій воді з метою виявлення і усунення будівельних дефектів. Особливу увагу необхідно приділяти роботі розподільчих, скидних, вимірювальних і дозувальних пристроїв для води й осаду, наявності апаратури та лабораторного обладнання для контролю якості води, що надходить на очисні споруди, й очищеної води.

У тих випадках, коли водонепроникність споруд не досягається під час будівництва, необхідно вжити ряд заходів з ліквідації цього недоліку.

Особливу увагу необхідно приділяти ретельному регулюванню жолобів, що коливаються, та дозувальних гідравлічних сифонів. Регулювання жолобів, що коливаються, необхідно проводити врівноважуванням обох відділень жолоба, що досягається надбудовою стінок або набивкою смужок заліза чи дерева на стінки легшого відділення. Після того, як роботу споруд відрегульовано на чистій воді, необхідно залучити її в роботу на стічній рідині.

Якщо споруда не потребує доробок, чисту воду видаляти з неї не потрібно.

Навантаження на споруду необхідно довести до розрахункового за витратою стічних вод та провести контроль результатів очистки.

Пуску очисних споруд в експлуатацію зі скиданням води у водойму має передувати їх пробна експлуатація.

Пуск в експлуатацію споруд біологічної очистки, для яких потрібне попереднє нарощування активного мулу або біологічної плівки, починають за гарантованої температури стічної рідини не нижче ніж 10–12 °С.

До пуску очисних споруд у пробну експлуатацію необхідно:

– укомплектувати кадри і провести стажування експлуатаційного персоналу на аналогічних спорудах;

– забезпечити необхідний запас і належне зберігання реагентів, реактивів та інших матеріалів, захисних засобів тощо, а також доставку біогенної маси активного мулу з діючих аналогічних споруд;

– забезпечити всі технологічні ділянки і структурні підрозділи положеннями про них, посадовими інструкціями, плакатами з техніки безпеки, журналами для реєстрації експлуатаційних показників очисних споруд;

– перевірити готовність лабораторії до лабораторно-виробничого і технологічного контролю;

– провести інструктаж експлуатаційного персоналу про цілі і завдання пробної експлуатації та техніки безпеки під час її проведення;

– узгодити з місцевими органами з регулювання, використання і охорони вод, Державного санітарного нагляду, охорони рибних запасів порядок і умови спуску у водойму стічних вод, що відводять з очисних споруд, місця і час відбору проб, а також методику аналізу стічних вод.

Пробну експлуатацію очисних споруд проводять у передбаченому проектом експлуатаційному режимі (за кількістю і технологією обробки стічних вод). У процесі пробної експлуатації перевіряють роботу всіх очисних споруд, їх елементів, комунікацій, запірно-розподільного і контрольно-вимірювального обладнання.

Тривалість пробної експлуатації визначають часом досягнення рівня очищення відповідно до вимог «Правил охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами».

Після закінчення пробної експлуатації очисні споруди дозволено ввести в тимчасову експлуатацію за погодженням з місцевими органами з регулювання використання і охорони вод та Державного санітарного нагляду. Введення споруд у тимчасову експлуатацію оформляють відповідним актом.

У процесі тимчасової експлуатації необхідно:

– провести технологічне налагодження очисних споруд;

– відпрацювати економічні експлуатаційні режими;

– уточнити дози реагентів;

– провести випробування споруд на проектну продуктивність і форсовані режими (на випадок аварії);

– виявити й усунути недоліки і несправності в роботі очисних споруд, комунікацій, запірно-регулювального і контрольно-вимірювального обладнання та ін.

Для технологічної налагодки споруд слід залучити спеціалізовані пусконаладжувальні організації.

Приймання закінчених будівництвом (реконструйованих) очисних споруд у постійну експлуатацію виконується Державною приймальною комісією після закінчення їх тимчасової експлуатації, проведення всесторонніх комплексних випробувань та виведення очисних споруд на нормальний експлуатаційний режим з досягненням проектної продуктивності. З моменту підписання акта Державною приймальною комісією очисні споруди вважають введеними в експлуатацію.

### 3.2.2. Споруди механічної очистки стічних вод

Одними з основних споруд механічної очистки стічних вод є *решітки*. Їх призначено для уловлювання великих забруднень.

Експлуатація решіток здійснюється за інструкціями заводів-виготовлювачів. Перед комплексним випробуванням устаткування потрібно перевірити правильність складання вузлів механізованих решіток, відсутність викривлень прутів решітки та відповідність проектній ширині прозорів між прутами. Зуби грабелів мають без зусиль входити у прозори між прутами решітки; граблі правильно, без перекосів закріплюють на тягових ланцюгах, а скидач забруднень має стикатися з площиною грабелів і вільно повертатися у вихідне положення (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Грабельні механізовані решітки

Під час експлуатації плоских решіток найчастішими є такі неполадки:

- перекоє грабелів у результаті нерівномірного зносу або витяжки ланцюга;
- заклинювання або поломка зубів грабелів;

- обрив тягового ланцюга;
- деформація або поломка скидача через заклинювання, до якого призвело тверде сміття великого розміру;
- поломка або викривлення прутів решітки.

Усі несправності усувають тільки за вимкнених механізмів решітки.

Ефективність роботи решіток може бути оцінено за кількістю відмов (поломок обладнання, закупорок та інших явищ), що відбулися на очисній станції.

Основним технологічним параметром є швидкість руху води у прозорах решіток. Максимальне її значення – 1,0 м/с обумовлено неприпустимістю продавлювання сміття між прутами через інтенсивність потоку. Зниження швидкості руху води сприятливо відображається на затриманні сміття, але призводить до накопичення піску і важких домішок перед решітками.

Якщо на очисній станції організувати періодичне гідродинамічне прочищення каналів (брандспойтами) перед ґратами, то це дасть можливість знизити швидкість підведення покидьків і підвищити ефект їх затримання.

Суттєве значення має уловлювання волокнистих матеріалів – ниток, мотузок, ганчір'я, штучного волокна, що є причиною утворення щільних тромбів, які формуються шляхом фільтрування води через проникний первинний згусток покидьків. Затримання волокнистих матеріалів потребує зміни підходу до проціджування стічних вод і застосування методів намивного фільтрувального шару.

Проскакування покидьків знижується під час підводу стічних вод під кутом до прямокутних стержнів. Як показує досвід, на другій решітці затримується до 50 % за обсягом покидьків, що проскочили через першу решітку. Кількість затриманих покидьків збільшується за підвищення їх вмісту в стічних водах. Наведені факти свідчать про недосконалість застосування обладнання та необхідність його модернізації.

З метою поліпшення конструкції пристроїв для очищення решіток розробляють граблі зворотно-поступальної дії, в робочому циклі яких передбачено ударно-інерційне скидання покидьків, що налипають.

Аналіз складу затриманих покидьків розкриває очевидну тенденцію збільшення кількості покидьків з полімерних плівок, поліетилену, легких пластмас, що не зброджуються і не направляються в метантенк.

Змінюються умови дроблення цих пластичних матеріалів. Пластмасові пробки забивають отвори решіток-дробарок, міцно закупорюють пазухи і робочі зазори механізмів і обладнання. З цих позицій розумно розглянути доцільність дроблення відходів і їх зброджування. Під час видалення покидьків контейнерами відпадає потреба також в їх сортуванні, трудомісткій і негігієнічній ручній операції. До обов'язків експлуатаційного персоналу належать спостереження за роботою механізмів, перевірка цілісності робочих органів, своєчасне увімкнення та вимкнення робочих і резервних агрегатів. Вмикання і вимкнення решіток можна проводити з місцевого диспетчерського пункту під час зміни надходження стічних вод.

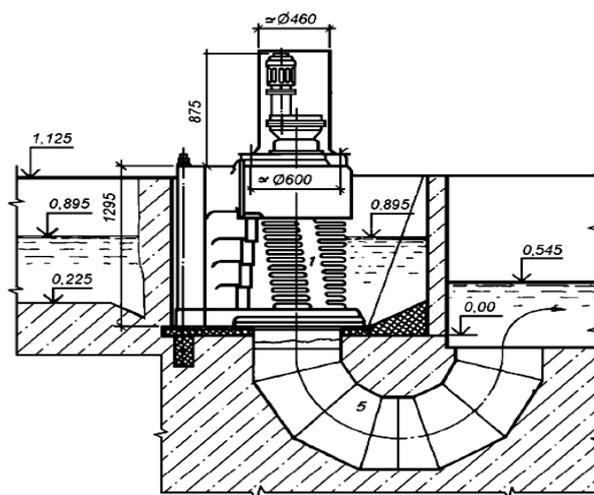
Проводячи огляди, дрібний ремонт, ліквідацію закупорок, персонал зобов'язаний вимкнути решітки з роботи, щоб уникнути травм.

Правила техніки безпеки ускладнюються під час видалення покидьків контейнерами, оскільки з'являються роботи, пов'язані з експлуатацією вантажопідйомного обладнання, пресів.

Решітки-дробарки, особливо на середніх і великих очисних станціях, встановлюють на відкритому повітрі, їх експлуатація ускладнюється в зимовий період (рис. 3.12). Решітки-дробарки розраховані на цілорічну роботу з мінімальними за часом зупинками для огляду і ремонту.



*a*



*б*

Рис. 3.12. Решітки-дробарки:  
*a* – загальний вигляд; *б* – схема

На безвідмовну їх роботу серйозно впливають тверді механічні домішки (пісок, металеві предмети тощо), пластмасові вироби, волокнисті матеріали. Найчастіше відбуваються поломки різальних крайок, забивання пазів (прозорів), зношування частин.

Грубе очищення стічних вод від таких домішок поліпшує умови роботи решіток-дробарок. Зокрема, встановлюють решітки з ручним очищенням, прості пастки для затримання твердих важких домішок і плаваючих покидьків.

Решітки-дробарки перевіряють і оглядають у години мінімального припливу води за вимкненого приводу. Всі види профілактичних робіт на решітках-дробарках проводять за відповідного гарантування техніки безпеки.

Коли складають графік планово-попереджувальних робіт, керуються вказівками про склад операцій, періодичності оглядів обладнання, трудомісткості оглядів і ремонтів.

У приміщенні решіток має постійно діяти вентиляція, за потреби слід відчиняти вікна і двері.

*Піскоуловлювачі* – споруди, які призначено для затримання під дією сили тяжіння великих мінеральних забруднень, головним чином, піску (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Піскоуловлювач

Піскоуловлювачі потрібно влаштовувати на усіх очисних спорудах продуктивністю більше ніж 100 м<sup>3</sup>/добу. Кількість піскоуловлювачів чи їх відділень має бути не менше двох, усі вони повинні бути робочими.

Піскоуловлювачі мають забезпечити виділення зі стічних вод 85–90 % піску та інших мінеральних домішок з розміром фракцій заданої гідравлічної крупності.

Під час експлуатації піскоуловлювачів персонал зобов'язаний:

- вести контроль за витратою стічних вод, що надходять на пісколовки і регулювати навантаження на них;
- вимірювати шар затриманого піску;
- видаляти з піскоуловлювачів пісок (у міру його накопичення, але не рідше ніж через 1–2 доби) і контролювати його транспортування з території очисних споруд;
- стежити за подачею повітря у споруди та інтенсивністю аерації (під час використання аерованих піскоуловлювачів);
- контролювати величину піску, що напускають на піскові майданчики і забезпечувати своєчасне вивезення підсушеного піску;
- стежити за повнотою відмивання органічних забруднень (за наявності пристрою для промивання піску);
- утримувати у справному стані обладнання піскоуловлювачів, підтримувати чистоту і порядок на прилеглий території.

Для огляду, очищення і ремонту обладнання піскоуловлювачі спорожняють не рідше одного разу на 1–1,5 року.

Під час комплексного випробування споруд механічного очищення і пропуску через піскоуловлювачі стічної води у кількостях, рівних проектній витраті, в піскоуловлювачі має встановитися розрахункова швидкість руху стічної води, при цьому весь пісок фракцією більше ніж 0,25 мм має бути затриманий. Налагодження роботи піскоуловлювачів полягає в тому, щоб забезпечити в них рух води з розрахунковими параметрами по усій довжині піскоуловлювача.

За підвищених швидкостей руху води при вході у піскоуловлювач потік продовжує рухатися з тією ж швидкістю до тих пір, поки він не займе всього поперечного перерізу. При цьому на ділянках піскоуловлювача виникають завихрення, що сприяють осадженню органічних речовин.

Наявність поворотів на підвідних каналах перед піскоуловлювачем призводить до того, що потік прижимається до однієї зі сторін споруди, а суспензія, що знаходиться у воді, – до протилежної. Це сприяє тому, що частина піску не встигає осісти на дно і виноситься з піскоуловлювача.

Усунути винос піску з піскоуловлювача можна, встановивши на місці входу води підвісну плоску решітку, яка перерозподілятиме воду по всьому перетину споруди.

Зольність затриманого у піскоуловлювачі осаду має бути не менше ніж 70 %. Якщо вона менша, тобто в осаді міститься неприпустимо велика кількість органічних речовин, потрібно збільшити швидкість потоку в піскоуловлювачі. Це можна зробити, зменшивши глибину або ширину потоку в ній.

Критерієм ефективності роботи піскоуловлювача є якість осаду первинних відстійників. Піску в цьому осаді має бути не більше ніж 5–6 % зольної частини сухої речовини осаду, а фракції піску – розміром менше ніж 0,25 мм.

У горизонтальних піскоуловлювачах з прямолінійним і круговим рухом води швидкість руху води обмежується діапазоном 0,15–0,3 м/с (рис. 3.14).

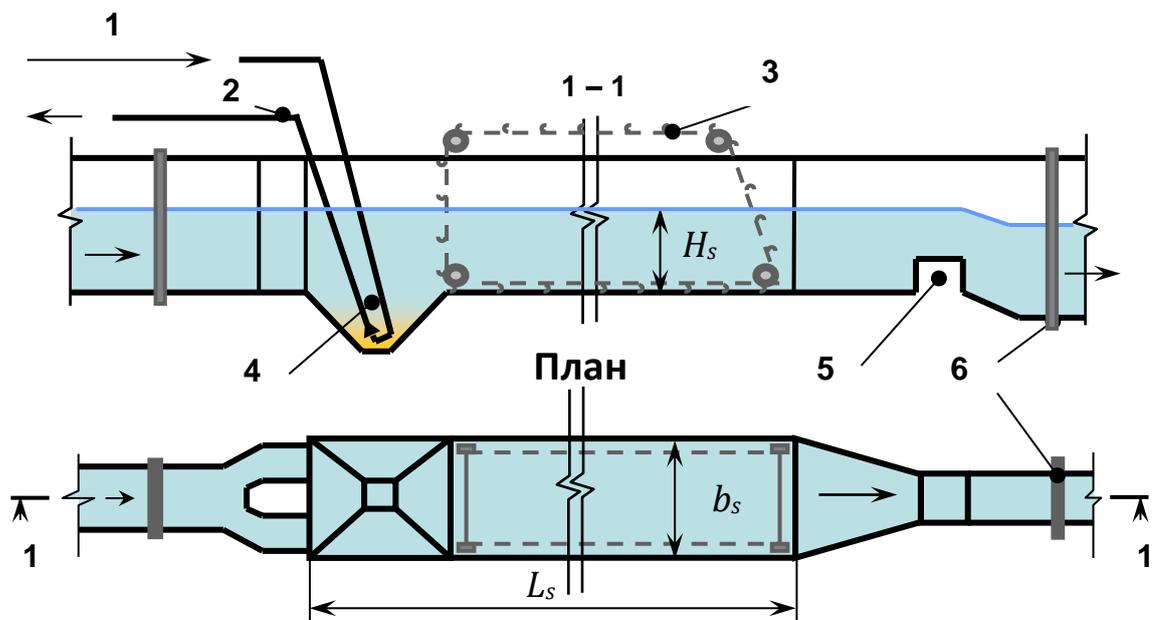


Рис. 3. 14. Горизонтальний піскоуловлювач з прямолінійним рухом води:  
 1 – подача робочої рідини; 2 – пульпопровід; 3 – скребковий механізм;  
 4 – гідроелеватор; 5 – водозлив; 6 – шибер;  $H_s$  – висота води у піскоуловлювачі;  
 $L_s$  – довжина піскоуловлювача;  $b_s$  – ширина піскоуловлювача

За швидкості менше ніж 0,15 м/с відбувається випадання органічних домішок, зольність піску знижується, відбувається загнивання його на піскових майданчиках. Верхня межа швидкості обумовлена гідравлічними умовами осадження частинок піску. Регулювання гідравлічного навантаження проводиться шляхом

увімкнення і вимкнення окремих секцій піскоуловлювача залежно від витрат води, що фіксується вимірювальним пристроєм.

У пусконаладжувальний період проводять вимірювання швидкості руху води по живому перерізу піскоуловлювача й усувають причини утворення транзитних потоків і водоворотних зон. Ступінь наближення гідравлічного режиму роботи піскоуловлювача до нормального (рівномірного) розподілу потоків води проводять трасуванням. Для поліпшення розподілу води застосовують короткострокову (на період випробувань) установку гідравлічних решіток на вході у піскоуловлювач.

Для регулювання швидкості руху води у піскоуловлювачах з прямолінійним рухом води рекомендують влаштовувати водозливи з широким порогом. Інтенсифікацію роботи таких піскоуловлювачів досягають шляхом організації відмивання піску у підвідних лотках аерацією стічних вод за одночасного підвищення рівня води (за можливості) або інтенсивним перемішуванням.

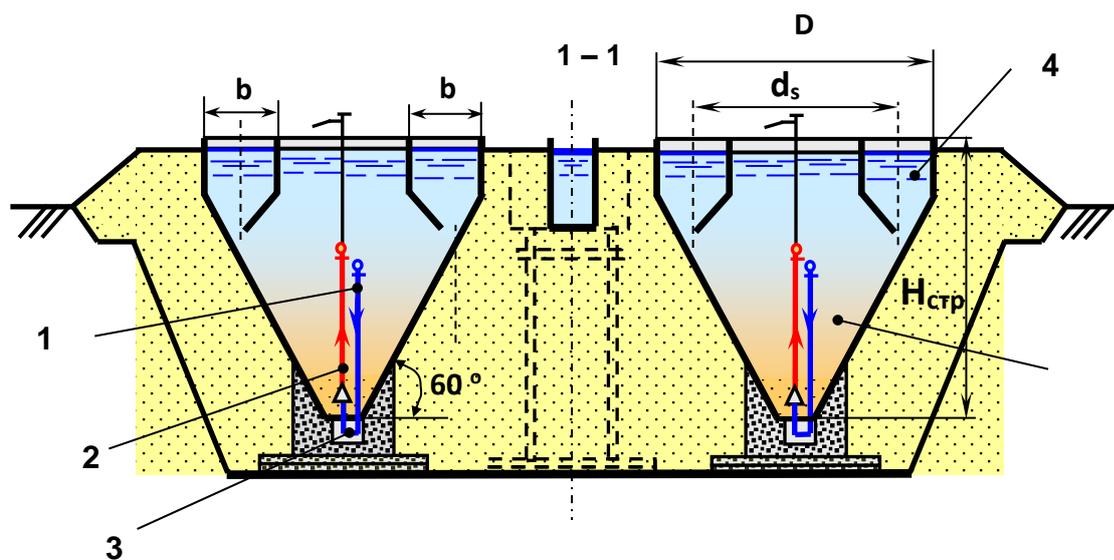


Рис. 3.15. Горизонтальний піскоуловлювач з круговим рухом води:  
 1 – трубопровід робочої рідини; 2 – пульпопровід; 3 – гідроелеватор;  
 4 – кільцевий жолоб; 5 – пісковий бункер;  $D$  – діаметр піскоуловлювача;  
 $d_s$  – діаметр кільцевого жолоба;  $b$  – ширина кільцевого жолоба;  
 $H_{стр}$  – висота піскоуловлювача

У піскоуловлювачах з круговим рухом води гасіння енергії потоку відбувається за різких поворотів потоку. Складнішою

проблемою залишається протікання частини рідини через пісковий прямок і випадання в ньому органічних домішок.

Розподіл потоків води і визначення тривалості потоку встановлюють під час трасування споруди. Перевірка параметрів роботи піскоуловлювача полягає у вимірюванні витрати води на кожне відділення, швидкості її руху гідрометричними вертушками, визначенні висоти наповнення лотків і робочих відділень, оцінювання гідравлічної крупності піску до і після піскоуловлювача.

Видалення піску з піскових напрямків гідроелеваторами ускладнюються, якщо засмічено отвори елеваторів або за недостатньої величини напорів і витрати води.

Гідромеханічне видалення піску з горизонтальних піскоуловлювачів потребує перевірки рівномірності виходу рідини з отворів розподільної системи. Налагодження цієї системи доцільно проводити на чистій воді і відмитій порції піску з піскових майданчиків (або привізного піску). Можливість винесення піску за гідромеханічного видалення перевіряють безперервним відбором проб на виході з піскоуловлювача. Необхідно звернути увагу персоналу на те, що доцільніше видаляти пісок за низьких швидкостей руху води і малого наповнення лотків.

Особливу увагу слід приділити монтажу, налагодженню та експлуатації скребкових пристроїв. Неякісний монтаж призводить до перекосу скребків, розриву ланцюгів, заклинювання всієї системи. Розриви ланцюгів відбуваються також у процесі нерегулярного видалення піску внаслідок злежування і ущільнення.

Піскоуловлювачі з круговим рухом стічних вод економічніші горизонтальних з такою ж продуктивністю. Їх доцільніше застосовувати для станцій з добовою продуктивністю до 120 тис. м<sup>3</sup>/добу.

У піскоуловлювачах з круговим рухом води необхідно ретельно перевірити умови введення стоків. Високі швидкості руху води у підвідних лотках ускладнюють гасіння енергії потоку, і в початковій частині кругового лотка створюється деякий підпір, внаслідок чого частина потоку через щілину в днищі проходить у піскову зону, а з неї через таку ж щілину потрапляє у відвідний лоток. Щоб уникнути таких явищ, доцільно ставити гасителі напору на вході у піскоуловлювач. Фактична тривалість перебування води в піскоуловлювачі і розподіл

потоків (що проходить по круговому лотку і проникає через щілини) уточнюють шляхом трасування споруди.

Істотним недоліком кругових піскоуловлювачів є великий об'єм центрального приямка для піску, в якому відбувається осадження органічних домішок. У деяких випадках передбачають аерацію піскового приямка (періодичну або постійну), завдяки чому органічні домішки виносяться з піску.

Дренажна вода (ДВ) з піскових майданчиків відводиться знову на очистку перед піскоуловлювачами.

В аерованих піскоуловлювачах досягається часткове руйнування агрегатів, що містять зв'язаний пісок, осадження піску в умовах сталості швидкості руху води в придонному шарі, відмивання піску від органічних домішок (рис. 3.16, 3.17).

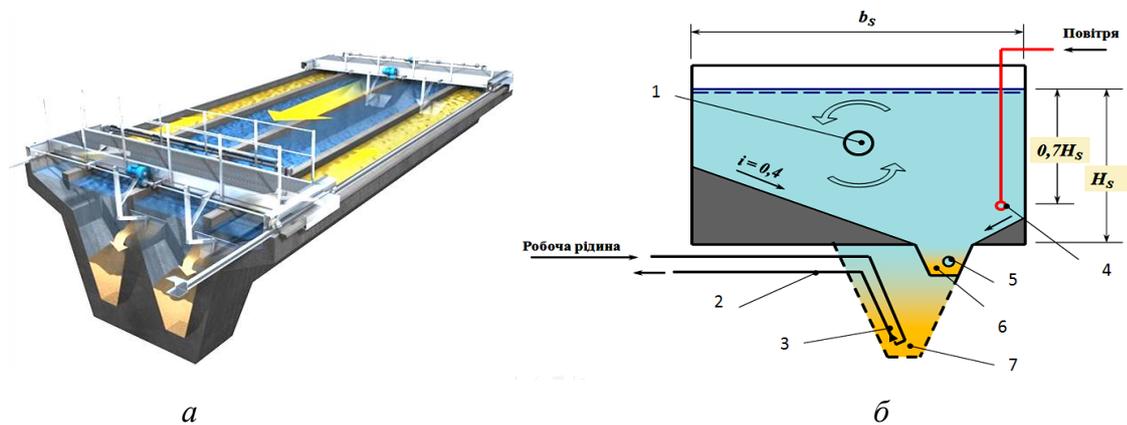


Рис. 3.16. Аерований піскоуловлювач з гідромеханічним видаленням піску:  
*a* – загальний вигляд; *б* – схема; 2 – пульпопровід; 3 – гідроелеватор;  
 4 – аератор; 5 – змивний трубопровід; 6 – пісковий лоток; 7 – пісковий приямок;  
 $H_s$  – висота води у піскоуловлювачі;  $b_s$  – ширина піскоуловлювача

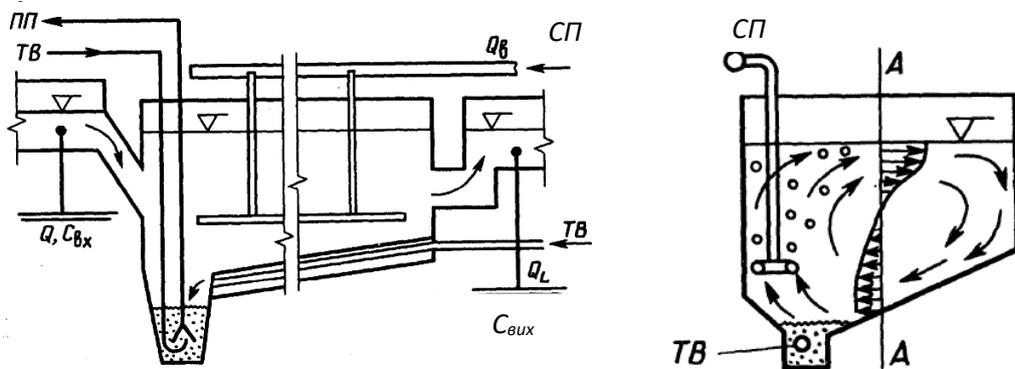


Рис. 3.17. Схема аерованого піскоуловлювача:

ПП – піскопульпа; СП – стиснене повітря; ТВ – технічна вода

В аерованих піскоуловлювачах пісок очищається від органіки завдяки трубі з отворами уздовж всієї стіни конструкції. З цієї труби протягом 15–30 хв подається стиснене повітря, завдяки чому рідина, що рухається через піскоуловлювач, обертається і пісок очищається від органіки. Аерація має створити обертово-витіснювальний рух води зі швидкістю не більше ніж 0,2 м/с поблизу дна споруди.

Нахил днища забезпечує змивання піску в транспортний жолоб.

Рівномірність аерації, створення належного гідравлічного режиму перевіряють у період проведення пусконаладжувальних робіт.

Нерівномірний вихід повітря з аераційної системи, утворення зон інтенсивної та слабкої аерації спотворюють формування потоку рідини у піскоуловлювачі і знижують ефективність його роботи. Регульованими параметрами є витрата ( $Q_{\text{пов.}}$ ) стисненого повітря (СП) і витрата стічних вод ( $Q$ ), ефективність роботи піскоуловлювача визначається кількістю піску в стічних водах до ( $C_{\text{вх}}$ ) і після ( $C_{\text{вих}}$ ) піскоуловлювача, а також за вмістом піску заданої гідравлічної крупності в осаді первинних відстійників. Зольність піску, що затримується в аерованих піскоуловлювачах, досягає 90–95 %. Успішна експлуатація такої системи можлива за рівномірного розподілу транспортної води (ТВ) по всій довжині піскового лотка і створенні розрахункової швидкості висхідного потоку в транспортному лотку порядку 0,0065 м/с. Повноту змиву піску з лотка і рівномірність розподілу води по отворах (насадках) розподільчої системи перевіряють під час спорожнення піскоуловлювача.

Інтенсифікацію роботи аерованих піскоуловлювачів потрібно проводити за обмеженим фактором з відмивання піску або за оптимальних умов осадження піщинок. Якщо ці умови несумісні, то переходять до зонного розподілу повітря – більшої інтенсивності дуття на перших ділянках секціонованого піскоуловлювача і меншої або інтенсивності аерації, що знижується до мінімально допустимої швидкості руху води біля дна (0,15 м/с) на інших ділянках піскоуловлювача.

Виділення піску з води в тангенціальних піскоуловлювачах відбувається за рахунок відцентрової сили, що виникає під час обертання рідини за тангенціального її введення (рис. 3.18, 3.19). На ефективність їх роботи суттєво впливають нерівномірність припливу стічних вод, формування потоків всередині піскоуловлювача.

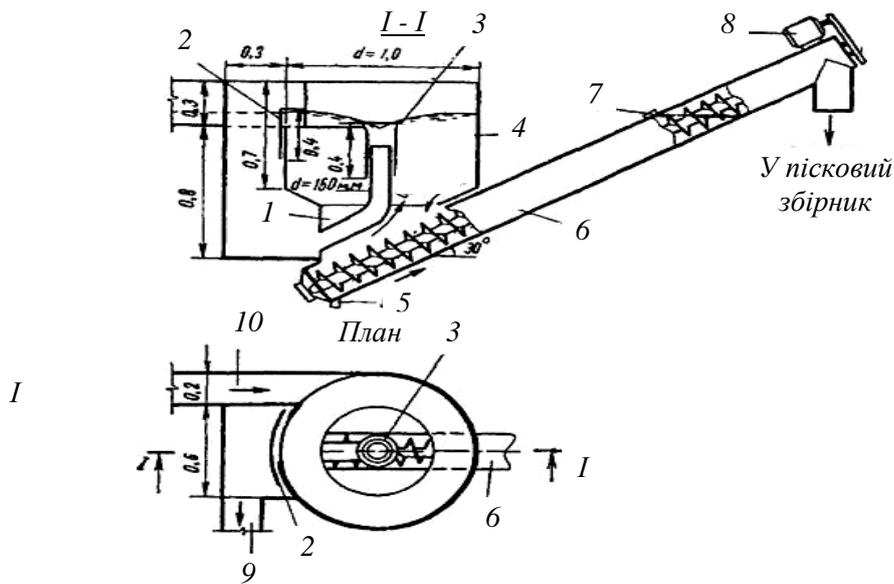


Рис. 3.18. Схема тангенціального піскоуловлювача:

1 – осадова частина; 2 – рухомий бічний водозлив; 3 – телескопічна труба; 4 – робоча частина; 5 – заглушка; 6 – шнек; 7 – отвір для скидання відмитих органічних речовин; 8 – електродвигун з редуктором; 9 – відвідний лоток; 10 – вхідний лоток



Рис. 3.19. Тангенціальні піскоуловлювачі

Відомо, що різкий поворот каналу (або труби) призводить до деформації потоку, його закручування відносно геометричної осі, утворення місцевих вихорів. У період пусканалагоджувальних робіт слід усунути недосконалість введення і відведення стічних вод, які можуть призвести до появи зазначених вище несприятливих впливів. Бажано заспокоєння потоку в лотках перед піскоуловлювачем, відсутність збурень потоку води на вході у піскоуловлювач, плавне сполучення каналу з циліндричною поверхнею піскоуловлювача.

Поворотна перегородка для забезпечення сталості швидкості введення рідини в споруду також не має створювати збурень потоку на вводі.

Як у вертикальних, так і в горизонтальних піскоуловлювачах, перед увімкненням гідроелеватора для відкачування злежаний осад розпушують.

Для цього в зону приямка під напором подають воду по спеціальних трубах. Процес розпушування триває 5–10 хв. Потім вмикають гідроелеватор і розріджену масу піску перекачують на піскові майданчики або у споруди відмивання піску від органічних забруднень. У горизонтальних піскоуловлювачах зі скребковим механізмом останній вмикають на 30–40 хв за 15–20 хв до початку роботи гідроелеватора. Правильної роботи гідроелеватора, що використовують для відкачування піску з піскоуловлювача, можна досягнути лише в тому випадку, якщо дотримано співвідношення сопла трубопроводу робочої води і дифузора гідроелеватора.

За наявності на станції декількох піскоуловлювачів осад із них відкачують послідовно без перерви роботи піскопроводу, щоб уникнути його засмічення. Після закінчення відкачування піску з піскоуловлювача піскопровід інтенсивно промивають освітленою стічною водою. Тривалість промивання залежить від місцевих умов. Засмічується піскопровід найчастіше на поворотах, особливо якщо це повороти з малим радіусом заокруглення. У таких випадках рекомендують або змінити трасу трубопроводу, або перед поворотами піскопроводу влаштувати ревізії, через які можна його прочистити.

Відмивання піску від органічних забруднень проводять обробкою в гідроциклонах, шнекових промивачах і його рециркуляцією, а також комбіновано. Якщо у перших двох випадках потрібне спеціальне обладнання, то метод рециркуляції осаду піскоуловлювача досить просто реалізують на будь-яких очисних спорудах. Метод засновано на тому, що потік стічних вод надходить у піскоуловлювач і рухається по ньому шаром, що іноді досягає 2–2,5 м. Отже, кожна частинка з однаковою гідравлічною крупністю у потоці знаходиться в різних умовах.

Частинки, що знаходяться ближче до дна, швидко осідають, а ті, що знаходяться біля поверхні води, проходять по розрахунковій траєкторії, де, власне, і відбувається класифікація часток за питомою масою. Таким чином, якщо осівший і вловлений у піскоуловлювачі осад відкачати та знову направити строго на поверхню води на початку піскоуловлювача, то кожна частинка пройде розрахункову траєкторію,

що забезпечить видалення органічних частинок з осаду піскоуловлювача.

*Первинні відстійники* розміщують у технологічній схемі очистки стічних вод безпосередньо за піскоуловлювачами. Вони мають виділяти зважені речовини зі стічних вод. У процесі освітлення води, яке становить 40–60 %, відбувається також проходження стічних вод через первинний відстійник і зниження величини БСК на 20–40 %.

Для запобігання підвищеному приросту надлишкового активного мулу в аеротенках і біоплівці у біофільтрах кінцева концентрація зважених речовин в освітленій воді після первинних відстійників не має перевищувати 100–150 мг/дм<sup>3</sup>. За початкової концентрації зважених речовин у стічній воді 200–500 мг/дм<sup>3</sup> це обумовлює раціональність вибору первинного відстоювання з заданою тривалістю.

Первинні відстійники мають забезпечити необхідний ефект освітлення стічних вод і ущільнення осаду відповідно до проекту.

Ефект освітлення стічних вод (відсоток) і ущільнення осаду в первинних відстійниках має становити:

- для горизонтальних – 50–60 % за 93,0–94,0 % вологості осаду;
- для вертикальних – 30–40 % за 94,5–95,5 % вологості осаду;
- для радіальних – 40–50 % за 92,0–94,0 % вологості осаду.

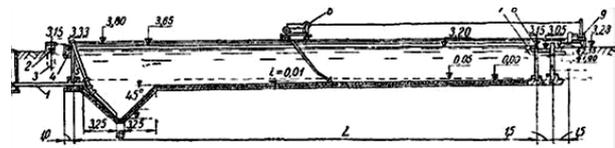
Вміст завислих речовин у стічній воді після первинних відстійників не має перевищувати 150 мг/дм<sup>3</sup> під час подачі її на біофільтри або аеротенки неповної очистки і 100 мг/дм<sup>3</sup> під час подачі в аеротенки повної біологічної очистки.

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

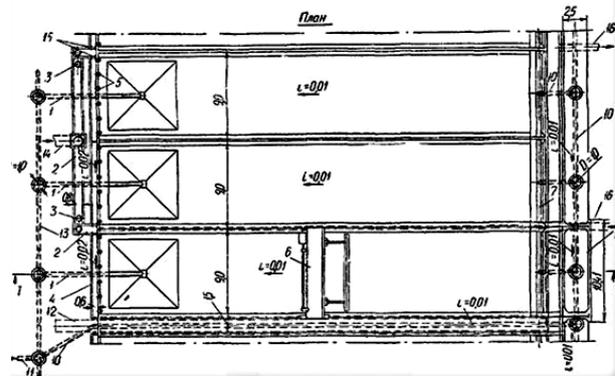
**Принцип роботи горизонтальних відстійників** (рис. 3.20). За витратою ( $Q$ ) стічних вод (СВ) встановлюють необхідну тривалість відстоювання і швидкість руху води. Вимірюючи температуру води ( $T$ ), вносять поправку на вплив в'язкості води. За величинами концентрації завислих речовин  $C_{en}$  і  $C_{ex}$  обчислюють ефект освітлення; одночасно ведуть вибірковий контроль за величиною біологічного споживання кисню (БСК) на вході ( $L_{ex}$ ) і виході ( $L_{en}$ ) з відстійника. Ефект очищення за БСК узгоджують зі ступенем зниження концентрації завислих речовин. Випуск осаду з первинних відстійників очисної станції здійснюють за графіком, узгодженим з вузлом знешкодження та зневоднення осадів. Заміряють витрату осаду ( $Q_{oc}$ ) (або його об'єм за разовий випуск), вологість ( $p$ ) і зольність ( $S$ ).



*a*



*б*



*в*

Рис. 3.20. Горизонтальний первинний відстійник:  
*a* – загальний вигляд; *б, в* – схеми з різних ракурсів

Контроль за ступенем загнивання осаду ведуть за рН:

- для сирого свіжого осаду характерні значення рН у межах 7,2–7,4;
- для загниваючого, в якому відбуваються процеси кислого бродіння, рН знижується від 6,7 до 7,0.

Бродіння осаду супроводжується виділенням газів, спливаючі бульбашки яких проглядаються на поверхні води у відстійнику. Газовиділення посилюється в теплий період року і сприяє виносу частинок суспензії з відстійника, тому влітку осад вивантажують частіше, ніж узимку. Під час вивантаження осаду під гідростатичним напором або за допомогою відцентрового насоса відбувається підсос води через воронку, що утворюється над отвором випускної труби, тому вологість осаду становить 95–96 %. Періодичний випуск осаду з зупинками для сповзання його у приямок або застосування плунжерних насосів знижують вологість осаду на 93–94 %.

Загнивання і винос частинок осаду, головним чином, помітні у випадку неякісного виготовлення і монтажу скребкових пристроїв. Скребковий пристрій або скребки на візках потрібно підігнати за профілем днища відстійників, щоб уникнути накопичення осаду в пазухах з його подальшим загниванням. У пусконаладжувальний період слід провести бетонування пазух, кутів та інших місць залежування осаду.

Згрібання осаду в приямок проводять за 1–1,5 год до його вивантаження.

Спливаючі домішки видаляють з поверхні за допомогою напівзанурених щитів, що встановлюють на візках, або гідравлічним способом (підвищенням рівня води у відстійнику і переливом її в лоток для плаваючих речовин).

*Радіальні відстійники* – це круглі у плані резервуари, в яких стічна вода подається в центр відстійника і рухається радіально від центру до периферії (рис. 3.21). Швидкість руху води змінюється від максимальної в центрі до мінімальної на периферії радіального відстійника.

Вимірювані параметри і показники ті ж, що і для горизонтальних відстійників. Ферму зі скребками пускають у хід на 1,5–2 год до вивантаження осаду; приямок для зберігання осаду за механізованого його видалення розраховують на 8 год, що зумовлює як мінімум триразове вивантаження його протягом доби. Для збору плаваючих речовин зазвичай застосовують збірні бункери на поворотному шарнірному пристрої, які підтоплюються під рівень води, коли над ними проходить ферма скребка.



Рис. 3.21. Радіальний первинний відстійник

Збирати і видаляти осад у радіальних відстійниках не важко за умови якісного виготовлення і монтажу скребкових пристроїв. Пристрій для згрібання осаду вмикають за 1–1,5 год до вивантаження осаду, а вимикають перед початком або після закінчення вивантаження.

Під час видалення осаду відцентровими насосами або під гідростатичним напором вологість осаду коливається на рівні 95–96 %; використання плунжерних насосів знижує вологість до 94 %. Зі збільшенням висоти шару осаду, що накопичується, можливе деяке зниження вологості, але це зазвичай супроводжує його загнивання. З цієї точки зору, доцільно накопичувати осад перед вивантаженням у центральному приямку, ущільнювати його деякий час і потім вивантажувати.

*Вертикальні відстійники* – це круглі у плані резервуари з конічним днищем, в яких потік стічної води, що освітлюється, рухається у вертикальному напрямку (рис. 3.22).

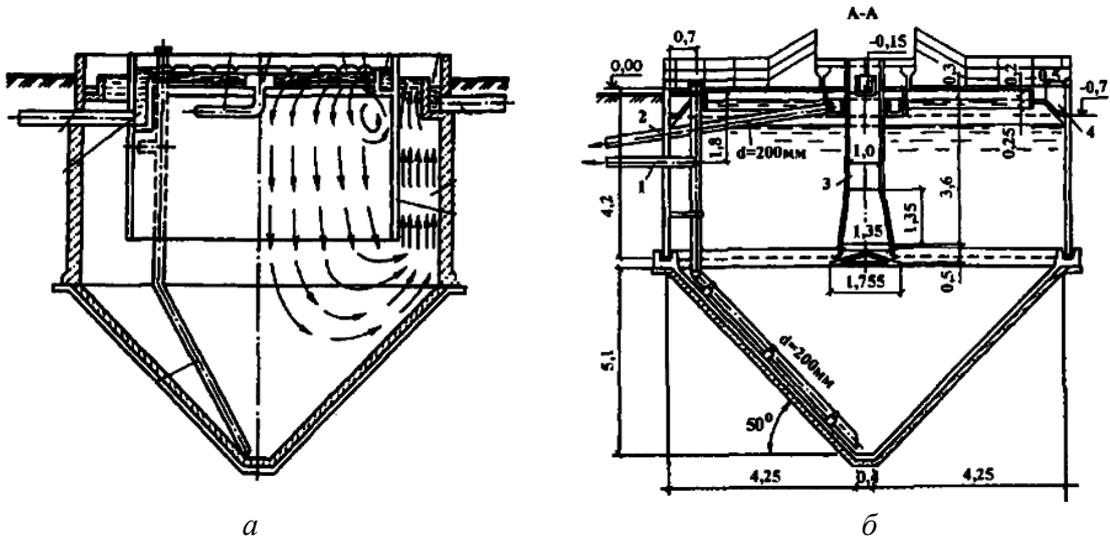


Рис. 3.22. Конструкції вертикальних відстійників:  
*a* – з низхідно-висхідним рухом води; *б* – відстійник з центральною подачею стічних вод

Залежно від типу впускного пристрою вертикальні відстійники поділяють на:

- з центральним впуском води;
- з низхідно-висхідним рухом води;
- з периферійним впуском води.

Характерним недоліком традиційних вертикальних відстійників з центральною трубою і відбивним щитом є недосконалість розподільної системи. Потік води, що виходить через зазор між центральною трубою і відбивним щитом, створює зони транзитних струменів біля стін споруди і водоворотні зони по периферії центральної труби, у зв'язку з чим коефіцієнт об'ємного використання вертикальних відстійників має найменше значення ( $K_{set} = 0,35$ ). Якщо ж система розподілу води розгалужена, як у відстійниках з низхідно-висхідним рухом рідини, коефіцієнт об'ємного використання зростає до 0,6.

Слід зауважити, що навіть незначні неточності у монтажі розподільчої системи істотно знижують коефіцієнт об'ємного використання (від 0,45 до 0,5). Необхідно приділити увагу вивантаженню осаду з вертикальних відстійників: ковзання осаду в центральній зоні конічної частини відстійників відбувається легше і швидше, ніж по площині днища, у зв'язку з чим утворюється воронка, через яку підсмоктується вода. Практикують дробове вивантаження

осаду, даючи можливість пристінному шару сповзати у приямок. Крім того, застосовують руйнування шару осаду в пристінній частині різними пристосуваннями, чергуючи періоди випуску осаду і руйнування ущільненого шару на кінчному днищі.

Технологічна схема контролю за роботою вертикальних відстійників аналогічна схемам для горизонтальних і радіальних.

*Тонкошарові відстійники.* Освітлення води в тонкому шарі відбувається значно швидше, ніж у звичайному відстійнику. Як первинні відстійники, тонкошарові модулі можуть застосовуватися тільки за належного захисту від забивання покидьками.

Основними елементами у влаштуванні та експлуатації тонкошарових модулів є розподіл і збір води, відведення осаду і спливаючих домішок. Невдало запроектовані або неякісно виконані системи розподілу і збору води призводять до появи транзитних струменів і застійних зон, внаслідок чого знижується коефіцієнт об'ємного використання з 0,7–0,8 до 0,4–0,5; зменшується тривалість відстоювання у блоках з високим гідравлічним навантаженням.

Слід надавати перевагу розвиненим збірно-розподільним системам з малим гідравлічним навантаженням на одиницю довжини водозливів, уникаючи одностороннього розташування лотків.

Часто застосовують тонкошарові модулі як засіб інтенсифікації роботи відстійників, встановлюючи їх поблизу збірних лотків, де можливість їх засмічення мінімальна.

*Відстійники з преаераторами.* Ефективність роботи відстійників з преаераторами залежить від ступеня відповідності параметрів (подачі активного мулу, інтенсивності та тривалості аерації) і оптимального їх поєднання. У розбавлених, низько концентрованих стоках попередня аерація малоефективна і в якійсь мірі шкідлива, оскільки позбавляє активний мул аеротенків частини легкозасвоюваного високопоживного субстрату. У концентрованих стічних водах з високим вмістом зважених речовин преаерація найбільш ефективна.

Слід звернути увагу на те, що побутові стічні води є своєрідними в сенсі відношення кількості зважених речовин (65 г/чол.·добу) до кількості колоїдних систем та істинно розчинених речовин (50–55 г/чол.·добу), що наближається як 1:1. Саме в таких стоках ефективна преаерація. Кількість активного мулу, що подається, співвідноситься із загальним вмістом зважених речовин і тією їх частиною, яка осідає в лабораторних циліндрах за період від 20 хв до 2 год

(діапазон від 1200 до 3200 с). У відношенні до загальної концентрації зважених речовин кількість подаваного мулу становить 25–30 %, а до частини суспензій, що повільно осідають – 120–150 %.

Під час оцінювання роботи відстійників необхідно враховувати зміну кінетики відстоювання суміші зважених речовин і активного мулу, зміну показника ступеня агломерації частинок.

Інтенсивність аерації вибирають за кількістю розчиненого кисню, що підтримується в стічних водах на рівні 0,5–2,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Припинення аерації або недостатня її інтенсивність досить різко знижують ефективність преаерації.

У відстійниках, зблокованих з преаераторами, спостерігається режим роботи, близький до прояснювачів, і тому слід брати до уваги правила експлуатації згаданих споруд. Зважені речовини, що виносяться із відстійників з преаераторами, складаються з консервативних елементів (частки домішок води) і живих клітин активного мулу. Відрізнити ту чи іншу частини домішок можливо за змістом дезоксирибонуклеїнової кислоти (хромосомний апарат клітин) або зі зміни ферментативної активності. Винос клітин бактерій не впливає на роботу аеротенків і біофільтрів.

На роботу великих відстійників (діаметром 24 м і більше) великий вплив мають хвилі, які утворюються на водній поверхні за сильних вітрів. Таку нерівномірність вдається значно зменшити під час влаштування зубчастого водозливу у вигляді трикутників (з кутом 90° при вершині). Скребки для видалення осаду не мають чіплятися за нерівності днища відстійника і відставати від дна більш ніж на 30–40 мм.

У процесі експлуатації первинних відстійників персонал зобов'язаний:

- постійно контролювати час перебування стічної рідини у спорудах і забезпечувати її рівномірний розподіл між усіма відстійниками;
- очищувати лотки і канали, які підводять воду до відстійників, від відкладень важкого осаду і покидьків;
- зішкрібати з країв водозливів збірних лотків забруднення та біологічні обростання;
- вчасно видаляти з поверхні відстійників плаваючі речовини;
- контролювати ефект освітлення стічних вод і попереджувати винесення осаду;

– утримувати у справному стані і чистоті засувки, шибери та інше обладнання;

– забезпечувати видалення осаду не рідше двох разів на добу – з вертикальних і горизонтальних відстійників, не обладнаних скребковими механізмами; не рідше одного – двох разів на зміну – з радіальних та горизонтальних відстійників, обладнаних скребковими механізмами;

– забезпечувати належний догляд за скребковими механізмами та їх рейковими коліями.

Під час випуску осаду з вертикальних та горизонтальних відстійників засувку на мулопроводі слід відкривати поступово.

Після випускання осаду колодязь і мулопровід промивають. Воду після промивання спрямовують у голову очисних споруд.

Спорожнювати відстійники для огляду, очищення і ремонту потрібно: не рідше одного разу на два роки – для відстійників, обладнаних механічними скребками; не рідше одного разу на три роки – для усіх інших типів відстійників.

Інтенсифікувати роботу первинних відстійників можна кількома методами. Одним із них є коагуляція дрібних зважених частинок у більшій аерації або аерацією з надмірною мулом, що дає можливість затримувати більше зважених часток. Аерація стічної води протягом 10–20 хв збільшує агломераційну здатність суспензій і підвищує ефективність відстоювання на 10–15 %.

### ***3.2.3. Споруди біологічної очистки стічних вод***

Процес біологічного очищення засновано на здатності мікроорганізмів використовувати розчинені органічні речовини стічних вод для харчування у процесі життєдіяльності. Частина органічних речовин перетворюється у воду, діоксид вуглецю, нітрит- і сульфат-іони, частина йде на утворення біомаси.

Споруди біологічної очистки можна умовно розділити на два види:

- з очищенням в умовах, близьких до природних;
- очищенням у штучно створених умовах.

До першого виду належать поля фільтрації і поля зрошення (земельні ділянки, в яких очищення відбувається за рахунок фільтрації через шар ґрунту), а також біологічні ставки (неглибокі водойми, в яких відбувається очищення, засноване на процесі самоочищення водойм).

Другий вид – це такі споруди, як біофільтри й аеротенки. Біофільтр – резервуар з фільтрувальним матеріалом, поверхня якого вкрита біологічною плівкою (колоніями мікроорганізмів, здатних сорбувати й окиснювати органічні речовини зі стічних вод). Аеротенк – резервуар, в якому очищаються стічні води у процесі змішування з активним мулом (біоценозом мікроорганізмів, здатних поглинати органіку зі стоків).

Біологічне очищення є основним методом обробки міських стічних вод. Існують аеробні та анаеробні методи біологічної очистки стічних вод. За аеробного очищення мікроорганізмами, що культивуються в активному мулі і біоплівці, споживається кисень.

Для очистки міських стічних вод використовують аеробні методи біологічної очистки. Анаеробні методи біологічної очистки використовують для очистки висококонцентрованих стічних вод.

Для заданого ступеня очищення стічних вод основними факторами, що впливають на швидкість біохімічних реакцій, є:

- концентрація потоку стічних вод;
- вміст кисню в стічній воді;
- температура і рН середовища;
- вміст біогенних елементів, а також наявність важких металів і мінеральних солей.

Турбулізація потоку стічної води приводить до збільшення швидкості надходження поживних речовин і кисню до мікроорганізмів, що приводить, у свою чергу, до збільшення швидкості очищення. Турбулізація забезпечується інтенсивним перемішуванням стічних вод за рахунок повітря, яке подають, або механічним способом.

Підвищення температури стічної води збільшує швидкість протікання очищення у два – три рази, але тільки у межах 20–30 °С. При цьому необхідно проводити інтенсивнішу аерацію, так як розчинність кисню зі збільшенням температури знижується.

За нижчих температур уповільнюється процес адаптації бактерій до нових видів забруднень, погіршуються процеси нітрифікації, флокуляції та осадження активного мулу.

Солі важких металів адсорбуються активним мулом, при цьому знижується біохімічна активність мулу і відбувається його спухання через інтенсивний розвиток нитчастих форм бактерій. За ступенем токсичності важкі метали можна розташувати в такому порядку: Sb > Ag > Cu > Hg > Co > Ni > Pb > V > Cd > Zn > Fe.

У процесі аерації вода насичується бульбашками повітря, потім кисень з бульбашок адсорбується водою і переноситься до мікроорганізмів.

Біогенні елементи і мікроелементи є необхідними для успішного протікання біохімічних реакцій в стічній воді. До них належать N, S, P, K, Mg, Ca, Na, Cl, Fe, Mn, Mo, Ni, Co, Zn, Cu та ін.

Серед них основними є N, P і K. Мала кількість азоту гальмує окиснення органічних забруднювачів і призводить до утворення важко-осідаючого мулу. Нестача фосфору призводить до розвитку нитчастих бактерій і, в результаті, до спухання активного мулу.

Вміст біогенних елементів залежить від складу стічних вод і має встановлюватися експериментально. Орієнтовне співвідношення БПК:N:P за тривалості очищення до 3 діб становить 100:5:1. За тривалості очищення 20 діб це співвідношення слід підтримувати на рівні 200:5:1.

До споруд з очищенням стічних вод в умовах близьких до природних належать поля зрошення і фільтрації, біологічні ставки і циркуляційні канали.

**Поля зрошення** (рис. 3.23). Поля фільтрації влаштовують на ґрунтах з хорошими фільтраційними властивостями. За санітарними умовами допускається направляти на поля зрошення стічні води тільки після біологічного очищення. Режим роботи полів зрошування визначає агрохімічна служба агропромислового підприємства, у віданні якого перебувають зрошувані угіддя. Агротехнічні заходи – обробка ґрунту, вирощування рослин тощо – необхідні для збереження і поліпшення структури культурного ґрунтового шару, ліквідації накопичень органічних речовин, у тому числі біомаси мікроорганізмів, вилучення біогенних елементів (азоту, фосфору, калію).

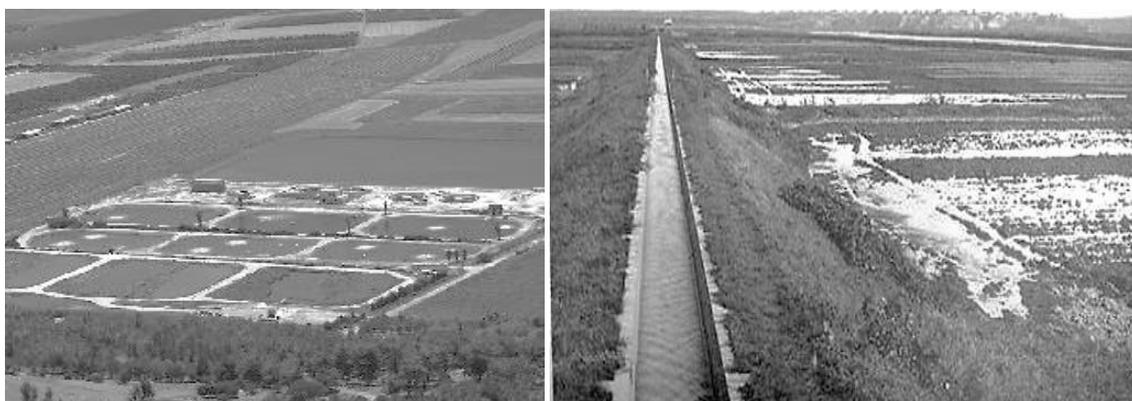


Рис. 3.23. Поля зрошення

За графіком сівозмін встановлюють порядок зрошення, необхідні середньорічні витрати стічних вод, а також кількість внесених зі стічними водами добрив (азоту, фосфору, калію). Конкретні терміни поливу і об'єм стічних вод призначають залежно від погодних умов. У міжполивний період стоки зберігають у польових накопичувачах. Надлишок води, зібраний відкритою або закритою дренажною мережею, збирають у буферні ємності (накопичувачі) і направляють знову на зрошення. У зонах з надлишковою вологістю вода з дренажної системи скидається у водойму, і при цьому якість її має відповідати необхідним нормативам.

Розподіл води на зрошуваних ділянках, спосіб поливу (напуском, дощуванням тощо) визначаються службою агрокомплексу.

Поєднання періоду зрошення з наступним періодом профілактичних заходів досягається на основі річних і сезонних графіків зрошення. Графіки складають з річним і місячним прогнозами погоди з урахуванням вимог агротехніки, сівозміни, потреби у воді і біогенних елементах. Кількість води і тривалість разового поливу визначаються фільтраційними властивостями ґрунту.

Порушення процесу біологічної регенерації ґрунтових структур негайно призводить до їх кальматації і заболочування. Фільтрування стічних вод сприяє інтенсивному розвитку мікроорганізмів ґрунтового біоценозу, ослизненню і закупорці порового простору, погіршенню аерації, розвитку цвілевих грибів та інших кислото-утворювальних культур. Зважені речовини, які затримуються у поровому просторі, стають істотним фактором приросту біомаси. Завдання служби експлуатації полягає в створенні режиму підготовки і напуску стічних вод, що унеможливило кальматацію ґрунту.

Зайве гідравлічне навантаження найшвидше відбивається на агрохімічному складі ґрунту: знижується рН, посилюються анаеробні процеси, погіршується кисневий режим, біоценоз ґрунту бідніє і зміщується до факультативно-анаеробного. За такими ознаками методом проб (шляхом напуску різної кількості стічних вод на карти з подальшим спостереженням за ними) встановлюють норми разового поливу. Норми потрібно корегувати залежно від сезону року, кількості атмосферних опадів, дефіциту вологості ґрунтів. Тривалість періоду для відновлення збалансованого біотопу ґрунту не можна призначити заздалегідь, її встановлюють дослідним шляхом за участю агрохімічної служби.

З огляду на згадані обставини, складають календарний циклічний графік поливу карт, у якому тривалість циклу становить від 2 до 15 діб. Карти полів систематизують за фільтраційними властивостями ґрунтів для можливості маневру, створення запасу площ на період сніготанення, інтенсивного випадання опадів.

Оранка полів сприяє їх аерації, інтенсивнішому окисненню накопичених забруднень. Оранку проводять два – три рази на рік, руйнуючи поверхневий шар закальматованого ґрунту. Вирощувані культури мають бути вологолюбними, з інтенсивним ростом, широко розгалуженою кореневою системою. Зі стічними водами в ґрунт потрапляє насіння бур'янів, які потребують певних зусиль у боротьбі з ними. Але в цілому не слід випускати з уваги, що рослинництво слугує поліпшенню морфологічних властивостей ґрунту, а не підвищенню врожайності.

Система збору дренажних вод (закритий дренаж, осушувальні канали) необхідна для виведення надлишкової води з поверхневого шару ґрунту та захисту підземних водоносних горизонтів від забруднення азотом, фосфором, розчиненими органічними речовинами. За нормального режиму роботи полів зрошення забрудненість дренажних вод залежить від кількості та якості підземних вод і стоків, що фільтруються з поверхні.

У найнесприятливішому випадку їх склад наближається до якості біологічно очищеної води (після аеротенків і біофільтрів). Зазвичай склад дренажних вод близький до складу стічних після доочистки на швидких фільтрах.

Інфекційні та паразитарні мікроорганізми зберігають життєздатність у ґрунті тривалий час, з чим потрібно ознайомити експлуатаційний персонал. Вирощувані рослини необхідно піддавати термообробці (наприклад, в апаратах для приготування трав'яного борошна) з метою знезараження.

За неможливості прийому води на зрошення її потрібно направляти на поля фільтрації, які слугують аварійним резервом полів зрошення. Поля фільтрації можуть перебувати у віданні управління ВКГ або служб агрокомплексу (за домовленістю). Площа полів фільтрації має забезпечувати прийом всієї витрати стічних вод протягом двох-трьох місяців на рік; за цей період може бути відновлено дефектні ділянки мережі, пошкоджені насосні станції тощо.

*Поля фільтрації* є самостійними спорудами для біологічної очистки стічних вод. Принцип роботи ґрунтового біоценозу і вищої рослинності полягає в окисненні органічних забруднень гетеротрофними мікроорганізмами, фіксації і використанні продуктів окиснення, включаючи сполуки азоту і фосфору, автотрофними мікроорганізмами і культивованою рослинністю. Вирощувані культури необхідні для виносу з ґрунту зайвої кількості біогенних елементів, що накопичуються в ньому, збереження морфологічних властивостей ґрунтів. На полях фільтрації не досягається баланс між кількістю біогентів, що вводяться зі стоками і тими, що виносяться з урожаєм, тому очищувана вода може містити залишкову їх кількість. Для захисту підземних вод за високого їх рівня влаштовують дренажну систему, за допомогою якої здійснюють збір підземних вод із верхнього горизонту і профільтрованих з поверхні стічних вод (рис. 3.24).



Рис. 3.24. Система збору дренажних вод

Якість дренажних вод вважають задовільною, якщо вона наближається до якості води після біологічного очищення та фільтрації на піщаних фільтрах.

У зимовий період проводять наморожування стоків на картах, що становлять до 80 % загальної площі, створюючи умови для підлідної фільтрації води. У період сніготанення вживають заходи для інтенсивного відводу з карт талої води з метою якнайшвидшого осушення ґрунту й інтенсивного прогрівання її для розвитку повноцінного ґрунтового «співтовариства» мікроорганізмів, здатних ліквідувати забруднення, які накопичилися в ґрунті за зиму.

У місцевих інструкціях має бути чітко визначено завдання персоналу щодо підготовки полів до експлуатації в різні пори року.

Під час експлуатації цих споруд персонал зобов'язаний:

- забезпечувати рівномірний розподіл стічних вод по зрошуваних ділянках або картах та нормативне (за регламентом) питоме навантаження стічних вод;

- підтримувати належний стан поверхні ділянок і карт, не допускаючи їх замулення, для чого у міру необхідності, але не рідше двох разів на сезон, проводити їх оранку, уникаючи порушення планування поверхні карт і створення горбів та западин;

- не допускати скидання стічних вод в осушувальну (дренажну) мережу і водойми;

- дотримуватися санітарно-гігієнічних вимог;

- проводити не рідше одного разу на тиждень, а також після злив огляди, забезпечувати вчасне видалення наносів, сміття з водорозподільчих каналів, лотків, дренажних і зрошувальних каналів;

- скошувати рослинність на валиках і відкосах каналів 2–3 рази на сезон;

- вчасно проводити поточні ремонти усіх елементів полів зрошення і фільтрації;

- вести систематичний контроль за ступенем очищення води і не допускати відведення з полів фільтрації стічних вод, які не відповідають встановленим вимогам.

*Аеробні біологічні ставки з природною аерацією* використовують для очищення міських стічних вод (рис. 3.25). Це ставки окисного типу, де не допускають накопичення осаду на дні і створення там анаеробних умов.



Рис. 3.25. Аеробний біологічний ставок з природною аерацією

На біологічних ставках, залежно від навантаження за БСК і тривалості очищення, перебігають паралельно чи послідовно процеси повної або часткової трофічної схеми. До повного циклу трансформації забруднень належать деструкція органічних речовин гетеротрофними мікроорганізмами, вилучення мінеральних домішок (азоту, фосфору) і відтворення органічних речовин автотрофними мікроорганізмами, вилучення «вторинної» біомаси рачками і найпростішими організмами, споживання представників цього трофічного рівня рибами, комахами, земноводними організмами. Очищення води під час повного циклу досягає рівня, характерного для забруднених природних водойм (БСК становить 6–8 мг/дм<sup>3</sup>). Якщо процес розривається на рівні розвитку гетеротрофних або автотрофних мікроорганізмів, то необхідно передбачити ліквідацію приросту біомаси, щоб уникнути утворення донного мулу і вторинного забруднення води. В цьому випадку очищена вода характеризується значенням БСК 15 мг/дм<sup>3</sup>, підвищеним вмістом зважених речовин – 20–30 мг/дм<sup>3</sup>, представлених бактеріальною масою, значним фоном сполук азоту – 10–20 мг /дм<sup>3</sup>.

Достатність кисневого забезпечення перевіряють методом постійного контролю в найхарактерніших місцях.

До обов'язків експлуатаційного персоналу належить постійне спостереження за розвитком донних відкладень. За невеликого об'єму донних відкладень вони переробляються спільнотою організмів донного шару, переважаючими в якому є личинки комарів. Збільшення інтенсивності відкладень призводить до придушення спільноти, розвитку анаеробного бродіння, виділення газів і вторинного забруднення. Якщо не вживати заходи щодо видалення осаду і чищення ставків, то це неминуче призводить до різкого погіршення якості води, коли в ставку спостерігаються вищі концентрації забруднювальних речовин, ніж на вході у споруди.

Перевантажені ставки можна налагодити за рахунок застосування штучної аерації у перших секціях, що збільшує константу швидкості очищення в 7–10 разів. Однак слід мати на увазі, що штучна аерація сприяє також інтенсивному росту мікроорганізмів, і в цьому випадку слід проводити глибоке освітлення води у відстійниках після секцій з аерацією, виводячи тим самим із системи надлишок біомаси.

*У біологічних ставках зі штучною аерацією система аерації може бути пневматичною або механічною, але у будь-якому випадку активною буде та частина ставка, яка інтенсивно перемішується за*

рахунок руху води зі швидкістю більш ніж 0,05–0,1 м/с. Перемішування води дещо збільшує тепловтрати, що небажано в холодний період року. З цієї точки зору, корисно збільшувати глибину ставків, забезпечуючи процес очищення за рахунок посиленої аерації і перемішування. З іншого боку, в глибоких ставках різко послаблюється діяльність автотрофних мікроорганізмів, внаслідок чого зростає винос азоту і фосфору з очищеною водою. З цієї причини рекомендують застосовувати посадки вищої водної рослинності в заключній секції ставків або поєднувати ставки з аерацією і ставки без аерації.

Перевантаження біоствків і недотримання режимних параметрів призводять у кінцевому результаті до утворення донних відкладень, появи анаеробних зон, вторинного забруднення води. Надлишок органічних забруднень призводить до інтенсивного зростання гетеротрофної біомаси і поступове накопичення її внаслідок осадження. Такий же ефект виникає за нестачі кисню, коли процеси росту мікроорганізмів превалюють над окисними й основна частина забруднень трансформується в біомасу. У донні відкладення потрапляє маса планктону в осінній період внаслідок сезонних змін і відмирання світлолюбних культур. Особливо ретельно за кисневим режимом потрібно спостерігати взимку.

*Циркуляційно-окисні канали* розраховано на повне окиснення забруднень, що знаходяться в різному агрегатному стані, включаючи зважені речовини, які за відсутності первинного відстійника мають повністю мінералізуватись у споруді. Штучна аерація і постійна циркуляція рідини зі швидкістю не менше ніж 0,4 м/с забезпечують належний кисневий режим. Найбільш відповідальним моментом є збереження температури води на рівні 6–8 °С у зимовий період (ця межа зумовлена припиненням діяльності нітрифікуючих бактерій за нижчої температури).

У південних районах України канали з аерацією будують таким чином, щоб максимально використовувати розвинену водну поверхню для зниження витрат на забезпечення киснем. В умовах більш холодного клімату доцільні глибокі канали з мінімально відкритою водною поверхнею, яку в період сильних холодів утеплюють різними підручними засобами. Значна тривалість (більше доби) процесу очищення має забезпечувати мінералізацію активного мулу, щоб його надлишок, який виводиться на мулові майданчики не загнивав під час сушіння.

У каналах можна вести денітрифікацію шляхом періодичного зниження подачі кисню, залежно від конструкції аератора. Зниження кисневого забезпечення під час надходження стічних вод і перемішування рідини в каналі сприяє денітрифікації.

У процесі експлуатації циркуляційних окиснювальних каналів персонал зобов'язаний:

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

Належні умови роботи циркуляційних окиснювальних каналів забезпечуються за концентрації розчиненого кисню не менше ніж 2,0 і не більше ніж 6,0 мг/дм<sup>3</sup> за швидкості руху води в каналі не менше ніж 0,4 м/с.

Заглиблення гребенів аератора має бути не менше ніж 0,08 м і не більше третини діаметра аератора.

Припинення роботи аератора та пристроїв для подачі зворотного активного мулу для огляду чи ремонту допустимо не більше ніж на 2–3 год.

Період нарощування активного мулу залежить від кількості, складу і температури стічних вод, а також від пори року і може становити 1–2 місяці.

Взимку аератор утеплюють для запобігання його обмерзанню. Допускають застосування електрообігріву кожуха аератора.

Для інтенсифікації процесу очистки циркуляційно-окисні канали, за методикою проф. Гвоздяка П.І., доцільно переобладнати у біофільтри, закріпивши по довжині каналу насадки з волокнистого матеріалу типу «Вія».

Біофільтр – це споруда, в якій стічна вода фільтрується через завантажувальний матеріал, покритий біологічною плівкою, утвореною колоніями мікроорганізмів.

У біологічних фільтрах прикріплена до завантаження біомаса здійснює вилучення органічних забруднень за час проходження стічних вод спорудою.

Біофільтри класифікують за такими ознаками:

- ступенем очищення: на повну і неповну біологічну очистку;
- способом подачі повітря: зі штучною аерацією (аерофільтри) і з природної подачею повітря;
- режимом роботи: з рециркуляцією стічної води (тобто з поверненням частини очищеної рідини у біофільтр) і без неї;
- технологічною схемою: одно- і двоступінчасті біофільтри;
- пропускною здатністю: малою пропускною здатністю (краплинні біофільтри) і великою (високонавантажувані);
- видом і особливостями завантажувального матеріалу: біофільтри з об'ємним (гравій, шлак, керамзит, щебінь та ін.) і площинним (пластмаси, тканини, азбестоцемент, кераміка, метал та ін.) завантаженням.

Під час пускового періоду біофільтрів утворення біологічної плівки досягають поступовим збільшенням навантаження забрудненнями, що надходять зі стічною водою. Спочатку стічну воду подають невеликими порціями, при цьому добовий об'єм поданої на фільтр води не має перевищувати 10–20 % об'єму фільтрувального матеріалу. Витрата стічної води має становити 30–40 % проектної витрати. Процес щодня контролюють, проводячи аналізи проб води на вміст амонійного азоту і нітратів. Коли вміст нітратів у воді становитиме 50 % азоту амонійних солей, навантаження на біофільтр збільшують і доводять поступово до розрахункової величини.

Інтенсивному росту біоплівки сприяє доставка активного мулу або біоплівки з діючої станції.

У теплу пору року пусковий період біофільтрів триває 1–1,5 місяця залежно від місцевих умов. Вирішальне значення для правильної експлуатації біофільтрів має рівномірність розподілу води між декількома робочими спорудами, так як перевантаження будь-якого з них швидко призводить до його замулення.

У біофільтрах надлишковий мул складається з біоплівки, що змивається з завантажувального матеріалу споруд. Цей мул являє собою суміш, яка складається з аеробних бактерій, відмерлих тіл мікроорганізмів, продуктів їх життєдіяльності, дрібних частинок

завантажувального матеріалу і виносу дрібних зважених часток, які не затримались у відстійниках.

**Краплинні біофільтри.** До пуску біофільтрів у роботу в пусконалагоджувальний період необхідно вжити комплекс заходів з перевірки окремих елементів біофільтра (рис. 3.26).

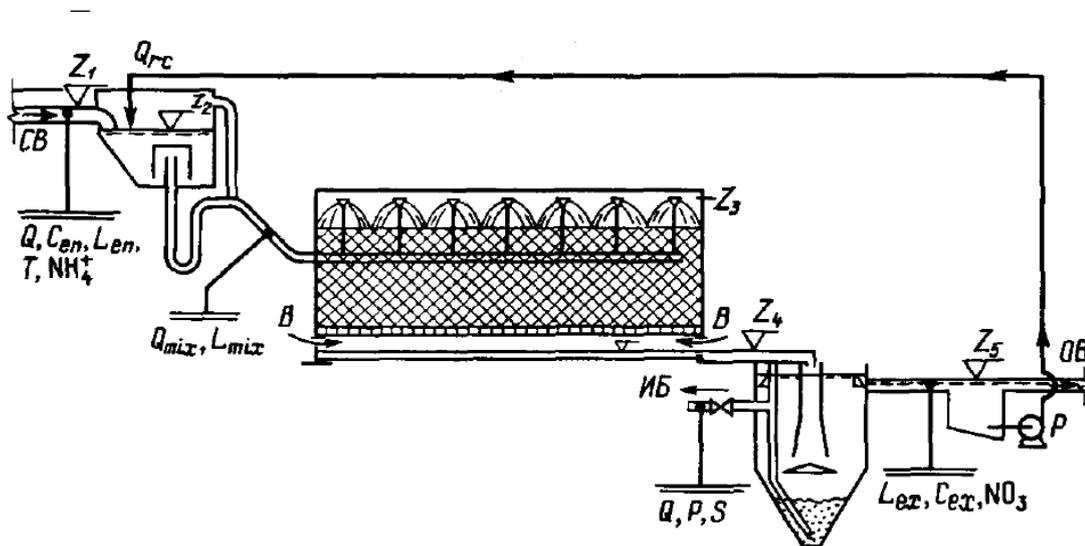


Рис. 3. 26. Схема контролю за роботою краплинних біофільтрів:  
 П – повітря; НБ – надлишкова біоплівка; ОВ – очищена вода;  
 Р – рециркуляція очищеної води; СВ – стічні води

Перевірці підлягають:

- крупність, міцність і стійкість матеріалу завантаження;
- працездатність системи зрошення – дозувального бака, трубопроводів, спринклерів;
- рівномірність і періодичність зрошення;
- система вентиляції завантаження;
- елементи конструкції вторинних відстійників;
- насосна станція рециркуляції очищеної води (за її наявності).

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

За витратою ( $Q$ ) встановлюють гідравлічне навантаження. Концентрація зважених речовин ( $C_{en}$ ) у стічних водах підтримується на можливо низькому рівні, не більше ніж  $150 \text{ мг/дм}^3$ , що захищає біофільтр від замулення. Відношення  $L_{en}/L_{ex}$  є кратністю зниження БСК, що регламентується нормами.

Оцінку роботи біофільтрів проводять за даними аналізів вихідної (БСК, ХСК, концентрація зважених речовин, азот амонійний, СПАР) та очищеної води (БСК, ХСК, концентрація зважених речовин, азот амонійний, нітрити, нітрати), а також осаду вторинних відстійників.

Глибина очищення визначається значенням БСК очищеної води (12–18 мг/дм<sup>3</sup>) і ступенем нітрифікації (кількість нітратів 3–5 мг/дм<sup>3</sup>). Витрата повітря не регламентована, оскільки природний повітрообмін достатній для нормального ходу очищення.

Рециркуляцію стічної води на краплинних біофільтрах застосовують за значення БСК<sub>повн</sub> стічної води понад 220 мг/дм<sup>3</sup>.

Часто спостерігається погіршення роботи біофільтра під час замулювання завантаження. Біоплівка найбільш інтенсивно розвивається поблизу поверхні завантаження, на глибині 0,4–0,6 м від поверхні. Періодична перевірка кількості біоплівки на завантаженні здійснюється шляхом проходки шурфів на глибину до 1,0 м з визначенням об'єму та ваги осаду в промивній воді, в якій проводять відмивання біоплівки з зерен завантаження.

*Високонавантажувані біофільтри.* На відміну від краплинних фільтрів, високонавантажувані працюють за вищої щільності зрошення завантаження – близько 10–30 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> на добу.

В умовах нормальної експлуатації ефективність очищення залежить від якісного складу забруднень, температури води, аерації завантаження, однорідності і крупності завантажувального матеріалу, рівномірності зрошення.

Якісний склад забруднень оцінюють за БСК і ХСК стічних вод, утриманням зважених речовин. Наявність у стічних водах легкозасвоюваних речовин, підвищеного вмісту суспензій (допустима концентрація не більше ніж 150 мг/дм<sup>3</sup>) сприяє зростанню біоплівки і можливому замуленню завантаження. Різкі коливання температури стічних вод протягом доби призводять до зниження активності мікроорганізмів і потребують їх адаптації до умов, що змінилися.

Загальні принципи перевірки елементів конструкції ті ж, що і для краплинних біофільтрів. Система зрошення має забезпечувати рівномірне зрошення по усій площі, без перевантажених ділянок. У процесі регулювання зрошувачів застосовують або спосіб розширення отворів, через які проходить недостатня кількість води, або закривають частину отворів, що пропускають надмірну кількість рідини. Рівномірність зрошення встановлюють мірними бачками.

Перевіряють відповідність крупності завантаження необхідним нормам шляхом виїмки частини завантажувального матеріалу до глибини 1,0–1,5 м (пристрій шурфів). Оскільки основна частина біомаси накопичується у верхній третині завантаження, в якій найбільш ймовірно замулення, ретельна перевірка потрібна саме там.

Додаткову інформацію можна отримати в результаті мікроскопічного дослідження проб біоплівки, відібраної з місць її накопичення. Переважання анаеробної біомаси, гнильний запах, відносно низька кількість або повна відсутність аеробних індикаторних найпростіших організмів свідчать про загнивання біоплівки в поровому просторі.

У початковий період розвитку замулення можна промити біофільтр інтенсивною рециркуляцією за необхідності виключення його з роботи. Допускається промивка фільтра хлорною водою (доза хлору 100–150 мг/дм<sup>3</sup>, залишковий активний хлор 10–15 мг/дм<sup>3</sup>).

Після операцій з промивки завантаження, особливо у випадку застосування хлорної води, необхідне повторне проведення нарощування біоплівки.

***Біофільтри з листовим і рулонним пластмасовим завантаженням.*** У блоках завантаження з листових і рулонних матеріалів на відміну від об'ємних елементів зазвичай відсутні місця скупчення біоплівки, які погано промиваються потоком води. Висока пористість завантаження унеможливорює його замулення, але основним завданням стає рівномірне зрошення і ліквідація проскока стічних вод. З цією метою проводять ретельне трасування споруди в цілому і його окремих частин, з'ясовуючи й усуваючи причини малої тривалості проходження води через споруду. Як правило, вирішують питання вентиляції біофільтра, так як великі наскрізні зазори між поверхнями завантаження забезпечують належний кисневий режим навіть за природної вентиляції.

Плоска однорідна поверхня таких біофільтрів знижує швидкість масообміну, тому для глибокого очищення стічних вод необхідна рециркуляція очищеної води.

Плоскі і рулонні завантаження мають малу вагу, для них нехарактерна теплова інерційність, в холодний період охолодження відбувається досить швидко. Такі біофільтри влаштовують в укриттях, за потреби – опалювальних.

Пуск у роботу, нарощування біоплівки, технологічний контроль біофільтрів із пластмасовим завантаженням проводять так само, як і для інших біофільтрів.

Під час експлуатації біофільтрів усіх типів персонал зобов'язаний:

- забезпечувати подачу на фільтр заданої кількості стічної рідини (на одиницю об'єму чи площі завантаження) та її рівномірний розподіл;

- контролювати подачу повітря під час штучної аерації і слідкувати за роботою вентиляторів;

- вести спостереження за температурою стічної рідини (взимку);

- регулярно оглядати й очищувати водо- і повітророзподільні пристрої;

- забезпечувати вчасне промивання піддонного простору і каналів;

- вживати заходи з усунення підвищеного виносу зважених речовин, біоплівки і недопущення утворення на поверхні біофільтрів калюж;

- підтримувати нормальну рециркуляцію стічних вод;

- контролювати стан завантаження біофільтрів.

Біофільтри завантажують ретельно відсортованим за крупністю промитим матеріалом, який відповідає вимогам ДБН В2.5-75:2013, або пластмасовим завантаженням (блоками з полівінілхлориду, полістиролу, поліетилену, поліпропілену, поліаміду, гладких або перфорованих пластмасових труб тощо).

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

Температура стічних вод, що надходять на біофільтри, має бути не нижче ніж 6 °С, тому взимку в приміщення біофільтрів потрібно подавати тепле повітря.

Гідравлічне навантаження на біофільтри має бути у межах:

- для крапельних біофільтрів – 1–3 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> на добу;

- для високонавантажених біофільтрів – 10–30 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> на добу;

- для біофільтрів із пластмасовим завантаженням – 6–18 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> на добу.

Перерва у подачі стічних вод на зрошення завантаження біофільтрів (особливо взимку) не має бути більше 1 год.

За появи на поверхні біофільтра калюж потрібно негайно розпушити завантаження в цьому місці і промити його струменем води під тиском.

Для видалення забруднень із завантаження фільтра необхідно:

- промити (зросити) поверхню біофільтра чистою водою, видалити з піддонного простору осади;
- зняти верхній шар завантаження і промити його за межами біофільтра;
- замінити верхній шар завантаження на новий чи добре промитий матеріал.

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

*Аеротенки* – це споруди, очищення стічних вод в яких відбувається за допомогою активного мулу – біоценозу організмів, що розвиваються в аеробних умовах завдяки органічним забрудненням, що містяться в стічній воді (рис. 3.27).



Рис. 3.27. Аеротенки

За структурою потоків рідини і способом розподілу стічних вод можлива робота аеротенків у режимі змішування, витіснення або у проміжному режимі.

Режим змішування – це інтенсивне перемішування стічних вод з усією масою рідини в аеротенках та відсутність значного градієнта концентрації забруднень по довжині коридору аеротенків. До цього типу належать невеликі за розмірами споруди, в яких довжина коридору більша за ширину в 10–15 разів, а також аеротенки з розосередженим впусканням стічних вод. Вирівнювання швидкості

процесу очищення по усьому об'єму споруди полегшує завдання рівномірного постачання киснем будь-якої ділянки аеротенка.

В аеротенках-змішувачах можливе «спухання» активного мулу внаслідок розвитку бактерій ниткоподібної форми. Аеротенки-витіскувачі дають можливість запобігти просочуванню неочищеної води, не ініціюють «спухання» мулу, але створюють труднощі в забезпеченні процесу насичення киснем на початкових ділянках споруди.

Режим витіснення спостерігається за співвідношення довжини і ширини в аеротенках як 30:1 і більше або під час створення в аеротенках 6–8 окремих секцій.

Основне завдання експлуатації аеротенків полягає в культивуванні співтовариства мікроорганізмів, що забезпечує вилучення і окиснення органічних забруднень.

Регульовані параметри процесу очищення:

- навантаження на активний мул – кількість (мг) забруднень за БСК на 1 г беззольної речовини на добу;
- кисневий режим;
- вік мулу (відношення маси беззольної речовини активного мулу в системі до такої ж маси надлишкового мулу, що виводиться із системи за добу).

Температурний режим і сезонність належать до нерегульованих параметрів, негативний вплив яких ліквідується оперативними засобами (змінюючи співвідношення об'ємів аеротенка і регенератора, віку мулу, кисневого режиму).

Під час експлуатації аеротенків у режимі повної біологічної очистки персонал зобов'язаний:

- забезпечувати подачу в аеротенки заданої кількості стічних вод і повітря;
- контролювати і підтримувати задану концентрацію у стічній рідині зважених речовин (не більше ніж 100 мг/дм<sup>3</sup>), підтримувати задану концентрацію розчиненого кисню (не менше ніж 2 мг/дм<sup>3</sup>), розрахункову дозу активного мулу і ступінь його рециркуляції, а також встановлену проектом інтенсивність аерації;
- слідкувати за рівномірністю розподілу і не допускати перерв у подачі повітря;

– контролювати стан мулу за його біоценозом і муловим індексом та своєчасно вживати заходи проти «спухання» активного мулу;

– підтримувати в чистоті прилеглу територію;

– вести нагляд за безперебійною роботою механізмів, устаткування та вимірювальних пристроїв, вживаючи заходи для усунення всіх помічених несправностей.

Перед пуском аеротенків в експлуатацію (до заповнення водою), їх ретельно оглядають і звільняють від сторонніх предметів. Проводять ревізію запірно-розподільної арматури (щитових затворів, засувок трубопроводів спорожнення тощо).

В аеротенках із пневматичною аерацією аератори потрібно розташовувати строго горизонтально (максимальне відхилення не більше ніж  $\pm 3$  мм).

Перевіряють рівномірність виходу повітря через аератори, для чого по черзі заповнюють випробовувані аеротенки (або канали, де встановлено аератори) водою (бажано чистою) і вмикають подачу повітря, поступово збільшуючи його (рис. 3.28).



Рис. 3.28. Система аерації

Рівень води в аеротенках має знаходитися на 0,2–0,3 м вище поверхні аераторів. Спочатку повітря подають за відкритих засувок на водоскидних стояках, щоб запобігти руйнуванню аераційної системи гідравлічними ударами води, що проникла під аератори. Потім після припинення викиду з повітрям дрібних крапель води засувки закривають і візуально переконаються в рівномірності виходу бульбашок повітря по всій площі аераторів та надійності закріплення аераторів у конструкції споруди. В аеротенках з механічними аераторами проводять ревізію механізмів і їх пробний пуск.

Тільки після закінчення налагоджувальних робіт на аеротенках та вторинних відстійниках, коли вже увімкнено системи циркуляції мулу (насоси, ерліфти, трубопроводи) і системи повітродувного господарства, можна починати роботи з вирощування аеробної мікрофлори – активного мулу.

Активний мул аеротенків – це суспензія, яка містить пластівці, утворені бактеріями і найпростішими спільно з дрібними частинками забруднень стічних вод. Мул відрізняється від сирого осаду вищим вмістом води і відсутністю великих часток суспензії.

Вологість активного мулу до ущільнення становить 99,2–99,8 %; після ущільнення – 97–98 %. Активний мул належить до дрібнодисперсних суспензій, що складається на 98 % за масою з частинок розміром менше ніж 1 мм.

Суспензія активного мулу має світло-сірий або бурий колір. Активний мул легко зкаламутнюється і швидко осідає під час відстоювання. Свіжий активний мул майже не має запаху, але за відсутності кисню швидко загниває і набуває різкого неприємного запаху через наявність сірководню.

Зазвичай активний мул вирощують в аеротенку в теплий період року. При цьому спочатку протягом двох – трьох діб через аеротенк пропускають освітлену в первинному відстійнику стічну воду з витратою 40–50 % розрахункового значення, піддаючи її аерації і додаючи в неї затримані у вторинних відстійниках дрібні пластівці скоагульованої суспензії. Потім подачу води в аеротенк припиняють, а його вміст продовжують піддавати безперервній аерації, в результаті якої розвиваються мікроорганізми, що утворюють активний мул.

Для харчування мікроорганізмів кожен день протягом двох – трьох годин в аеротенк додають освітлену стічну воду. Кількість цієї води можна підрахувати, виходячи з маси (дози) мулу в споруді і концентрації органічних речовин, що знаходяться в стічній воді. Навантаження на 1 г беззольної речовини мулу за БСК<sub>5</sub> має становити 250–350 мг.

За процесом вирощування мулу ведуть контроль, під час якого стежать за зникненням у мулі амонійного азоту та появою нітратів і розчинного кисню. Кожну зміну або двічі на добу в скляний мірний посуд беруть воду з аеротенка, дають їй відстоятися 30 хв, а потім визначають об'єм мулу, що осів на дно. Коли об'єм мулу досягне 25–30 % об'єму набраної суміші і мул стане однорідною суспензією пластівців, які швидко осідають, можна починати експлуатацію аеротенка, поступово доводячи навантаження до розрахункових витрат.

Аераційне обладнання забезпечує розчинення кисню в необхідній кількості, інтенсивне перемішування всього об'єму стічних вод в аеротенках без утворення застійних, малорухливих зон. Переносним кисневим датчиком проводять перевірку рівномірності розподілу концентрації кисню по довжині коридорів аеротенків, приділяючи особливу увагу зонам з найменшим вмістом кисню. Зазвичай такі зони розташовано на найбільшому віддаленні (по лінії руху води) від зони насичення киснем. У коридорних аеротенках із пневматичними аераторами такими зонами є придонні місця перед аераторами, повороти коридорів, в яких відсутня аерація.

У пневматичних аераторах функції насичення киснем і перемішування рідини взаємопов'язані (рис. 3.29). Якщо необхідно збільшити продуктивності аераторів за киснем, то прагнуть до максимально можливого розподілу аераторів по усій площі аеротенка, збільшення площі зони аерації. З другого боку, якщо необхідна організація руху води з метою запобігання утворення застійних зон і відкладень мулу, слід максимально локалізувати аераційну систему в центрі або поблизу стін аеротенка.

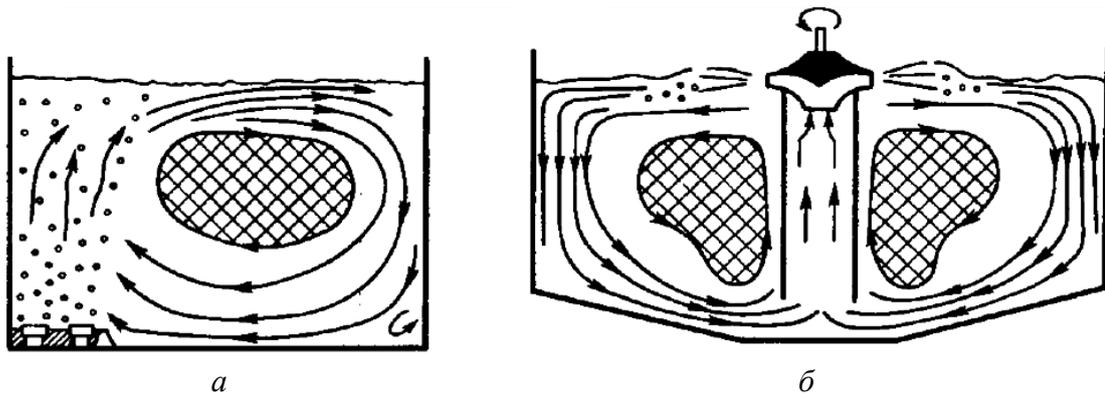


Рис. 3.29. Схема руху потоків води в аеротенках із пневматичними (а) і механічними (б) аераторами. Заштриховано малорухливі області зі швидкістю руху води менше ніж 0,1 м/с

Середню концентрацію розчиненого кисню зазвичай призначають рівною 0,5–1,0 мг/дм<sup>3</sup> в регенераторах, аеробних мінералізаторах і аеротенках на неповну очистку, 2–3 мг/дм<sup>3</sup> – в аеротенках на повну біологічну очистку.

Доза активного мулу змінюється за сезонами року. У теплий літній час переважають процеси енергетичного обміну, приріст мулу знижується; в холодний зимовий період перевагу надають процесам

асиміляції, збільшується приріст мулу, зростає його доза в аеротенках, відповідно, збільшується і його вік.

Підвищення дози мулу в зимовий період зміцнює надійність процесу очищення і стабілізує сформований біоценоз під час можливих порушень умов експлуатації споруд. Надмірно висока доза активного мулу ускладнює роботу вторинних відстійників, збільшує винос з очищеною водою продуктів метаболізму мікроорганізмів, знижує активність мулу.

У нормальних умовах активний мул повинен мати муловий індекс 60–100 см<sup>3</sup> на 1 г сухої речовини мулу. Цим значення мулового індексу відповідає навантаження забруднень за БСК<sub>повне</sub> від 200 до 500 мг/добу на 1 г беззольної речовини.

З досвіду експлуатації аеротенків із пневматичною аерацією відомо, що максимально допустима концентрація активного мулу становить 2,5–3 г/дм<sup>3</sup>, а збільшення її до 4 г/дм<sup>3</sup> призводить до інтенсивного виносу зважених речовин із вторинних відстійників і погіршення якості очищеної води.

Отже, допустима доза мулу повинна бути ув'язана з роботою аераційного обладнання та роботою вторинних відстійників. Побічно цю обставину враховують у визначенні гідравлічного навантаження у вторинних відстійниках.

Кількість стічної рідини, інтенсивність подачі повітря, концентрацію активного мулу і розчиненого кисню потрібно уточнювати у процесі експлуатації дослідним шляхом, виходячи зі складу стічної рідини, яка надходить і відводиться з аеротенків.

За зменшення навантаження на аеротенк відключають частину відділень (секцій), щоб забезпечити задану інтенсивність аерації у працюючих відділеннях, а також негайно зменшують об'єм активного мулу, який видаляється із системи, або повністю припиняють його відведення.

У відключених відділеннях аеротенка після їх спорожнення промивають пористі пластини (аератори).

Очищення пористих пластин виконують у міру їх забруднення, але не рідше одного разу на рік. Пластини очищають металевими щітками під час обмивання 30 %-м розчином соляної кислоти або під шаром води 10–20 мм з продуванням пластин повітрям знизу. Очищувати пластини можна також за допомогою піскоструминного апарата.

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

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

У разі «спухання» активного мулу, залежно від його причини, необхідно вжити такі заходи:

- зменшити навантаження на аеротенк за БСК;
- відрегулювати співвідношення між концентрацією мулу і кількістю повітря (збільшити подачу повітря);
- збільшити час перебування мулу в регенераторі;
- збільшити відкачування зворотного мулу і скид його надлишків;
- підвищити рН стічної рідини за допомогою вапна або соди до 9,5;
- провести хлорування зворотного активного мулу перед регенератором дозами хлору 10–26 мг/дм<sup>3</sup> (0,3–0,6 % від сухої речовини мулу);
- ввести добавки біогенних елементів у вигляді суперфосфату, сполук амонію і фосфору, мулової води з метантенків;
- застосувати добавки біогенних елементів у вигляді суперфосфату, сполук амонію і фосфору, мулової води з метантенків;
- застосувати добавки мінеральних коагулянтів, дисперсних матеріалів або катіонних флокулянтів перед вторинними відстійниками;
- застосувати пульсуючу подачу стічних вод в окремі секції аеротенки (2–5 хв кожну годину різко збільшувати подачу стічних вод) (рис. 3.30).

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

*Вторинні відстійники* є необхідним елементом технологічних схем біологічної очистки стічних вод і розташовують їх після біологічних фільтрів чи аеротенків (рис. 3.31).



Рис. 3.30. «Спування» активного мулу



Рис. 3.31. Вторинні відстійники станції біологічної очистки стічних вод «Північна» м. Одеса

Вторинні відстійники виконують функцію освітлення біологічно очищеної води.

Ефективність освітлення біологічно очищених стічних вод у вторинних відстійниках визначає, як правило, кінцевий ефект очистки стічних вод і ефективність роботи всього комплексу споруд біологічної очистки.

Біоплівка або надлишковий активний мул, що затримується у вторинних відстійниках, направляють на знешкодження і зневоднення.

Здатність вторинних відстійників ефективно розділювати висококонцентровані мулові суміші багато в чому визначає об'єм аеротенків, який залежить від концентрації зворотного мулу та ступеня його рециркуляції.

Конструкції вторинних відстійників суттєво не відрізняються від конструкцій вертикальних, горизонтальних чи радіальних первинних відстійників. Різниця між ними полягає, головним чином, в умовах експлуатації. Вторинні відстійники мають забезпечити більшу ефективність затримання активного мулу чи біоплівки (кінцеві концентрації до 15–20 мг/дм<sup>3</sup>) у процесі надходження їх у значно вищих концентраціях (до декількох грамів на літр).

Крім того, вторинні відстійники після аеротенків мають забезпечувати ще й ущільнення затримованого мулу, достатнє для безперервного його повернення в аеротенки і здійснення там біохімічного процесу за заданих технологічних параметрів.

Тривалість перебування мулу в зоні ущільнення не має перевищувати 40 хв. Зайва тривалість ущільнення мулу у вторинному відстійнику призводить до його загнивання, погіршення складу, зниження активності. В умовах розвиненої нітрифікації мул у вторинних відстійниках схильний до спливання внаслідок насичення газом (азотом).

Ефективність роботи вторинних відстійників визначається тими самими чинниками, які впливають на роботу первинних відстійників. Але головну роль при цьому відіграють седиментаційні властивості біологічної плівки та активного мулу, які суттєво різняться між собою.

Вважають, що мінімальна тривалість перебування мулу у вторинному відстійнику не має бути меншою за 0,5 год. Водночас вона не має перевищувати 6 год для запобігання загниванню мулу. Очевидно, що тривалість перебування мулу у вторинному відстійнику визначають сумарним об'ємом зон згущення та зберігання мулу, а також ступенем рециркуляції активного мулу в системі аеротенк-вторинний відстійник.

Інтенсифікації процесу гравітаційного розділення мулової суміші у вторинних відстійниках може бути досягнуто шляхом низькоградієнтного її перемішування за допомогою стержневих мішалок. Найкращі результати забезпечуються під час застосування стержнів напівкруглого поперечного перетину діаметром 5–100 мм. Внаслідок перемішування поліпшується флокуляція пластівців активного мулу, вони стають щільнішими і, як наслідок, концентрація рециркуляційного активного мулу підвищується на 20–30 %, а концентрації завислих речовин в освітленій воді зменшуються до 15 мг/дм<sup>3</sup>.

Вимоги під час експлуатації вторинних відстійників такі ж, як і для первинних відстійників. Крім цього персонал зобов'язаний:

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

### ***3.2.4. Споруди доочищення стічних вод***

Для доочищення стічних вод можна застосовувати біологічні ставки, фільтри із зернистим завантаженням, інші споруди та установки (рис. 3.32).



Рис. 3.32. Установка для доочистки стічних вод

Біологічні ставки потрібно влаштовувати на нефільтрувальних або слабофільтрувальних ґрунтах. Якщо ґрунти несприятливі у фільтраційному відношенні, необхідно взяти протифільтраційні заходи.

Для підвищення ефективності і глибини очищення стічних вод у біологічних ставках використовують культури нижчих водоростей (хлорели, анкістродесмуси), а також вища водяна рослинність (очерет, рогіз тощо).

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

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

Залежно від умов роботи, системи доочистки можуть бути напірними, безнапірними, протитічними і з примусовим промиванням. У свою чергу, регенерація шару завантаження може здійснюватися за допомогою використання води (водяна промивка), повітря або повітря і води, а також реагентної промивки. Виконання самого блоку доочистки влаштовують у залізобетонній ємності або заводських блоках (ємності зі склопластику, чорного металу або нержавіючої сталі).

Усі методи і технології доочистки ґрунтуються на процесі проходження стічної води через шар завантаження і залежно від виду забруднювальної речовини у спорудах й установках доочистки використовують різні завантаження (шари): інертні, сорбційні, іонообмінні.

Нормативне очищення стічних вод від зважених речовин потребує їх доочистки на фільтрах із зернистим завантаженням. Для стоків, що пройшли біологічне очищення, хороші результати дає застосування фільтрів з плаваючим завантаженням (ФПЗ) (рис. 3.33).



Рис. 3.33. Фільтри з плаваючим фільтрувальним завантаженням для доочистки стічних вод

Порівняно з піщаними фільтрами, ФПЗ стійко працюють в умовах значних коливань концентрації зважених речовин, що надходять на фільтрування зі стічною водою.

У технологіях доочистки також передбачено можливість організації мультифільтров. Фільтри доочистки в такому випадку містять кілька шарів різного завантаження і дають можливість провести очистку більшості забруднень в одній установці доочищення.

Очисна установка на базі самопромивних контактних фільтрів доочистки здійснює очистку стічних вод у зернистому шарі завантаження. Для процесу доочищення використовують як залізобетонні, так готові заводські установки.

Основними перевагами фільтрів цього типу є повна автоматизація, відсутність зовнішнього підведення води для промивання, а також те, що установка проста в роботі і її постачають з заводу вже готовою до роботи.

Мембранні біореактори (МБР) є сучасними високоінтенсивними спорудами біологічної очистки (рис. 3.34).



Рис. 3.34. Мембранні біореактори для очищення стічних вод

На відміну від класичної схеми біологічного очищення, з поділом мулової суміші у вторинних відстійниках, в мембранних біореакторах відділення пластівців активного мулу від очищених стічних вод досягають за рахунок фільтрації мулової суміші через ультрафільтраційну або мікрофільтраційну мембрану з розміром пор у діапазоні від 0,04 до 0,4 мікрон.

Основним компонентом МБР є касети, що складаються з мембранних модулів. Мембрани можуть мати форму полого волокна

або двох плоских листів з підкладкою з полімерного матеріалу. Касети занурено безпосередньо в суміш мулу.

За допомогою самовсмоктувального насоса на внутрішній поверхні мембран створюється негативний тиск. За рахунок різниці тисків на зовнішній і внутрішній поверхні мембрани стічні води фільтруються через мембранний шар.

Чиста вода відводиться насосом фільтрату. Окремі мікроорганізми (бактерії) активного мулу мають розмір, що на порядок перевищують розмір пор мембрани. Тому в процесі фільтрації пластівці активного мулу, вільно плаваючі мікроорганізми й інертні зважені речовини затримуються мембраною і видаляються з поверхні мембрани за допомогою системи аерації.

Споруди й установки з доочистки стічних вод налагоджуються і експлуатуються згідно з інструкціями заводів-виготовлювачів та проектних організацій.

### ***3.2.5. Споруди повторного використання промивних вод***

З метою раціонального використання води й охорони довкілля на водоочисних комплексах застосовують повторне використання води після промивання фільтрувальних споруд. Споруди повторного використання промивних вод призначено для скорочення втрат води у процесі її очищення.

Оборот промивної води особливо ефективний за значної відстані водоочисних комплексів від водних джерел або великої різниці відміток між ними.

Можливі дві схеми обороту промивної води:

1. Під час двоступеневого очищення: промивні води від фільтрів, пройшовши піскоуловлювач, надходять у резервуар-усереднювач, а з нього без відстоювання або після нього рівномірно передаються в головний вузол очисних споруд.

2. Під час очищення води тільки фільтруванням промивні води через піскоуловлювач надходять у відстійники періодичної дії; час відстоювання 1 год. Для інтенсифікації відстоювання промивних вод слід вводити поліакриламід у дозах 0,1–0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

У технології обробки промивних вод і осаду передбачають такі основні споруди: резервуари, відстійники, згущувачі, накопичувачі або майданчики заморожування і підсушування осаду. Перспективним є механічне зневоднення і регенерація коагулянту з осаду.

На установках знезалізнення води промивні води після фільтрів піддають відстоюванню протягом не менше ніж 4 год, а потім освітлену воду використовують повторно.

Кількість резервуарів промивних вод беруть не менше двох. Об'єм кожного з них беруть відповідно до графіка надходження і перекачування промивних вод. Відстійники промивних вод розраховують, виходячи з тих же міркувань. Утворений осад передають у згущувачі на додаткове ущільнення або на споруди зневоднення осаду.

Механічне зневоднення осаду технічно може бути застосовано на очисних комплексах будь-якої продуктивності. Як апарати для зневоднення осаду використовують центрифуги, вакуум-фільтри і фільтр-преси.

Споруди повторного використання промивних вод мають забезпечити:

- видалення піску, вигнаного з фільтрів у процесі промивання;
- приймання промивних вод до збірних резервуарів;
- попереднє відстоювання промивних вод;
- рівномірну подачу освітлених промивних вод у голову очисних споруд;
- видалення осаду з резервуарів на споруди з обробки осадів.

За погіршення санітарно-епідемічної ситуації промивні води перед повторним використанням мають додатково знезаражуватися дозою хлору  $5 \text{ мг/дм}^3$  не менше ніж 1 год.

Якщо ступінь освітлення високий (мутність  $10\text{--}15 \text{ мг/дм}^3$ ), допускають подачу освітленої промивної води перед фільтрами.

Під час експлуатації споруд повторного використання промивних вод персонал зобов'язаний:

- забезпечити промивання і розподіл промивних вод по збірних резервуарах;
- вести нагляд за дозуванням поліакриламідів;
- контролювати тривалість відстоювання промивних вод і забезпечувати необхідний ступінь їх освітлення;
- забезпечити рівномірну подачу освітлених промивних вод на основні споруди;
- вести нагляд за рівнем осаду, який випав у збірних резервуарах, та періодично видаляти його на споруди з обробки осаду;
- контролювати стан будівельних конструкцій споруд, трубопроводів і арматури та вчасно їх ремонтувати.

### ***3.2.6. Локальні очисні споруди та компактні установки***

Підвищення вимог до очистки стічних вод, значне забруднення водних джерел, загальне погіршення екологічної ситуації, зростання цін на енергоносії, поява на ринку імпортного обладнання змінюють вимоги до технічного рівня інженерних систем і ступеня благоустрою житлового фонду, зокрема – до систем водовідведення, очищення та утилізації стічних вод у малих населених пунктах та сільській місцевості.

Складність вирішення питань водовідведення малих населених пунктів пов'язана зі специфікою водокористування у малих населених пунктах та сільській місцевості, коли водозабірні споруди систем водопостачання індивідуальних житлових будинків зазвичай знаходяться в безпосередній близькості до систем водовідведення.

Така ситуація потребує, з одного боку, надійної санітарної охорони водозабірних споруд і систем водопостачання, а з другого – належної очистки стічних вод перед їх відведенням у довкілля.

Проектування та будівництво усіх видів очисних споруд має здійснюватися відповідно до чинного законодавства України, державних будівельних норм, стандартів та інших нормативних документів.

Відведення й очищення виробничих, сільськогосподарських, крім гноєвмісних, та інших стічних вод можна проектувати разом з міськими стічними водами малих населених пунктів або окремо, залежно від характеру їхнього забруднення, місцевих умов, організації водообороту та повторного використання очищених стічних вод, необхідності використання осаду з очисних споруд як добрива тощо.

Системи водовідведення малих населених пунктів мають відповідати таким вимогам:

- забезпечувати відведення розрахункової кількості стічних вод;
- сприяти належним умовам експлуатації будівельних конструкцій будинків, попереджаючи можливість затоплення та тривалого зволоження;
- забезпечувати належну якість очистки стічних вод під час відведення їх у водойму або у ґрунт;
- мати довговічність не менше розрахункового строку служби до капітального ремонту, який визначено у нормативах.

Для очищення стічних вод об'єктів малоповерхової житлової забудови та окремо розташованих об'єктів слід застосовувати біологічну очистку в природних та штучних умовах.

Для очищення стічних вод за децентралізованої схеми водовідведення слід застосовувати:

- споруди попередньої очистки стічних вод і обробки осаду: септики, двоярусні відстійники;

- споруди біологічної очистки стічних вод підземної фільтрації з відведенням стічних вод у ґрунт: фільтрувальні колодязі, поля підземної фільтрації, фільтрувальні касети;

- споруди біологічної очистки стічних вод з відведенням очищених стічних вод у водойму: піщано-гравійні фільтри, фільтрувальні траншеї;

- споруди біологічної очистки стічних вод у природних умовах: біоставки, біоплато;

- споруди штучної біологічної очистки стічних вод активним мулом та біоплівкою, яку прикріплено до насадки: аеротенки з активним мулом, комбіновані аеротенки з активним мулом і насадкою, аеробні біореактори з насадкою, біофільтри (всі перелічені споруди застосовують разом із вторинними відстійниками);

- споруди фізико-хімічної і біолого-хімічної очистки стічних вод (з використанням хімічних реагентів на різних етапах очищення стоків);

- для об'єктів періодичного функціонування (дитячих таборів, туристичних баз тощо).

Вибір конкретного складу очисних споруд автономної або місцевої системи водовідведення потрібно здійснювати з урахуванням таких факторів:

- витрат стічних вод та характеру їхнього забруднення;

- режиму проживання (постійний або тимчасовий);

- наявності чи відсутності місця для влаштування очисних споруд (з урахуванням дотримання зон санітарної охорони джерел питного водопостачання та споруд каналізації);

- інженерно-геологічних умов ділянки (ґрунту, рельєфу тощо);

- рівня ґрунтових вод;

- характеру використання верхнього водоносного горизонту, що може вступати в контакт зі стічними водами під час використання споруд підземної фільтрації;

- наявність або відсутність водойми, в яку можна скинути очищені стоки, а також вимог місцевих природоохоронних органів та

органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду до ступеня їхнього очищення;

- кліматичних умов району будівництва;
- фінансових можливостей забудовника тощо.

Застосовувати споруди штучної біологічної очистки рекомендують за витрат стічних вод понад 15 м<sup>3</sup>/добу або за відсутності на ділянці достатнього місця (з урахуванням санітарних розривів) для розміщення споруд природної біологічної очистки. В решті випадків перевагу слід надавати спорудам природної біологічної очистки, у тому числі – спорудам підземної фільтрації, як більш простим, надійним, дешевим і таким, що не потребують електроживлення та складного обслуговування.

Для механічної очистки малих витрат стічних вод можуть передбачати:

- септики – за витрат стічних вод до 25 м<sup>3</sup>/добу;
- двоярусні відстійники – за витрат стічних вод понад 25 м<sup>3</sup>/добу (допускають їхнє використання і за менших витрат);
- інші споруди для прояснення стічних вод.

Піскоуловлювачі належить застосовувати за продуктивності очисних споруд більше ніж 100 м<sup>3</sup>/добу, а також за меншої продуктивності у випадках, коли до складу очисних споруд належать двоярусні відстійники.

Для повної біологічної очистки малих витрат стічних вод можуть застосовуватись:

- аераційні установки, що працюють за методом повного окиснення (аеротенки продовженої аерації), – за витрат стічних вод до 700 м<sup>3</sup>/добу;
- аераційні установки з аеробною стабілізацією надлишкового активного мулу – за витрат стічних вод понад 200 м<sup>3</sup>/добу;
- анаеробно-аеробні установки з доочищенням у контактено-прояснювальних фільтрах;
- циркуляційні окиснювальні канали (ЦОК) – у районах з розрахунковою зимовою температурою не нижче за мінус 25 °С у випадках, коли застосування установок заводського виготовлення недоцільне;
- крапельні біофільтри;
- поля підземної фільтрації, піщано-гравійні фільтри, фільтрувальні траншеї – за витрат стічних вод не більше ніж 15 м<sup>3</sup>/добу;
- біологічні ставки (рис. 3.35).

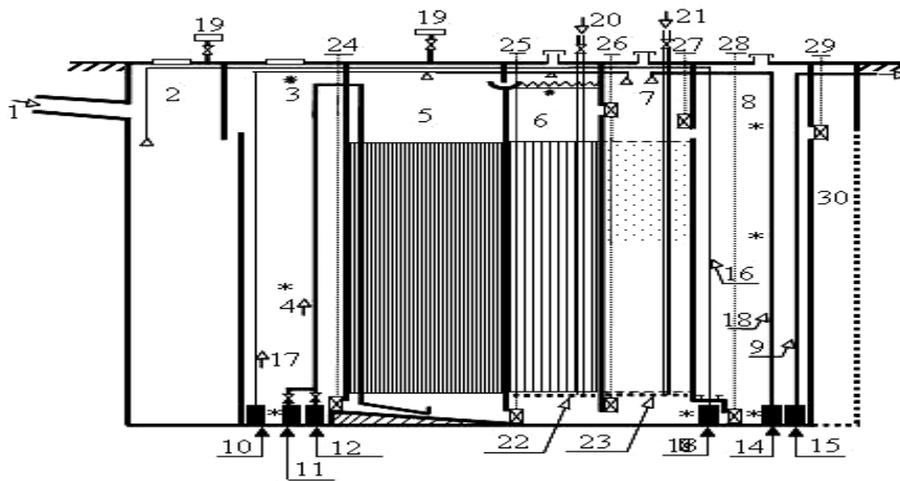


Рис. 3.35. Установа очищення стічних вод з анаеробним і аеробним біореакторами та контактньо-прояснювальним фільтром:

1 – подача стічних вод; 2 – прийомний резервуар; 3 – насосне відділення; 4 – трубопровід подачі в анаеробний біореактор; 5 – анаеробний біореактор; 6 – аеробний біореактор; 7 – контактньо-прояснювальний фільтр; 8 – ємність для збору очищеної води; 9 – трубопровід подачі у розподільчу мережу для підгрунтового зрошення зелених насаджень; 10, 11, 12, 13, 14, 15 – насосне устаткування; 16, 17, 18 – трубопроводи для видалення осадів стічних вод; 19 – вантузи; 20 – подача повітря у біореактор; 21 – подача повітря в контактньо-прояснювальний фільтр; 22 – аератор біореактора; 23 – аератор; 24, 25, 26, 27, 28, 29 – керування запірною арматурою; 30 – підземне розміщення очисних споруд

Особливостями роботи очисних станцій у малих населених пунктах є нерівномірність притоку стічних вод і підвищена концентрація забруднень у них, яка потребує застосування анаеробних методів очищення.

Для очищення стічних вод у малих населених пунктах доцільне застосування очисних установок заводського виготовлення відповідної продуктивності (рис. 3.36).



Рис. 3.36. Очисні станції для централізованої очистки стічних вод малих населених пунктів

Експлуатацію компактних установок здійснюють згідно з інструкціями заводів-виготовлювачів.

Під час експлуатації очисних станцій і компактних установок персонал зобов'язаний:

- очищувати решітки від забруднень;
- забезпечувати рівномірну подачу стічних вод з вікон розподільчого лотка;
- контролювати і підтримувати задану дозу мулу за об'ємом;
- вчасно видаляти надлишковий мул (не допускаючи накопичення мулу більше 70 % від об'єму проби);
- забезпечувати безперебійну роботу механізмів і обладнання;
- не допускати перерви у подачі повітря (в роботі аераційних пристроїв);
- підтримувати належний санітарний стан на установці і прилеглій території.

Остаточне рішення щодо типу та складу очисних споруд має бути узгоджено зі спеціалістами з питань водопостачання та водовідведення, а проект споруд – з територіальними природоохоронними органами, органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду та іншими визначеними законодавством службами.

### **Контрольні запитання**

1. Які споруди використовують для механічної і біологічної очистки стічних вод?
2. Які основні завдання служби експлуатації очисних споруд каналізації?
3. Як здійснюється приймання в експлуатацію закінчених будівництвом або реконструйованих очисних споруд системи водовідведення?
4. Які є особливості у процесі експлуатації решіток?
5. Які основні обов'язки персоналу у процесі експлуатації піскоуловлювачів?
6. Поясніть особливості експлуатації первинних відстійників.
7. Як відбувається очистка стічних вод на полях зрошення і полях фільтрації?

8. Які особливості експлуатації аеробних біологічних ставків з природною і штучною аерацією?
9. Як експлуатують біологічні фільтри?
10. Які особливості й основні завдання персоналу у процесі експлуатації аеротенків?
11. Поясніть призначення та особливості під час експлуатації вторинних відстійників?
12. Як працюють споруди й установки з доочистки стічних вод?
13. Які очисні споруди використовують у системах водовідведення малих населених пунктів?

### 3.3. Споруди для обробки осадів стічних вод

Кількість і вологість осадів стічних вод залежать від типу, режиму експлуатації й ефективності роботи споруд для механічної та біологічної очистки міських стічних вод, а також кількості й виду виробничих стічних вод, які очищають разом із господарсько-побутовими.

Сирий осад первинних відстійників – це драглиста суспензія сірого або світло-коричневого кольору з кислуватим запахом. Внаслідок вмісту великої кількості органічних речовин він швидко загниває, набуваючи темно-сірого або чорного кольору і видаючи неприємний кислий запах. Під час відстоювання стічних вод протягом двох годин вологість утворюваного осаду становить біля 97,5 %; за подальшого відстоювання осад ущільнюється і його вологість знижується до 95 %, а вміст сухої речовини збільшується, відповідно, від 2,5 до 7 %.

Надлишковий активний мул – це суспензія аморфних пластівців сірувато-чорного кольору. Під час зберігання й ущільнення він швидко загниває. Вологість надлишкового активного мулу, який вивантажується з вторинних відстійників після аеротенків, становить 99,2–99,7 %, а надлишкової біоплівки, яка вивантажується з вторинних відстійників після біофільтрів – 96–96,5 %.

Основне завдання обробки осадів стічних вод полягає в отриманні кінцевого продукту, властивості якого забезпечують можливість його утилізації або зводять до мінімуму збитки довкіллю.

На очисних спорудах застосовують такі процеси обробки осадів стічних вод:

- ущільнення (згущення),
- стабілізацію,
- кондиціонування,
- зневоднення,
- сушіння,
- термічну обробку,
- утилізацію цінних продуктів або ліквідацію осадів (рис. 3.37).

На малих очисних станціях застосовують анаеробну або аеробну стабілізацію з подальшим сушінням на мулових майданчиках і використанням на добриво.

Для селищних очисних станцій продуктивністю до 10 000 м<sup>3</sup>/добу застосовують як анаеробну, так і аеробну стабілізацію осадів. При цьому анаеробну стабілізацію здійснюють у двоярусних відстійниках чи освітлювачах-перегнивачах, а аеробну – в аеротенках продовженої аерації, аероокиснювачах радіального типу, циркуляційних окиснювальних каналах чи в окремо виділених аеробних стабілізаторах. Зневоднення осаду при цьому може здійснюватися на мулових майданчиках чи шляхом механічного зневоднення на центрифугах без попереднього кондиціонування осаду.

Для міських і районних очисних станцій можна застосовувати послідовно всі методи обробки осадів: попереднє ущільнення; аеробну стабілізацію в стабілізаторах за продуктивності станції до 100 тис. м<sup>3</sup>/добу чи анаеробну стабілізацію у метантенках за продуктивності станції понад 100 тис. м<sup>3</sup>/добу; механічне зневоднення з попереднім кондиціонуванням осадів на вакуум-фільтрах, фільтр-пресах або центрифугах; зневоднення на мулових майданчиках; термічну обробку шляхом сушіння і спалювання (рис. 3.38).

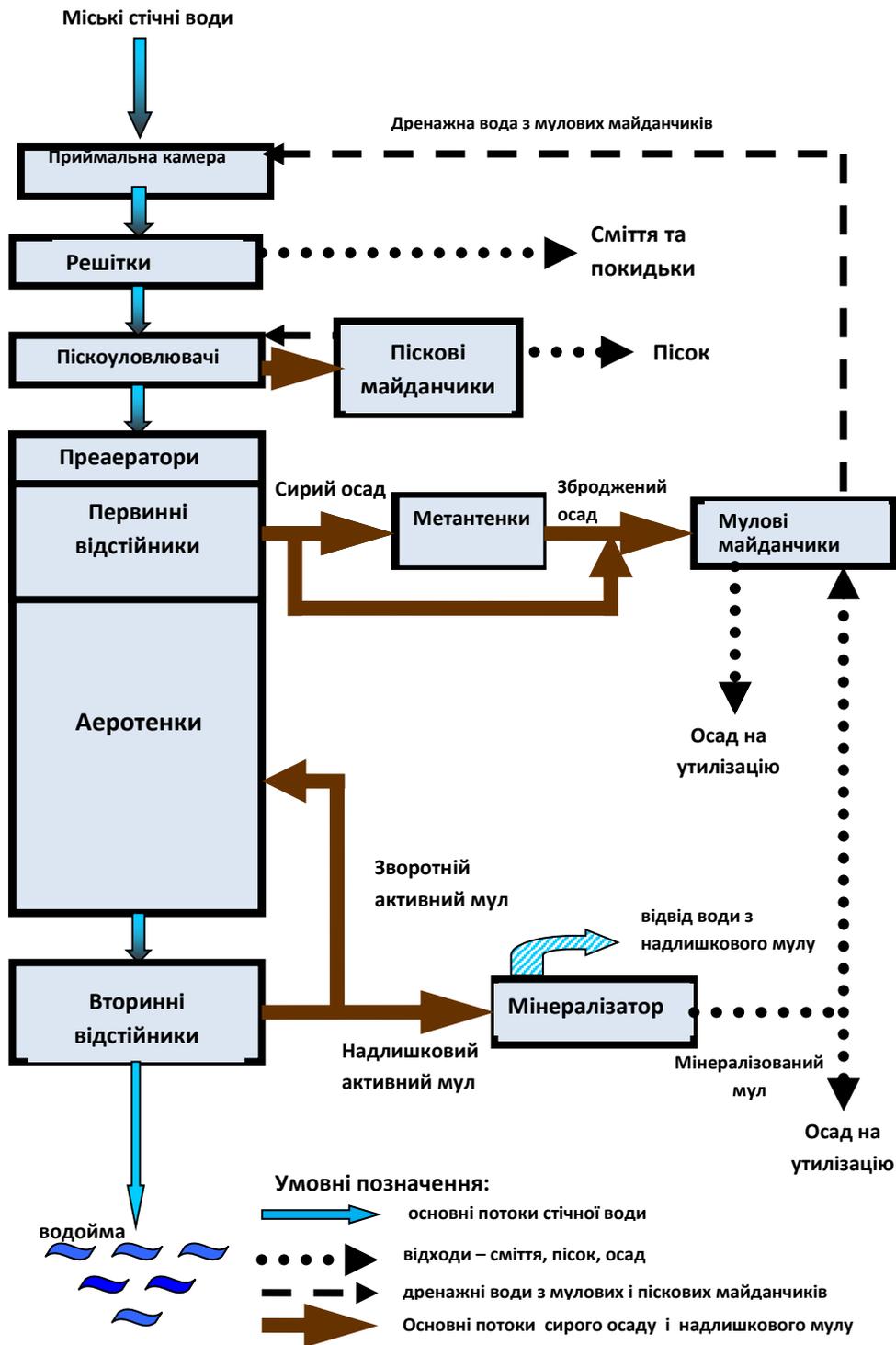


Рис. 3.37. Типова схема споруд для очистки стічних вод та обробки осаду

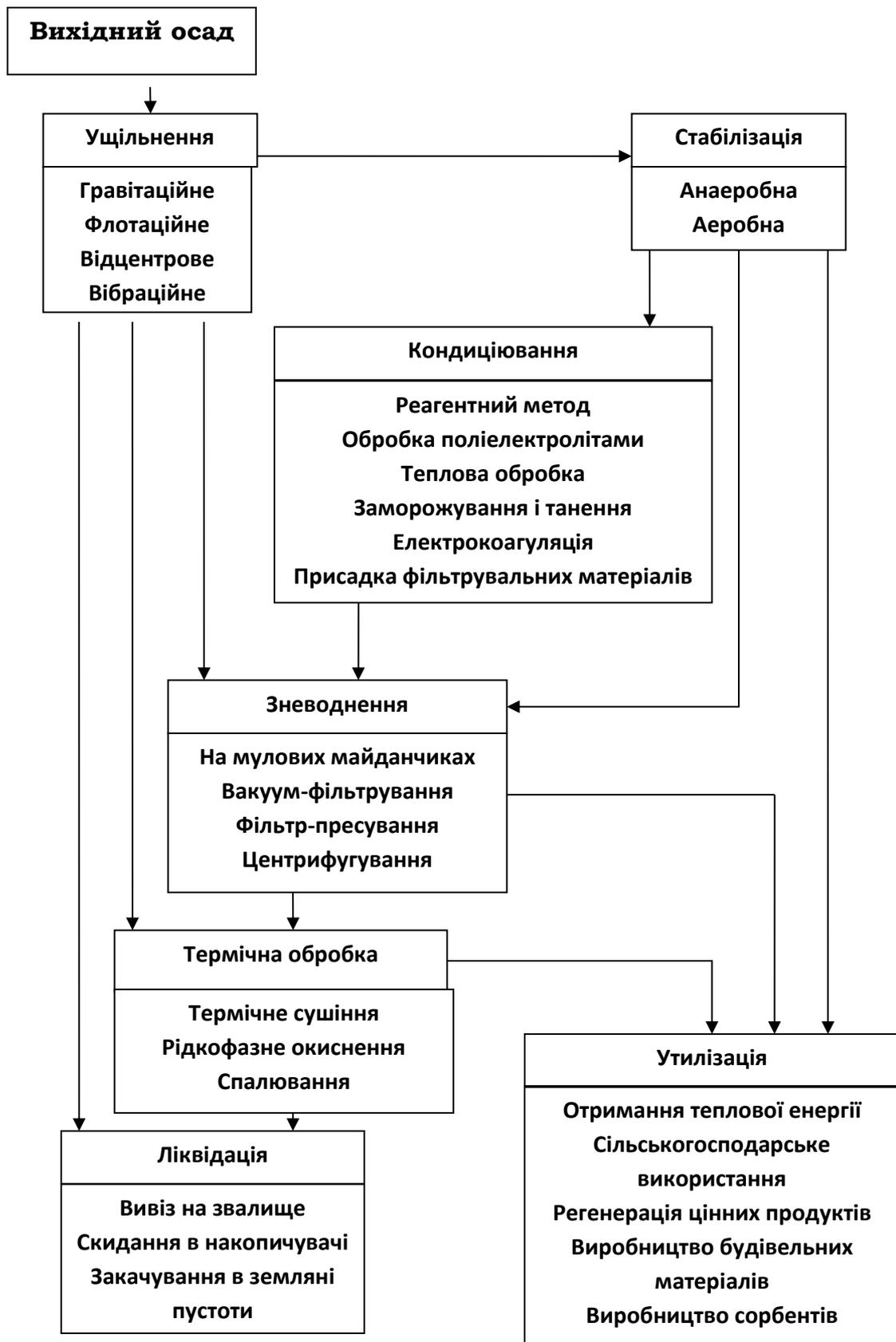


Рис. 3.38. Методи обробки осадів стічних вод

### 3.3.1. Ущільнення і зрушення осадів

Ущільнення дає можливість з мінімальними затратами скоротити об'єм і вологість вихідного осаду та підвищити ефективність подальших стадій обробки.

Зазвичай ущільнюється надлишковий активний мул, в окремих випадках – суміш активного мулу та сирого осаду. Ущільнюватись можуть також анаеробно зброжені та аеробно стабілізовані осади. У наш час використовують гравітаційні, флотаційні та сепараційні методи ущільнення осадів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Технологічні параметри процесу ущільнення осадів різними способами**

Споруда	Вологість, %		Тривалість процесу, год	Концентрація ущільненого осаду, г/дм <sup>3</sup>	Недоліки
	ущільненого активного мулу	ущільненої суміші сирого осаду і активного мулу			
Гравітаційні мулоущільнювачі:					Довга тривалість процесу, висока вологість ущільненого осаду
вертикальні	98–95	-	15–17	20–24	
радіальні	97,3–95	96–93	10–12	30–35	
Флотатори напірні	96–95	94–93	0,7–1	30–50	Влаштування додаткового обладнання, енерговитрати, необхідність застосування реагентів
Центрифуги:					Збільшення навантаження на споруди, великий винос зважених речовин, великі енерговитрати, необхідність застосування реагентів
кошикові	92–90	-	-	-	
періодичної дії:					
дискові	96–94	-	-	-	
шнекові	95–92	-	1–3	30–35	

Для згущення активного мулу застосовують сепаратори. У тарілчастих сепараторах, на відміну від центрифуг, розвиваються вищі відцентрові сили і відбувається поділ суспензій у тонкому шарі, що обумовлює доцільність застосування їх для згущення щодо тонкодисперсної суспензії активного мулу.

Сучасні рідинні сепаратори – це центрифуги з високою частотою обертання роторів, за якої створюється відцентрова сила, що дає можливість виділяти в результаті відцентрового прискорення частинки діаметром менше ніж 1 мкм за різниці щільності рідкої і твердої фаз більше ніж 3 %. Однак висока ефективність затримання сухої речовини призводить до суттєвого підвищення вологості кеку.

Мулоущільнювачі мають забезпечувати необхідний ступінь ущільнення осаду і надлишкового мулу до заданої вологості для його подальшої обробки.

Експлуатація мулоущільнювачів типу вертикальних або радіальних відстійників здійснюється аналогічно даним спорудам (рис. 3.39).



Рис. 3.39. Радіальний мулоущільнювач

Для підвищення ефективності ущільнення осад промивають очищеною стічною рідиною. У процесі експлуатації мулоущільнювачів персонал зобов'язаний:

- забезпечувати промивання й ущільнення осаду за встановленим регламентом;
- кожної зміни контролювати рівень ущільненого осаду (він має перебувати на глибині не менше ніж 1 м від поверхні води);
- забезпечувати рівномірну подачу осадів на ущільнювання і вчасний випуск ущільненого осаду; підтримувати у справному стані всі механізми;

– вести систематичні спостереження за кількістю і якістю осаду, що надходить і видаляється зі споруди, контролювати його вологість і фізико-хімічні властивості.

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

З метою інтенсифікації роботи мулоущільнювачів слід застосовувати спеціальний перемішувальний пристрій (з труб, сталевих смужки, ланцюгів або дощок), який монтують на підвісках мулоскребів. Висота цього пристрою має відповідати розрахунковій глибині шару ущільненого осаду.

Під час експлуатації флотаційних мулоущільнювачів необхідно:

– забезпечувати, за можливості, рівномірну подачу на флотатори надлишкового мулу і пропорційний розподіл його між окремими установками;

– контролювати величину пінного шару (за його порушення підвищується винос зважених речовин з муловою водою);

– за регламентом контролювати кількість і вологість ущільненого мулу, що надходить;

– за регламентом визначати вміст завислих речовин у муловій воді;

– за регламентом контролювати кількість повітря, що подається на флотацію;

– контролювати поверхню пінного шару флотаторів, не допускаючи великих бульбашок повітря через несправність дроселів або надмірної подачі повітря.

### **3.3.2. Стабілізація осадів стічних вод**

Стабілізація – це стадія обробки осадів дає можливість запобігти їх загниванню і досягається мінералізацією органічної речовини (анаеробне метанове бродіння, аеробна стабілізація, теплова обробка, біотермічне розкладання).

Зброджування осадів у *метантенках* з подальшим підсушуванням їх на мулових майданчиках – один із найпоширеніших способів обробки осадів, який застосовують у нашій країні і за кордоном (рис. 3.40).



Рис. 3.40. Метанреактори в Гессені, Німеччина

Під час зброджування осадів розпад органічної речовини становить 25–53 %, відповідно, зменшується кількість сухої речовини осадів (до 30 %) і підвищується їх вологість (на 1,4–1,6 %).

Під час експлуатації метантенків основну увагу потрібно зосередити на забезпеченні оптимальних умов анаеробного зброджування осадів, які, в першу чергу, обумовлюються дозами завантаженого осаду.

Максимальні дози завантаженого осаду мають становити:

– для метантенків з мезофільним процесом зброджування – 12 % робочого об'єму метантенка за вологості осаду 95 % або за беззольною речовиною осаду 3,3 кг/м<sup>3</sup>;

– для метантенків термофільного зброджування – 18 % робочого об'єму за вологості осаду 95 % або за беззольною речовиною до 6,5 кг/м<sup>3</sup>.

Якщо фактична вологість відрізняється від проектної, то роблять перерахунок фактичного об'єму на зведений об'єм за вологості осаду 95 %.

Контроль за роботою метантенків здійснюється так (рис. 3.41). За витратою ( $Q$ ) осаду встановлюють дозу завантаження, за вологістю ( $p$ ) і зольністю ( $S$ ) – навантаження на одиницю об'єму за беззольною речовиною, величину розпаду; вміст жирів ( $J$ ), білків і вуглеводів ( $B$ ) свідчить про теоретично можливу глибину розпаду речовин.

Іноді для незбродженого осаду визначають рН і легкі жирні кислоти, щоб визначити ступінь його загнивання перед зброджуванням (загнивший осад зброджується гірше, ніж свіжий).

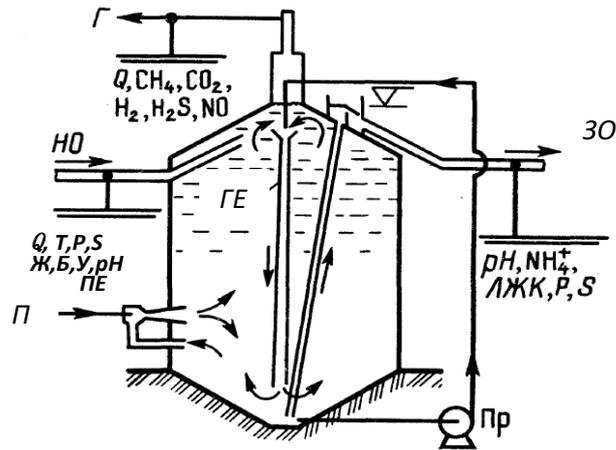


Рис. 3.41. Схема контролю за роботою метантенків:

Г – газ; ГЕ – гідроелеватор; HO – незброджений осад; П – пара; Пр – насос для перемішування осаду; ПЕ – паровий ежектор; ЗО – зброджений осад

За рН,  $\text{NH}_4^+$  і легкими кислотами жирного ряду встановлюють глибину збродження осаду під час його розвантаження. Вага виділеного газу приблизно дорівнює вазі збродженої частини беззольної речовини. Зазвичай в газі міститься 60–70 %  $\text{CH}_4$  і 30–35 %  $\text{CO}_2$ ; інші компоненти ( $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}$  тощо) разом становлять 3–4 % від загальної кількості.

Режим перемішування і підігріву узгоджують з подачею та вивантаженням осаду. Перемішування має забезпечувати рівномірний розподіл завантаженого осаду, запобігати можливості місцевого перегріву (або недогріву) осаду.

Ефективність роботи метантенків визначають зменшенням кількості сухої беззольної органічної речовини, завантаженої у метантенк. Зменшення виражають у відсотках і називають «розпадом». Цю величину прийнято підраховувати за кількістю газу, що виходить з метантенка. Оскільки газ, що утворюється під час збродження осадів, насичений вологою, то на усіх знижених точках газопроводів встановлюють водовіддільники. Ці пристрої потрібно регулярно (2–3 рази на тиждень, а в деяких випадках і щодня) перевіряти та звільняти від накопиченої вологи, відводячи її в систему каналізації.

У випадку появи запаху сірководню у зброженому осаді потрібно вводити у метантенк вапно (у вигляді молока) до рН 8,5 для поліпшення умов лужного бродіння, підсилити перемішування і поступово підвищити температуру до  $35\text{ }^\circ\text{C}$ . Різка зміна температури може спричинити кіркоутворення.

У процесі експлуатації метантенків персонал зобов'язаний:

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

Експлуатують газові господарства метантенків згідно з «Правилами безпеки в газовому господарстві».

Метантенки належать до вибухо- і пожежонебезпечних об'єктів, тому електродвигуни, освітлювальна арматура і пускова апаратура метантенків мають бути вибухобезпечними, а знання і виконання експлуатаційним персоналом правил техніки безпеки потрібно контролювати особливо суворо.

**Освітлювачі-перегнивачі.** Бродіння осаду в камері перегнивання відбувається так само, як у метантенках, але розтягнуто в часі – від 120 год до 20 діб залежно від температури бродіння маси, яку визначають теплопередачею через стінки і днище освітлювача. Зазвичай температура бродіння маси на 2–3 °С нижче, ніж вода в освітлювачі.

Схему контролю за роботою освітлювача-перегнивача показано на рис. 3.42.

Вимірюють температуру води, що поступає, визначають в ній концентрацію зважених речовин ( $C_{en}$ ), періодично БСК збвтаної проби ( $L_{en}$ ). В освітленій воді контролюють концентрацію зважених речовин ( $C_{ex}$ ), вибірково БСК ( $L_{ex}$ ). Порядок контролю за процесом бродіння, що встановлено для метантенків, дійсний і для перегнивачів, за винятком контролю і регулюванням температури маси, що бродить.

Завантаження, перемішування, вивантаження осаду ведуть за графіком, складеним на добовий або на тижневий цикл.

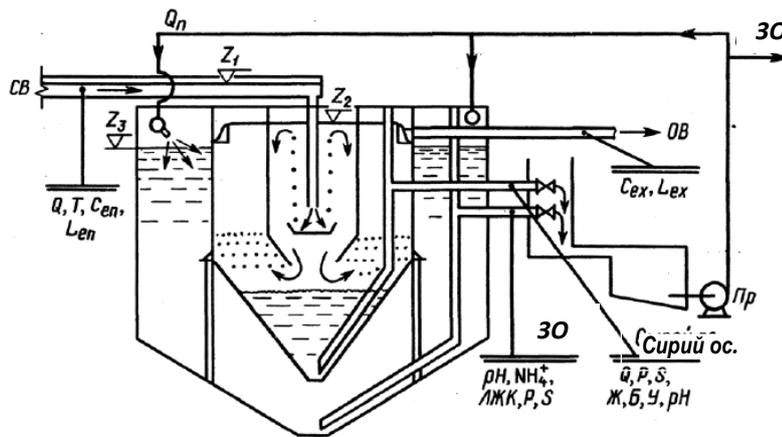


Рис. 3.42. Схема контролю за роботою освітлювачів-перегнивачів:  
ОВ – освітлена вода; СВ – стічні води

До добового циклу належать вивантаження збродженого осаду, завантаження свіжого і перемішування протягом 3–4 год. За тижневого циклу вивантаження ведуть один раз на тиждень, а завантаження і перемішування – щодня.

На сьогодні широко застосовують *аеробну стабілізацію осадів* – процес окиснення органічної речовини мікроорганізмами (аеробами) за наявності кисню повітря.

Аеробній стабілізації можуть піддавати неущільнений і ущільнений надлишковий активний мул та його суміш з осадом первинних відстійників.

Під час стабілізації тільки активного мулу процес можна розглядати як завершальний ступінь очищення стічних вод, коли за мінімуму розчинених поживних речовин відбувається самоокиснення клітинної речовини мікроорганізмів. У цьому випадку тривалість стабілізації мулу пов'язана з його віком. Чим більший вік мулу, тим коротший період стабілізації. У процесі стабілізації суміші мулу з осадом відбувається виділення ферментів, які каталізують окиснення екзогенних субстратів осаду.

Ступінь розпаду органічної речовини і тривалість процесу залежать від співвідношення кількості сирого осаду й активного мулу, концентрації органічних речовин, інтенсивності аерації, температури тощо.

Процес аеробної стабілізації зазвичай відбувається за температури від 10 до 42 °С і загасає за температури менше 8 °С. Ступінь розпаду органічних речовин змінюється в середньому від 10 до 50 %, при цьому жири розпадаються на 65–75 %, білки на 20–30 %, а вуглеводи практично не розпадаються (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

## Основні параметри аеробної стабілізації осадів

Параметри процесу	Вологість, %	Тривалість, діб	Температура, °С	Питомий опір стабілізованого осаду, $1 \cdot 10^{-10}$ см/г
Неуцільнений активний мул	99–99,7	7–10	10–40	30–250
Суміш неуцільненого активного мулу з сирим осадом	98,5–99,2	10–12	10–40	170–180
Уцільнений активний мул	96,9–97,5	8–12	10–40	4000–6250
Суміш уцільненого активного мулу з сирим осадом	95,5–97	10–15	20	2470–6720

У процесі аеробної стабілізації за мезофільних температур спостерігається зниження вмісту кишкової палички та інших патогенних бактерій і вірусів на 70–90 %, однак при цьому яйця гельмінтів не гинуть.

Тривалість процесу:

- 2–5 діб – для неуцільненого мулу;
- 6–7 діб – для суміші неуцільненого мулу й осаду з первинних відстійників;
- 8–12 діб – для суміші уцільненого мулу й осаду.

Питому витрату повітря беруть 1–2 м<sup>3</sup>/год на 1 м<sup>3</sup> об'єму стабілізатора за інтенсивності аерації не менше ніж 6 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>год).

Аеробна стабілізація осадів проводиться зазвичай у спорудах типу аеротенків глибиною 3–5 м.

Відстоювання і уцільнення аеробно-стабілізованого осаду потрібно проводити протягом 1,5–5 год в окремо розташованих мулозгущувачах або спеціально виділеній зоні всередині стабілізатора. Вологість уцільненого осаду 96,5–98,5 %. Мулова вода має спрямовуватися в аеротенки.

Розпад беззольної речовини коливається залежно від складу і властивостей осадів у межах 5–50 %, при цьому жири розпадаються на

65–75 % і білки на 20–30 %. Вміст вуглеводів не зменшується, що пов'язано з утворенням полісахаридів у клітинах мікроорганізмів, яке відбувається поряд з розпадом позаклітинних вуглеводів.

Осади після аеробної стабілізації, на відміну від анаеробної, легше зневоднювати за рахунок того, що вони мають нижчі значення питомого опору фільтрації і легко розшаровуються.

Вологість мулу після відстоювання й ущільнення становить 95–98,5 %.

На рис. 3.43 зображено, як здійснюють контроль за роботою аеробного мінералізатора.

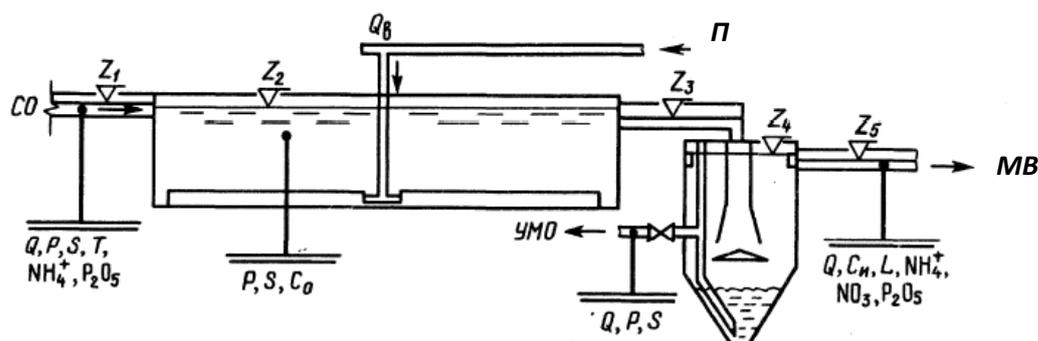


Рис. 3.43. Схема контролю за роботою аеробних мінералізаторів:

П – стиснене повітря; МВ – мулова вода; СО – сирий осад;

УМО – ущільнений мінералізований осад

За витратою осаду, вологістю і зольністю встановлюють тривалість стабілізації, розпад беззольної речовини. У муловій воді визначають вміст амонійного азоту, нітратів, фосфатів з метою визначення глибини стабілізації і додаткового навантаження на очисну станцію від мулової води. БСК і зважені речовини в муловій воді також створюють додаткові навантаження на очисні споруди.

У самому мінералізаторі контролю підлягають температура рідини і вміст розчиненого кисню. За зниження температури в окремо розташованих мінералізаторах застосовують рециркуляцію очищеної води за контуром «вторинний відстійник – мінералізатор – аеротенк», і за рахунок тепла стічних вод досягається мінімально допустима температура мулової рідини (8–10 °С).

У процесі експлуатації аеробних стабілізаторів персонал зобов'язаний:

- забезпечувати подачу в стабілізатори заданої кількості осадів і надлишкового активного мулу;

- підтримувати вміст розчиненого кисню в муловій суміші на рівні не менше ніж 2 мг/дм<sup>3</sup>;
- не допускати перерв у подачі повітря;
- контролювати вологість, зольність, температуру і питомий опір фільтруванню осадів та мулу, що надійшли, і забезпечувати нормативне їх завантаження у споруду;
- регулярно вивантажувати стабілізований осад, вести облік кількості обробленого осаду, контролювати його вологість, зольність, дегідрогеназну активність, питомий опір фільтруванню та якісний склад мулової води;
- не допускати завалів осаду у відстійних зонах стабілізатора;
- вести нагляд та забезпечувати безперебійну роботу механізмів і обладнання, вживати заходи з усунення помічених недоліків.

Кількість осадів та надлишкового мулу, що завантажуються, інтенсивність подачі повітря і вміст розчиненого кисню потрібно уточнювати в процесі експлуатації дослідним шляхом, беручи до уваги склад осадів, що надходять і видаляються зі стабілізатора.

Регулювання подачі повітря проводять за концентрацією розчиненого у муловій суміші кисню.

Нормальна робота аеробних стабілізаторів забезпечується за таких умов:

- концентрація осаду 20 мг/дм<sup>3</sup>;
- питома витрата повітря 1–1,5 м<sup>3</sup> за годину на 1 м<sup>3</sup> робочого об'єму споруди;
- інтенсивність аерації 4 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> год;
- концентрація розчиненого кисню 2 мг/дм<sup>3</sup>;
- вологість ущільненого осаду в мулоущільнювачах 97 %;

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

Взимку за мінусової температури повітря стабілізатори утеплюють або підігрівають осад, щоб температура в них була не менше 10 °С.

### ***3.3.3. Кондиціонування осадів***

Перед тим як направити на зневоднення, осад підготовляють (кондиціонують) з метою досягнення необхідних властивостей та інтенсифікації видалення води.

Для поліпшення водовіддачі необхідно змінити структуру осаду таким чином, щоб у результаті укрупнення твердих частинок відбулося зменшення поверхні поділу дисперсної фази і дисперсійного середовища, а отже, знизилася поверхнева енергія зв'язку води з твердими частинками. Зміна структури осадів призводить до кількісного перерозподілу форм зв'язку вологи в бік збільшення вмісту вільної води за рахунок зменшення частки зв'язаної. Така зміна структури осадів дає можливість глибше і швидше їх зневоднювати. Процеси підготовки осадів до зневоднення називають кондиціонуванням.

Методи кондиціонування поділяють на реагентні і безреагентні. Першою стадією підготовки осаду до зневоднення є його промивання. Промивання застосовують тільки для зброджених осадів. У результаті промивання зі збродженого осаду видаляються колоїдні частинки та дрібна суспензія. Для осадів, зброджених у різних режимах, параметри промивання відрізняються. Промивання проводять очищеною стічною водою.

За реагентних методів використовують для обробки осадів неорганічні реагенти (хлорне залізо, сірчаноокисле залізо, вапно) або органічні високомолекулярні сполуки (поліелектроліти). І ті, й другі призводять до зниження питомого опору фільтрації в результаті агрегації колоїдних і дрібних твердих часток.

Незважаючи на те, що промивка є ефективним прийомом зниження питомого опору зброджених осадів, для коагуляції промитого осаду потрібні все ж значні дози мінеральних реагентів.

Як реагенти зазвичай застосовують хлорне залізо або сірчаноокисле окисне залізо і вапно у вигляді 10 % -го розчину. Середня доза заліза становить 4–6 % маси сухої речовини осаду, а вапна – 10–15 %. Частинки осаду об'єднуються пластівцями гідроксиду заліза у більші агрегати. В результаті такої обробки питомий опір осаду значно знижується і осад легше віддає воду. Реагенти вводять безпосередньо перед подачею осаду на механічне зневоднення.

Безреагентне кондиціонування здійснюють методами теплової обробки і заморожування-відтанення.

Суть методу теплової обробки осадів полягає у прогріванні осаду в реакторі протягом певного часу за температури 140–200 °С.

У процесі теплової обробки відбувається розпад органічних речовин, в основному білків, їх розчинення і перехід осадів із твердої

фази в рідку. При цьому змінюється структура осадів, їх зольність і частково хімічний склад, поліпшуються водовіддача і знешкодження. Під час теплової обробки питомий опір осадів знижується до значень, що дають можливість зневоднювати осади на вакуум-фільтрах і фільтр-пресах без обробки хімічними реагентами. Теплової обробці можуть піддаватися як зброджені, так і сирі осади.

Однією з переваг методу теплової обробки є повна стерильність обробленого осаду. Під час зневоднення такого осаду на вакуум-фільтрі утворюється кек вологістю 55–70 %. До недоліків методу належать складність конструкції реактора, великі енергетичні витрати і висока концентрація органічних речовин у фільтраті, які необхідно направляти на біологічну очистку. У процесі теплової обробки виділяються гази з поганим запахом, що потребують попереднього очищення перед викидом їх в атмосферу.

Заморожування і подальше відтанення осадів супроводжується зміною їх структури, при цьому пов'язана волога частково переходить у вільну, і це призводить до поліпшення водовідвідних властивостей осадів. Такі осади можна піддавати механічному зневодненню без коагулювання хімічними реагентами.

Штучне заморожування осадів проводять у холодильних установках безпосереднього контакту в барабанних або панельних льодогенераторах.

Для штучного заморожування 1 м<sup>3</sup> осаду витрачається близько 50 кВт електроенергії.

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

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

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

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

### **3.3.4. Зневоднення осадів**

Для зневоднення осадів зазвичай використовують такі типи споруд і апаратів: мулові майданчики, вакуум-фільтри, фільтр-преси, центрифуги.

Зневоднення на *мулових майданчиках* – це найпоширеніший метод сушіння осадів, як у вітчизняній практиці, так і за кордоном (рис. 3.44). Крім того, за механічних методів зневоднення осадів мулові майданчики проектують як аварійні споруди, що розраховують на обробку двомісячного об'єму осадів.



Рис. 3.44. Мулові майданчики

Механізм дії мулових майданчиків в основному зводиться до таких процесів: ущільнення осаду і видалення рідкої фази з поверхні; фільтрації рідкої фази через шар осаду і видалення її за допомогою дренажу; випаровування рідини з вільної поверхні осаду.

Навантаження на мулові майданчики становить в середньому 0,9–1,1 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> на рік.

Мулові майданчики-ущільнювачі – це прямокутні залізобетонні резервуари (карти) з отворами, розташованими у поздовжній стінці на різних глибинах і перекритими шиберами. Такі майданчики рекомендують застосовувати для осадів, які добре розшаровуються і

легко віддають мулову воду. Середня вологість осадів, що надходять на мулові майданчики-ущільнювачі не має перевищувати 95,9 %.

На сьогодні використовують мулові майданчики, обладнані системами горизонтального і вертикального дренажів. Однією з найбільш досконалих є конструкція мулового майданчика, що має водонепроникну основу з системами горизонтального і вертикального дренажів, що має високу продуктивність за рахунок надійної роботи дренажної системи, яку регенерують за допомогою продування, промивання і вакуумування.

Продуктивність мулових майданчиків може бути підвищено за рахунок флотаційного ущільнення. Однак при цьому відбуваються великі енерговитрати.

Мулові майданчики мають забезпечувати зниження вологості (зневоднення та підсушування) осаду й активного мулу, що надходять з відстійників і метантенків, до 70–80 %.

Під час експлуатації мулових майданчиків персонал зобов'язаний:

- дотримуватися заданої періодичності напусків та товщини шару осаду, що напускається. Періодичність напусків залежить від місцевих умов і може становити 15–30 діб, а товщина шару 0,2–0,3 м влітку та на 0,1 м нижче верху огорожувальних валиків взимку. Для майданчиків, обладнаних горизонтальним і вертикальним дренажем, спеціальними механізмами або за умови обробки осаду хлором чи флокулянтами режим напусків визначають за спеціальними регламентами;

- вчасно видаляти підсушений осад з вирівнюванням поверхні карт, промивкою дренажних систем та підсипанням піску;

- забезпечувати вчасне відведення мулових (дренажних) вод на очисні споруди, не допускаючи їх скиду в водойму;

- вести нагляд за станом лотків, труб, шиберів, дренажних систем, вчасно їх прочищати та промивати;

- слідкувати за станом огорожувальних валиків, вчасно їх обкошувати, не допускаючи дозрівання насіння бур'янів;

- вчасно ремонтувати будівельні конструкції та запірно-регулювальні пристрої майданчиків;

- вести облік кількості і вологості поданого і видаленого підсушеного осаду, кількості і якості відведеної мулової води;

- контролювати якість осаду за вмістом важких металів, забрудненість його шкідливими бактеріями і яйцями гельмінтів (використання осаду як органічного добрива).

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

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

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

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

Для прискорення підсушування осаду слід періодично (два – три рази на літо) розпушувати кірку на поверхні осаду і видаляти рослинність.

Роботу мулових майданчиків можна значно інтенсифікувати шляхом їх обладнання горизонтальним та вертикальним дренажем, системами відводу мулової води з поверхні карт, механізмами для розпушування кірки, підсипання піску і видалення підсушеного осаду, обробкою осаду перед подачею на мулові площадки активним хлором та катіонними флокулянтами, при цьому питомий опір фільтрації осадів також знижується. Вологість ущільненого осаду знижується зі збільшенням висоти шару, що ущільнюється. Зброджування й аеробна мінералізація погіршують вологовіддачу осаду.

Експлуатаційний персонал повинен вживати заходи для вчасного вивезення осаду з мулових майданчиків та його використання в сільському, зеленому чи лісовому господарстві або під час рекультивациі земель.

Природні способи зневоднення осадів на мулових майданчиках економічно і технологічно виправдані тільки для малих очисних станцій. Тому для станцій середньої і великої пропускної здатності через дефіцит земельних площ необхідно розвивати механічне зневоднення осадів.

Під час зневоднення осадів на вакуум-фільтрах і фільтр-пресах шляхом фільтрування відбуваються два процеси: протікання рідини через пористу масу й утворення пористої маси або шару осаду (кеку). Ці процеси безперервно змінюються, тому що зі збільшенням товщини шару кеку зменшується швидкість протікання рідини (фільтрату).

На рис. 3.45 зображено барабанний і стрічковий вакуум-фільтри.



*a*

*б*

Рис. 3.45. Барабанний (*a*) і стрічковий (*б*) вакуум-фільтри

Метод зневоднення зброженої суміші осадів на барабанних вакуум-фільтрах (рис. 3.45, *a*) вперше в СНД було здійснено на Кур'янівській станції аерації м. Москви. Тривалий період часу їх робота показала високу надійність (продуктивність – 17–25 кг/м-год, вологість кеку – 75–80 %). При цьому дози коагулянтів становили: 3–5 %  $\text{FeCl}_3$  і 9–1 %  $\text{CaO}$  від маси сухої речовини. Згодом вакуум-фільтри було застосовано в цехах механічного зневоднення осадів на очисних спорудах міст: Мінська, Дніпропетровська, Білої Церкви, Воскресенська, Коломни, Клину та ін.

Обробка осадів на вакуум-фільтрах має забезпечувати їх зневоднення до вологості 75–80 %.

У процесі експлуатації вакуум-фільтрів персонал зобов'язаний:

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

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

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

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

Перед пуском вакуум-фільтра фільтрувальну тканину потрібно добре змочити водою.

Регенерацію фільтрувальної тканини проводять віддувкою стисненим повітрям і промиванням водою. Витрату промивної води підтримують у межах 0,1–0,3 м<sup>3</sup>/год на 1 м<sup>2</sup> поверхні фільтра.

За недостатньої ефективності регенерації (більше 20 % площі без кеку) фільтрувальну тканину промивають розчином інгібованої соляної кислоти.

Після кожної зупинки вакуум-фільтра фільтрувальну тканину потрібно ретельно промити водою з милом або пральним порошком і очистити щіткою.

За невеликих розривів і пошкоджень фільтрувальну тканину зашивають, не знімаючи з барабана.

Роботу вакуум-фільтра може бути інтенсифіковано за допомогою додавання до осаду катіонних флокулянтів.

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

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

Метод зневоднення осадів міських стічних вод на *фільтр-пресах* (рис. 3.46) дає можливість знизити вологість кеку до 70 %.

Розробці та використанню нових конструкцій фільтр-пресів, що дають можливість автоматизувати технологічний процес і здійснювати його безперервно з великою продуктивністю фільтрів приділяють велику увагу.



*а*

*б*

Рис. 3.46. Автоматичний фільтр-прес з верхньою підвіскою плит (*а*) і стрічковий фільтр-прес (*б*)

Провідними зарубіжними фірмами: «Діфенбах» (Італія), «Дегремона» (Франція), «Кляйн», «Нетч», «Пассавант» (Німеччина), «Хюннет», «Енею» (Фінляндія), «Кюріте» (Японія), «Альфа-Лаваль» (Швеція) тощо на сьогодні випускаються стрічкові і камерні фільтр-преси, що мають високу ефективність процесу і велику продуктивність.

Зневоднення осадів на фільтр-пресах здійснюється під час попередньої їх обробки катіонними флокулянтами.

Установою «УкрНДІхіммаш» розроблені нові конструкції камерних фільтр-пресів з вертикальними плитами типу ФКМ з поверхнею фільтрування 25–500 м<sup>2</sup>. Ефективність їх роботи також забезпечується попередньою обробкою опадів реагентами, доза яких залежить від складу і властивостей вихідного осаду.

Принцип дії стрічкових прес-фільтрів полягає у такому. Спочатку осад обробляється розчином флокулянта з метою поліпшення його водовіддавальних властивостей. Вибір реагентів і визначення їх доз проводять під час пуско-налагоджувальних робіт.

Спеціальний шламований насос транспортує осад зі збірних ємностей у барабан для попереднього згущення на верхній стрічці фільтр-преса. Потім відбувається гравітаційне згущення і зрівняння потоку, що надходить на сітку. Під тиском осад надходить усередину системи зі щільно стиснутими фільтрувальними стрічками і валами. Тут осад затискається між двома перфорованими стрічками і проходить через кілька (зазвичай 12 або 14) валів з діаметрами, що зменшуються. Це забезпечує поступове підвищення тиску на осад, за рахунок чого оптимізується процес пресування і підвищується продуктивність

системи в цілому. Тверда фаза затримується на поверхні фільтрувального полотна, а рідка вільно проникає через фільтрувальну тканину і далі через систему каналів виводиться з фільтра. Зневоднений осад за допомогою скребка видаляється зі стрічки, а потім скидається у пристрій вивантаження. У нижній частині преса передбачено спеціальний лоток для збору фільтрату, а для очищення фільтрувальних стрічок – дві промивні лінії, які безперервно обробляють їх із форсунок перед надходженням нової партії осаду.

У процесі експлуатації фільтр-пресів необхідно:

- підтримувати заданий режим подачі осадів, робочих розчинів реагентів та технічної промивної води насосами-дозаторами і вести облік кількості поданих осадів, реагентів, технічної промивної води і її тиску;
- вести візуальне спостереження за кількістю кеку і фільтрату;
- контролювати кількість осаду, що надходить на фільтр-преси і кеку, що утворюється, визначати кількість фільтрату і води від промивання;
- контролювати вологість осаду, що надходить на фільтр-преси і кек, утворений концентрацію зважених речовин у фільтраті;
- за даними спостереження, аналізів та розрахунків коригувати роботу фільтр-пресів;
- вести облік усіх технологічних параметрів фільтр-пресування (тривалість фільтроцикла, тривалість вивантаження, причини простою і його тривалість тощо).

*Центрифугування* – ефективний метод механічного зневоднення осадів, який застосовують без попередньої обробки осадів хімічними реагентами або флокулянтами. За безреагентного центрифугування спрощується експлуатація цеху обробки осаду, скорочуються витрати праці й енергетичні витрати. Однак у зв'язку зі значним виносом твердої фази з фугато потрібна його подальша обробка.

За реагентного центрифугування осадів велике значення має місце введення флокулянта. Флокулянт вводять у всмоктувальну лінію, в напірну лінію насоса-дозатора або безпосередньо в порожнину центрифуги, що найбільш поширено.

Як реагенти використовують хімічні реагенти (солі хлорного або сірчано-кислого заліза, солі алюмінію, вапно та ін.) і синтетичні органічні поліелектроліти (катионні флокулянти).

Зневоднення осадів стічних вод методом центрифугування широко застосовують у світовій практиці. Цей метод також

використовують в Україні та країнах СНД. У процесі центрифугування тверда фаза осадів стічних вод відділяється від дисперсного середовища води під дією поля відцентрових сил. Найчастіше для зневоднення осадів стічних вод використовують безперервні осаджувальні горизонтальні центрифуги зі шнековим вивантаженням осаду (рис. 3.47).



Рис. 3.47. Осаджувальні горизонтальні центрифуги зі шнековим вивантаженням осаду

В осаджувальних центрифугах тверді частинки, що мають щільність більшу, ніж густина рідкої фази, під дією відцентрової сили відкладаються на внутрішній поверхні суцільного ротора і видаляються шнеком, а рідка фаза у вигляді кільцевого шару розташовується поблизу осі обертання ротора і безперервно виводиться з центрифуги.

Обробка осадів на центрифугах має забезпечити зневоднення осаду до вологості 68–75 %.

Експлуатують центрифуги відповідно до інструкцій заводів-виготовлювачів.

Під час експлуатації центрифуг персонал зобов'язаний:

- підтримувати задані параметри їх роботи (діаметр зливного циліндра, кількість обертів ротора);
- контролювати й обліковувати час роботи центрифуги, кількість осаду, що обробляється і зневоднюється;
- вести спостереження за вологістю і зольністю вихідного осаду, кеку і фугату (два рази на тиждень), концентрацією зважених речовин і БСК<sub>5</sub> фугату (один раз на тиждень);
- забезпечувати безперебійну роботу основного і допоміжного устаткування.

Оптимальний режим роботи центрифуги (число обертів ротора, діаметр зливного циліндра, продуктивність) установлюють експериментально, виходячи з умови одержання найчистішого фугату.

Для зменшення гідравлічного навантаження на центрифугу осаді попередньо ущільнюють. Для зменшення зносу центрифуги з осадів потрібно ретельно видалити пісок та інші абразивні частинки. За високого вмісту піску в осаді потрібно зменшувати частоту обертання ротора і діаметр заливного циліндра.

Для попередження засмічення центрифуги крупними забрудненнями перед нею потрібно встановити проціджувачі осаду або решітки-дробарки.

### 3.3.5. Утилізація осадів побутових стічних вод

Ліквідацію осадів стічних вод застосовують у тих випадках, коли утилізація є неможливою або економічно нерентабельною. Вибір методу ліквідації осадів визначається їх складом.

Спалювання – один із найпоширеніших методів ліквідації осадів стічних вод. Попередньо зневоднені осаді органічного походження мають теплотворну здатність 16 800–21 000 кДж/кг, що дає можливість підтримувати процес горіння без використання додаткових джерел теплоти. Осади спалюють на станціях очистки стічних вод у багатоподових циклонних печах, а також печах киплячого шару.

Установки з використанням теплоти, одержуваної від спалювання твердих відходів, не забруднюють навколишнє середовище, прості в експлуатації (рис. 3.48, 3.49). Вони дають можливість знешкодувати органічні відходи з вологістю до 60 % і об'ємним вмістом механічних домішок до 10 %.

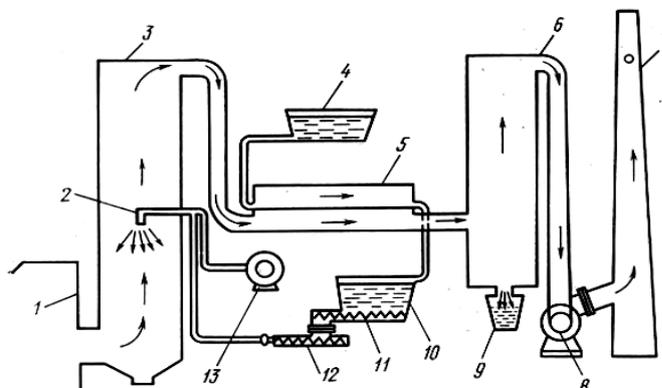


Рис. 3.48. Схема установки з використанням теплоти, одержуваної від спалювання твердих відходів



Рис. 3.49. Установка для спалювання осаду стічних вод та побутових відходів

Димові гази, що утворюються під час спалювання твердих відходів у печі 1 з температурою 900–1000 °С, надходять у камеру 3 для спалювання осаду стічних вод, в якій назустріч потоку димових газів за допомогою насоса-дозатора 12, компресора 13 і розпилювача 2 подається осад у розпиленому стані.

У камері 3 краплі осаду підігріваються, підхоплюються потоком димових газів, згоряють і піднімаються у верхню зону. Температура димових газів у верхній зоні камери за рахунок випаровування вологи, що міститься в осадах стічних вод, знижується до 800 °С. У цій же зоні відбувається дезодорація парів води. Димові гази, що містять мінерали осаду, золу і пари води, надходять у теплообмінник. Одночасно з бака 4 в канал теплообмінника 5 подається ущільнений осад з вологістю 93–95 %, який підсушується до 89 % і надходить у бак 10, обладнаний шнеком 11 для подрібнення і подачі осаду до насоса-дозатора 12. Димові гази, охолоджені в теплообміннику до температури 300–350 °С, надходять у фільтр 6, звідки відсмоктуються вентилятором 8 через трубу 7 у навколишнє середовище. Тверді частинки, що осідають на фільтрі, надходять до збірника 9, звідки вони періодично видаляються.

Однак осад, який виділяється під час очищення стічних вод населених пунктів з малою часткою неочищених виробничих стоків, за хімічним складом належить до цінних органіано-мінеральних сумішей.

Осад міських стічних вод доцільно використовувати, головним чином, у сільському господарстві як азотно-фосфорні добрива, що містять необхідні для розвитку рослин мікроелементи й органічні

сполуки. Потрапляючи в ґрунт, осад мінералізується, при цьому біогенні й інші елементи переходять у доступні для рослин сполуки.

Для сушіння осадів застосовують прямоточні сушарки або сушарки із зустрічними струменями (рис. 3.50). Барабанні сушарки застосовують значно рідше через низьку продуктивність.



*а*  
Рис. 3.50. Сушарки:  
*а* – барабанні; *б* – трічкові

Термічне сушіння зневодненого осаду має забезпечувати висушування осаду до сипучого стану (вологість 25–30 %) та його стерилізацію з метою безпечного використання як органіно-мінерального добрива.

*Барабанні* сушарки працюють за схемою з прямоточним рухом осаду і сушильного агента, яким є топкові газів. Сушильний агрегат складається з топки, сушильної камери і вентиляційного пристрою. З боку входу знаходиться завантажувальна камера, з боку виходу – розвантажувальна. Топка розташована з боку входу в сушильну камеру. Для відсмоктування відпрацьованих газів встановлюють вентилятор. Барабан встановлено похило до горизонту під кутом  $3\div 4$  °С, на ковзанках і він має привід, від якого здійснюється обертання. Температура топкових газів на вході в сушарку 600–800 °С, на виході з неї – 170–250 °С.

Уточнення параметрів сушіння проводять у пусконаладжувальний період на реальному осаді (для обліку специфічних особливостей осаду, обумовлених місцевими умовами). Разові спостереження систематизують з метою виявлення допустимих відхилень структури і вологості осаду, що вводиться в сушарку.

У прямоточних сушарках застосовують введення кеку під тиском через евольвентні і тангенціальні форсунки. Тиск осаду створюють гвинтовими насосами.

Режим сушіння і кінцеву вологість осаду вибирають з урахуванням умов очищення і знешкодження газів. Якщо вологість осаду знижується до 25 %, то спостерігаються підгоряння з утворенням газів, що погано пахнуть.

На сушіння подають осади після їх механічного зневоднення до вологості 60–85 %.

Основними елементами *лопатевої* сушильної установки є жорсткий корпус, що обігривається, з двома обертовими у протилежному напрямку порожніми валами зі спеціальними клиновидними лопатями (рис 3.51). Порожні вали з лопатями не мають транспортної функції, а слугують для перемішування і більш інтенсивного теплообміну.

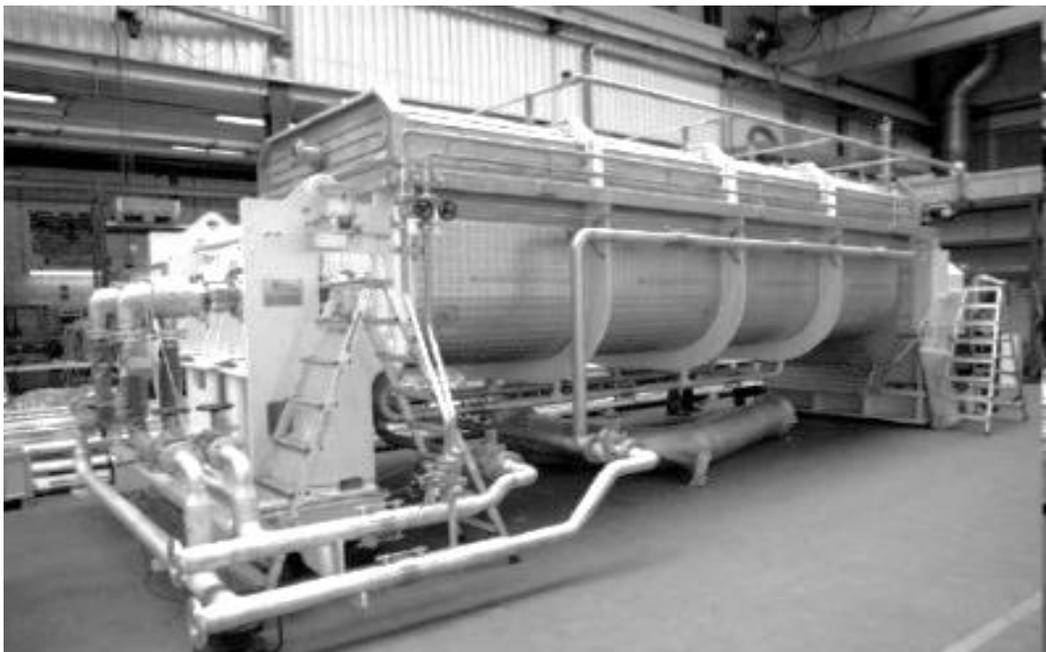


Рис. 3.51. Лопатева сушарка

За рахунок повільного обертання валів установки значно зменшується навантаження на силові пристрої і зменшується ступінь зносу вузлів сушарки. Іншою відмінною рисою лопатевих сушарок є досягнення високого коефіцієнта випаровування вологи з осаду за мінімальних енергетичних витрат. У лопатевої сушарці сушіння осаду можна здійснити до 10 % залишкової вологості без зворотного

підмішування сухого осаду. Тривале перебування осаду в установці під високою температурою близько 100 °С дає можливість повністю знезаражувати осад. Головною проблемою під час сушіння мулових осадів є виникнення клейкої фази за досягнення 45–60 % вмісту завислих речовин.

У лопатевих сушарках за рахунок клиноподібної форми лопатей виникає ефект самоочищення, що запобігає налипанню продукту в установці. Така конструкція дає можливість переробляти різні види осадів незалежно від виникнення клейкої фази.

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

У процесі експлуатації сушарок персонал зобов'язаний:

- наглядати за роботою сушарки і підтримувати задані технологічні параметри (температуру газів, витрату палива і стисненого повітря, вологість осадів на вході і виході з сушарок тощо);

- вести систематичний (кілька разів на зміну) контроль і облік кількості та якості зневодненого і висушеного осаду, витрат електроенергії, палива та стисненого повітря.

- кожного тижня визначати зольність, вміст азоту, фосфору, калію та деяких важких металів у висушеному осаді;

- утримувати в справному стані сушарки і допоміжне обладнання, вчасно ремонтувати і перевіряти системи комплексної водопідготовки і автоматики (КВПіА);

- забезпечувати задані продуктивність сушарок і вологість висушеного осаду;

- не допускати понаднормативних втрат тепла з відхідними газами.

У світовій практиці накопичено значний досвід біологічної обробки осадів стічних вод з метою отримання органічних добрив. Найбільше практичне значення мають: приготування компостів, біогумусу (вермикомпосту), підготовка біологічно активних органічних добрив, продукту «Біоком», добрива «Агровит-Кор».

Сучасні технології компостування дають можливість отримати цінне органічне добриво, яке може бути використано для рекультивації кар'єрів і ярів, використовуватися в ландшафтному дизайні територій, під час обладнання газонів населених пунктів і як ґрунт для квітників.

Для дотримання оптимальних умов компостування необхідний аналітичний контроль технологічного процесу, який передбачає:

- контроль динаміки температури в об'ємі біореактора;
- контроль зміни вологості компостної суміші протягом усього циклу компостування;
- вимір кислотно-лужної рівноваги суміші (ядра) біореактора;
- контроль хімічного і санітарно-бактеріологічного складу продукції, що виходить.

Поточний контроль необхідний для дотримання технологічного регламенту і здійснюється оператором або технологом. Приймальний контроль призначено для залишкової оцінки якості та сертифікації готового компосту згідно з ТУ У 10351102.69 - 97, ГОСТ 5369 - 77 і ГОСТ 26712 - 94.

### **Контрольні запитання**

1. Які споруди використовують для обробки осадів стічних вод?
2. Як відбувається експлуатація споруд для ущільнення і згущення осадів?
3. Поясніть принцип роботи споруд для стабілізації осадів стічних вод.
4. Які є методи кондиціонування осадів стічних вод?
5. Які споруди використовують для зневоднення осадів стічних вод?
6. Як відбувається утилізація осадів побутових стічних вод?

## **Розділ 4. СПОРУДИ І УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ, СТІЧНИХ ВОД ТА ДЕЗИНФЕКЦІЇ ОСАДУ**

### **4.1. Загальні питання**

Експлуатація споруд і установок для знезараження питної води має забезпечувати доведення бактеріологічних показників якості води до вимог ДСанПіН 4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», а також відповідно до Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Знезараження очищених міських стічних має відповідати вимогам СанПіН 4630-88 «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення».

Реагенти, які застосовують для хлорування води:

– рідкий та газоподібний хлор  $\text{Cl}_2$  – найпоширеніший реагент для знезараження води. Його постачають у балонах або бочках-контейнерах;

– гіпохлорит натрію ( $\text{NaClO}$ ) – сильний окисник, містить 95,2 % активного хлору. Його випускають у вигляді водного розчину з концентрацією 100–190 г/дм<sup>3</sup>, а також готують безпосередньо на очисних спорудах електролізом кухонної солі.

– гіпохлорит кальцію  $\text{Ca(OCl)}_2$  – білий кристалічний порошок, що легко поглинає з повітря вологу та вуглекислий газ. Проявляє сильні окисні властивості. Його постачають в оцинкованих барабанах, покритих шаром оліфи. Містить 55–80 % активного хлору.

– хлорне вапно  $\text{Ca(ClO)Cl}$  – технічна суміш гіпохлориту кальцію, хлориду кальцію та гідроксиду кальцію із варійованим вмістом води. Містить 32–35 % активного хлору. Його постачають його у дерев'яних бочках або фанерних барабанах;

– діоксид хлору  $\text{ClO}_2$  – газ червонувато-жовтого кольору з характерним запахом. Добре розчинний у воді. Нестійка сполука, вибухає на світлі під час нагрівання і контактів з окиснювачами. У зв'язку з вибухонебезпечністю, діоксид хлору не може зберігатись у концентрованому вигляді і виробляється безпосередньо на місці споживання;

– хлорит натрію ( $\text{NaClO}_2$ );

– змішані оксиданти використовуються для дезінфекції, мають тривалий ефект післядії, скорочення формування побічних продуктів, а також підвищену мікрофлокуляцію. Придатні для видалення біоплівки.

Знезараження води для систем водопостачання та водовідведення здійснюють за допомогою дезінфікуючих реагентів, в якості яких використовують зріджений хлор, скраплений хлор і аміак або аміачну воду; твердих хлоровмісних реагентів (хлорного вапна, гіпохлориту кальцію), водних розчинів хімічного і електрохімічного гіпохлориту натрію, а також озонуванням і ультрафіолетовим опроміненням.

На всіх об'єктах, пов'язаних із знезараженням питної води та стічних вод має бути призначено відповідальних осіб, які здійснюють контроль за надходженням, зберіганням і витратою реагентів, дотриманням технологічного режиму, за технічним станом споруд та устаткування і дотриманням правил техніки безпеки.

До роботи на спорудах і установках для знезараження питної води і стічних вод допускають осіб не молодше 21-го року.

Дозу активного хлору для знезараження води необхідно встановлювати на основі даних технологічних досліджень. У випадку їх відсутності для попередніх розрахунків дозу хлору беруть для поверхневих вод після фільтрування у розмірі 2–3 мг/дм<sup>3</sup>, для підземних джерел – 0,7–1,0 мг/дм<sup>3</sup>. При цьому на виході води з контактного резервуара вміст залишкового вільного хлору має бути 0,3–0,5 мг/дм<sup>3</sup> за тривалості контакту 30 хв. Щодо концентрації залишкового вільного і зв'язаного хлору необхідно дотримуватися вимог нормативу.

Розрахункову дозу хлору, необхідну для знезараження стічних вод, беруть відповідно до рекомендацій, наведених у ДБН В.2.5 - 75: 2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування»: після механічного очищення – 10 г/м<sup>3</sup>; повної біологічної очистки – 3 г/м<sup>3</sup>; неповної біологічної очистки – 5 г/м<sup>3</sup>. Тривалість контакту хлору зі стічною водою в контактних резервуарах або у відвідних лотках і трубопроводах беруть не менше 30 хв, при цьому кількість залишкового хлору в знезараженій воді має становити не менше 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Під час експлуатації споруд і установок для знезараження очищених міських стічних вод необхідні дози хлору і тривалість його контакту з водою уточнюють дослідним шляхом у процесі налагодження й експлуатації очисних споруд.

Контактні резервуари мають забезпечувати задану тривалість контакту реагенту з водою в умовах відсутності застійних зон у резервуарах. Терміни промивання контактних резервуарів слід встановлювати за показаннями технологічного контролю. Кількість контактних резервуарів має бути не менше двох.

Під час влаштування та експлуатації реагентного та складського господарства для процесів знезараження водними розчинами твердих хлоромісних реагентів, хімічного гіпохлориту натрію й аміачної води, необхідно враховувати високу летючість хлору та аміаку як із водних розчинів, так і з вихідних твердих компонентів.

Під час експлуатації систем знезараження питної води та стічних вод персонал зобов'язаний:

- підтримувати заданий режим роботи основного і допоміжного устаткування, забезпечувати їх безаварійну роботу;
- стежити за дотриманням установленої витрати знезаражувального реагента;
- контролювати концентрацію залишкового хлору у воді (стічна вода) в установленому інтервалі часу;

- проводити ревізію хлораторів і запірної арматури не рідше ніж один раз на квартал (з заміною сальникової набивки), ревізію грязьовиків – не рідше один раз на два роки за наявності двох хлораторів і щорічно – за більшої кількості хлораторів;
- проводити очищення хлоропроводів від трихлористого азоту та інших забруднень – один раз на квартал;
- своєчасно за графіком виконувати планово-попереджувальні ремонти обладнання;
- періодично відбирати проби води після знезараження для її мікробіологічного аналізу;
- стежити за показаннями контрольно-вимірвальних приладів і функціонуванням засобів автоматизації;
- вживати заходи з усунення неполадок у роботі установок;
- слідкувати за справністю вентиляційних систем, санітарних колон і систем дегазації витоків хлору та обладнання для дегазації аварійних посудин з рідким хлором.
- стежити за системою контролю вмісту хлору в повітрі робочої зони;
- вести облік витрат реагентів, електроенергії, води на власні потреби установок для знезараження;
- виконувати вимоги техніки безпеки.

Хлорні об'єкти потрібно забезпечити телефонним зв'язком з керівником об'єкта та диспетчером.

#### **4.2. Споруди та установки для хлорування води зрідженим хлором**

Для знезараження води застосовують хлор у газоподібному стані. Хлорування питної води за добової витрати хлору до 50 кг, як правило, дозволено проводити тільки з балонів. За витрати хлору більше ніж 50 кг/добу можна використовувати як балони, так і бочки-контейнери місткістю 1000 л (рис. 4.1).

Бочки-контейнери і балони потрібно експлуатувати згідно з «Правилами влаштування і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском».

Переміщення балонів і бочок має бути механізовано. Вантажопідйомні пристрої повинні мати два гальма. Перевезення їх автомобільним транспортом виконують за заздалегідь розробленим маршрутом, погодженим з поліцією, з мінімальною кількістю зупинок і затримок на шляху прямування.



Рис. 4.1. Балони (а) і бочки-контейнери (б) для зрідженого хлору

До системи хлорування належать такі основні елементи:

- хлорний контейнер (балон);
- випарник хлору (випарювач);
- обладнання очищення від механічних домішок;
- дозувальний пристрій (хлоратор).

Рідку фазу хлору беруть з балона (без сифона) у положенні вентилем вниз.

Контроль за витратою хлору здійснюють за допомогою вагів. Бочки або балони, які встановлено на вагах, з'єднують з трубопроводом через компенсатор (рис. 4.2).

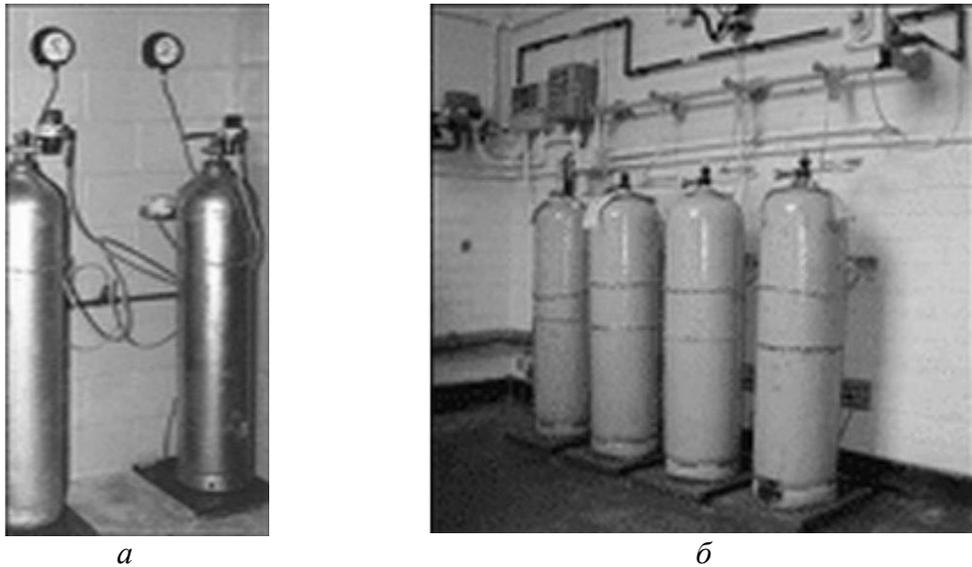


Рис. 4.2. Балони (а) і бочки (б) на вагах

Збірний трубопровід від балонів або бочок підключають до вакуумного хлоратора послідовно через змієвиковий випарник і балон-грязьовик місткістю 50–70 л із сифонною трубкою. На збірному

колекторі між балонами (або бочкою) на вагах і випарником влаштовують підводку-спіраль для вільної роботи вагів. Підготовку і зміну балонів потрібно проводити у певній послідовності. Перш ніж приєднати балон до хлоратора, необхідно переконатися в наявності хлорного газу в балоні, прочистити вивідні трубку і канал вентиля від забруднень, увімкнути вентилятор, надіти протигаз і пустити в хлоратор хлор із запасного балона, відкривши запірний клапан у головці балона. Не знімаючи протигаз, закрити запірні клапани в головці спрацьованого балона і на підвідній трубці, після чого звільнити хомутик на головці, зняти балон і перевезти його у відведене для зберігання місце. Не знімаючи протигаз, обережно ввезти новий балон у приміщення хлораторної і встановити його на місце знятого балона.

Якщо працюють декілька балонів, то спрацьований балон можна виявити за температурою його стінок, яка в цьому випадку стає близькою до температури приміщення; балони, що містять газ, значно холодніші (на дотик). Якщо працює один балон, момент його спорожнення легко встановити, користуючись манометром (який в цьому випадку має показувати 1,5–2,0 атм.).

Випаровування рідкого хлору потрібно проводити тільки у змієвикових випарниках вертикальних апаратів з розміщеними всередині змієвиками, по яких проходить рідкий хлор (рис. 4.3).



*a*



*b*

Рис. 4.3. Вакуумний хлоратор (а) і випарник (б) серії 50-200 для рідкого хлору, аміаку, діоксиду хлору

Обслуговування хлораторної полягає в заміні балонів, пуску і зупинці хлораторів, виявленні та усуненні несправностей.

Грязьовики і випарники мають бути заводського виготовлення з необхідною технічною документацією (паспорт і акти випробувань).

У разі використання як грязьовика хлорного балона підключення хлоропроводів здійснюється тільки через трійник, закручений у горловину балона. Врізування в балон заборонено.

Пуск і зупинку хлоратора проводять у певній послідовності відповідно до інструкції.

1. Під час пуску хлоратора необхідно увімкнути вентилятор у приміщенні хлораторів, надіти протигаз і, увійшовши в приміщення, перевірити, чи немає витoku газу.

Для цього шматок вати (або ганчірки), змочений нашатирним спиртом, слід піднести до тих місць, де можливий витік газу. Поява білого димку, що є результатом реакції хлору і парів нашатирного спирту, вкаже на витік хлору в цьому місці.

2. Переконавшись у тому, що регулювальний і спускний крани хлоратора закриті, відкривають запірний вентиль на голівці балона, після чого також повільно відкривають вентиль на підвідній трубі; в результаті цього газ по трубці надходитиме через фільтр в редукційний клапан. Манометр високого тиску має показувати при цьому тиск у балоні близько 6 атм. за 15 °С.

3. Перевірити відсутність витoku хлору на шляху від балона до хлоратора.

4. Відкрити запірний кран на трубопроводі, що відводить хлорну воду, і запірний вентиль на трубі, що підводить воду до хлоратора. Плавна відкриваючи пусковий вентиль у редукційного клапана для води, пустити її через змішувач у трубопровід, що відводить хлорну воду. Плавна відкриваючи пусковий вентиль у редукційного клапана для хлору, пустити хлор, який, пройшовши вимірювач і зворотний клапан, надійде в змішувач і через нього в трубопровід, що відводить хлорну воду.

5. За короткочасної зупинки хлоратора досить закрити регулювальний кран. За тривалої зупинки хлоратора слід закрити вентиль балона, запірний вентиль на трубі, регулювальний кран і відкрити спускний кран. Також потрібно закрити водопровідний кран.

Необхідну інтенсивність відбору газоподібного хлору безпосередньо з посудини забезпечують припливом тепла від

навколишнього повітря через стінку тари за рахунок природної конвекції або примусового обдування і обґрунтовують розрахунками, узгодженими зі спеціалізованою організацією.

Заборонено обігрівати стінки ємностей відкритим вогнем і поливати водою. Обмерзання стінок ємностей не допускають. Не можна, щоб на одну лінію одночасно працювали більше двох ємностей.

Відбір хлору здійснюють під час постійного контролю за його витратою, закінченням спорожнення ємності, тиском у системі на лініях рідкого і газоподібного хлору й унеможливають надходження води в технологічні трубопроводи і хлорну тару.

У хлораторних, де використовують хлор у балонах, має бути футляр для аварійного спрацювання балона, а також дегазаційна яма. Біля неї потрібно зберігати запас сухих реагентів (гіпосульфату натрію і кальцинованої соди у співвідношенні 1:2) у такій кількості: для дегазації балонів – не менше 100 кг, бочок – не менше 1000 кг.

Перед входом у хлораторну або на склад черговий персонал повинен увімкнути вентиляцію і переконатися у відсутності газу за допомогою реактивних підкромалених папірців, змочених у дистильованій воді (за наявності хлору в повітрі папірці набувають синього кольору), або газоаналізаторів.

Витік газоподібного хлору з балонів (бочок) може бути припинено за допомогою хомутів, мокрої ганчірки або заливанням місця витoku водою. За безперервного витoku газу на балон слід надіти аварійний футляр або занурити балон у ванну з 10 %-м розчином тіосульфату натрію ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) або вапна. За безперервного витoku газу з бочки хлор потрібно злити у вільну або ж несправну бочку і помістити у спеціальний приямок глибиною не менше ніж 1,5 м, до якого подають розчин тіосульфату натрію. Приямок після цього потрібно прикрити дерев'яними або металевими щитами.

Запас тіосульфату натрію або вапна масою 200–300 кг потрібно зберігати в сухому місці.

Роботи з усунення витоків або дегазації варто проводити в протигазах. Для оповіщення оточуючих про аварії у хлораторних і витратних складах встановлюють звукові сигналізатори. Індивідуальні захисні засоби зберігають, як правило, в індивідуальних шафах з написами і відповідно до вимог правил техніки безпеки періодично перевіряють.

Хлораторні (склади реагентів) має бути обладнано системами локалізації і нейтралізації аварійного викиду.

Для попередження накопичення трихлористого азоту у випарювачах та хлоропроводах необхідно один раз на квартал продувати їх сухим і чистим повітрям (або стисненим азотом) та не рідше одного разу на рік промивати 5 %-м розчином кальцинованої соди, чистою водою та ретельно висушувати теплим сухим повітрям.

*Витратні склади хлору* призначено тільки для зберігання хлору в тарі. Ємність витратних складів хлору, незалежно від добового споживання, має бути не більше 100 т. Склади потрібно розташовувати в окремих закритих добре вентильованих приміщеннях. Вентиляція витратних складів хлору має бути завжди у справному стані.

Вентиляційний пристрій має бути розраховано на 12-тикратний обмін повітря за годину. Витяжні отвори розташовують біля підлоги.

При вході у видатковий склад вивішують плакати та інструкції про дії працівника хлорного господарства у випадку виникнення аварії.

Нові балони хлору піддають контрольному огляду і не змішують з тими, що раніше знаходились на складі.

Аварійні викиди хлору становлять велику небезпеку як для виробничого персоналу хлорних об'єктів, так і для населення найближчих районів, для рослинного і тваринного світу.

Склади хлору має бути обладнано системами локалізації і нейтралізації аварійного викиду хлору.

На підприємствах – споживачах і виробниках хлору – застосовують методи поглинання як рідкими поглиначами-абсорбентами, так і твердими речовинами-адсорбентами. Кожен із цих процесів має свої сфери застосування, в яких його використання дає більший техніко-економічний ефект. Метод абсорбції поглинання хлору є найбільш поширеним. У цьому процесі хлор вступає в хімічну взаємодію з абсорбентами з утворенням відповідних нелетких продуктів реакції і виділенням тепла.

Як абсорбенти в основному використовують водні розчини каустичної соди, кальцинованої соди і гідрату окису кальцію, рідше – водні розчини тіосульфату натрію, хлориду заліза.

Крім того, в аварійних ситуаціях, пов'язаних з викидом хлору, необхідно оперативно організувати заходи, що обмежують поширення хлорної хвилі. Одним із найефективніших засобів її локалізації є захисна водяна завіса, яка створюється за допомогою розпилювачів

води. На водопровідних станціях водяна завіса створюється як всередині приміщення дренчерними установками, так і навколо випарників за допомогою переносних розпилювальних пристроїв. Переносні розпилювачі можуть приєднуватися як до зовнішніх мереж водопроводу, так і до пожежних машин, які виїжджають з запасом води.

Для аварійної евакуації хлору з дефектних контейнерів призначено пристрій «ковпак». За допомогою «ковпака» проводять евакуацію хлору в газоподібному стані з контейнерів, що мають несправності вентиля або нещільності в з'єднаннях його частин (фланця з корпусом, вентиля з фланцем). Пристрій являє собою циліндр з днищем, що накладають на верхню (вентильну) частину контейнера і притискають до корпусу контейнера. Хлор, що виділяється з контейнера, потрапляє у внутрішній простір пристрою і через відвідний патрубок евакуюється або в систему подачі хлору, або направляється на поглинання в санітарну колону.

### **4.3. Установки для знезараження води хлорреагентами**

На сьогодні застосовують різноманітні установки і способи для знезараження стічних вод хлорреагентами.

До першого типу належать установки для хлорування води хлорним вапном і порошкоподібним (або таблетованим) гіпохлоритом кальцію. Принцип дії полягає в приготуванні розчину необхідної концентрації та подальшій подачі його у воду.

До другого типу належать установки, які дають можливість отримувати знезаражувальні хлор-продукти з вихідної сировини – кухонної солі – безпосередньо на місці споживання. Такими установками є електролізери, які призначено для приготування електролітичного гіпохлориту натрію.

До третього типу належать установки, що дають можливість здійснювати знезараження води шляхом її прямого електролізу. Цей метод є безреагентним, оскільки знезаражувальні продукти утворюються шляхом електролітичного розкладання хлоридів, які перебувають у самій оброблюваній воді.

Четвертий тип – це установки з використанням важко розчинних гранульованих хлоровмісних реагентів (трихлорціанурова кислота, діхлорамін-Б, гексахлормеламін), через які фільтрують стічні води.

*Хлорне вапно* для знезараження води застосовують на водопровідних станціях невеликої продуктивності у вигляді розчину, дозування якого здійснюють тільки після відстоювання.

На водовідвідних очисних спорудах пропускною спроможністю до 1000 м<sup>3</sup>/добу для дезінфекції стічних вод допустимо застосування хлорного вапна, а також гіпохлориту кальцію.

Установка для дезінфекції води хлорним вапном зазвичай складається з затворних баків (одного або двох), двох розчинних або робочих баків і одного дозувального бачка. У затворному баку проводять розчинення хлорного вапна, в результаті чого отримують «молоко» з концентрацією 10–15 % за активним хлором. Молоко надходить в один із розчинних (робочих) баків, де змішується додатково з водою в кількості, необхідній для отримання розчину з концентрацією 2,5 % за активним хлором. Воду для приготування розчину подають з водопроводу або шахтних колодязів, а на каналізаційних очисних спорудах використовують очищену стічну воду після контактного резервуара.

З розчинних баків хлорна вода надходить у дозувальний бачок і потім у змішувач.

Розчинні баки для хлораторної продуктивністю (за хлором) до 1 кг/год виготовляють круглими дерев'яними, покритими з середини цементним розчином, а продуктивністю до 2,5 кг/год – залізобетонними.

Дозувальний бачок має овальну форму в плані розміром 0,5×0,4 м і висоту 0,5 м.

Усі баки щільно закривають кришками для запобігання потрапляння хлору в приміщення.

Труби, що транспортують хлорну воду, виготовляють із антикорозійних матеріалів (вініпласт та ін.), те ж стосується і арматури.

У зв'язку з невеликим вмістом активного хлору в хлорному вапні, швидкою втратою з нього хлору, а головне з великою трудомісткістю приготування, хлорне вапно є безперспективним реагентом.

На сьогодні заводи хімічної промисловості почали випускати *гіпохлорит кальцію* з вмістом активного хлору вдвічі більше, ніж у хлорного вапна (60–70 %). Цей продукт замінює хлорне вапно й успішно використовується.

Процес знезараження стічної води гіпохлоритом кальцію аналогічний процесу знезараження хлорним вапном.

З огляду на те що гіпохлорит кальцію є вибухонебезпечною речовиною, його не можна забруднювати маслами й органічними речовинами, розташовувати барабани з ним поблизу вогню. Під час транспортування і перенесення барабанів з гіпохлоритом кальцію не можна допускати їх падіння. На складі гіпохлориту кальцію необхідно мати комплект протипожежних засобів.

Основними перевагами технології знезараження питної води і стічних вод *гіпохлоритом натрію* є безпека її застосування і значне зменшення впливу на довкілля порівнянно з рідким хлором.

Дезінфекційну дію гіпохлориту натрію (NaOCl) засновано на тому, що під час розчинення у воді він так само, як і газоподібний хлор, утворює хлорноватисту кислоту та гіпохлорит-іони, які мають окиснювальну і дезінфекційну дію. Зберігаючи всі переваги процесу хлорування, даний метод знезараження дає змогу уникнути основних труднощів, пов'язаних із роботою з високотоксичним рідким хлором.

Такий метод знезараження води відрізняється високим ступенем екологічної та промислової безпеки, не потребує створення системи нейтралізації аварійних викидів, заходів з охорони довкілля та захисту обслуговуючого персоналу.

Гіпохлорит натрію має виражений бактерицидний ефект, під дією якого бактерії і віруси, що знаходяться у воді, гинуть в результаті окиснення речовин, що входять до складу протоплазми клітин.

Для знезараження питної води застосовують гіпохлорит натрію марки А за ГОСТ 11086-76 «Гипохлорит натрия. Технические условия» (Гіпохлорит натрію. Технічні умови).

Для обробки побутових і промислових стічних вод застосовують гіпохлорит марки А та Б, який виробляють в Україні згідно з ГОСТ 11086-76 (абзац другий пункту 2.1 глави 2 зі змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства № 105 від 15.05.2015)

Гіпохлорит натрію марки А випускають у вигляді водного розчину зеленувато-жовтого кольору. За ГОСТ 11086-76 він має відповідати таким вимогам:

- коефіцієнт світлопропускання – не менше 20 %;
- масова концентрація активного хлору – не менше 190 г/дм<sup>3</sup>;
- масова концентрація лугу в перерахуванні на NaOH – 10–20 г/дм<sup>3</sup>;
- масова концентрація заліза – не більше 0,02 г/дм<sup>3</sup>.

Під час зберігання розчину гіпохлориту натрію (РГН) спостерігається випадання осадів у вигляді дрібних пластівців. Це пов'язано з кристалізацією водних гідратів. До факторів, що впливають на стабільність РГН, належать: його концентрація і температура, наявність іонів важких металів, освітлення (під час дії світла швидкість розкладу РГН збільшується приблизно удвічі).

Розчин гіпохлориту натрію у вигляді товарного розчину містить близько 19 % активного хлору. Для окремих споживачів цей розчин розводять до 5 або 10 %. РГН беруть партіями. Партією вважають ємність або кілька ємностей з РГН, які мають сертифікат якості. Для контролю якості його перемішують, спеціальним засобом з вініпласту або поліетилену відбирають проби з верхньої, середньої та нижньої частин ємності й усереднюють у чистій сухій скляній банці з темного скла з притертою пробкою ємністю 500 см<sup>3</sup>.

У лабораторії набирають піпеткою 10 см<sup>3</sup> РГН з відібраної проби і проводять хімічний аналіз на вміст активного хлору за «Методикою визначення масової концентрації активного хлору в розчинах гіпохлориту натрію» (ГОСТ 11086-76). За потреби можна також провести аналізи на масову концентрацію лугу і заліза за ГОСТ 11086-76.

Результати аналізів відразу записують у журнал приймання реагентів. Лаборант на початку своєї зміни обов'язково виконує аналіз вмісту активного хлору в ємності, розчин з якої використовують для обробки води, за вищевказаною методикою (ГОСТ 11086-76).

Для встановлення робочої дози РГН для знезараження води необхідно проводити пробне хлорування води в умовах, максимально наближених до виробничих (у затемненому термостаті, у який подається водопровідна вода; з дотриманням часу контакту з РГН, який дорівнює часу перебування води в спорудах або трубопроводах).

Витрата робочого РГН залежить від таких факторів: концентрації активного хлору в РГН, температури і якості оброблюваної води, величини хлоропоглинання даної води, часу контакту з водою, забруднення трубопроводів і резервуарів.

Витрату робочих РГН встановлюють за «Методикою визначення необхідної витрати розчину гіпохлориту натрію для очищення і знезараження питної або стічної води».

Уведення розрахункової кількості РГН в оброблювану воду виконують вакуумним (за допомогою ежектора та мірника або ротаметра) чи напірним способом (за допомогою насоса-дозатора). При цьому перевагу надають мембранним насосам для агресивних

середовищ з повністю відокремленим проточним каналом РГН від рухомих механізмів.

У процесі експлуатації системи очищення стічних вод дозу активного хлору у кожному випадку слід уточнювати, виходячи з вимог, щоб у знезараженій стічній воді після перебування у контактному резервуарі перед скидом у водойму коли-індекс не перевищував 1000, а індекс коли-фагу – 1000 бляшкоутворювальних одиниць/дм<sup>3</sup> (БУО) (або до межі гранично допустимого скиду, установленого в дозволі на спецводокористування).

Для перемішування стічної води з РГН застосовують змішувачі, вибір типу яких залежить від витрати стічної рідини. Контакт РГН зі стічною водою відбувається в контактних резервуарах, об'єм яких обчислюють залежно від витрати стічних вод і тривалості контакту РГН зі стічною водою, яка має становити не менше 30 хв (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Контактний резервуар для знезаражування стічних вод за допомогою хлор реагентів

Електрохімічний спосіб отримання гіпохлориту натрію засновано на отриманні хлору і його взаємодії з лугом в одному і тому ж апараті – електролізері.

Для здійснення процесу електролізу застосовують графітові електроди, просочені 15–25 %-м розчином масла в чотирихлористому вуглеці.

Конструктивно графітові електроди виконують у вигляді товстих плит або стержнів. Застосовують також окисно-рутенієві електроди (ОРТА), окисно-базальтові (ОКТА) та магнетитотитанові (МТА).

Нині в Україні і за кордоном створено багато типів електролізних установок (рис. 4.5, 4.6).



Рис. 4.5. Бездіафрагменні електролізні установки UE GPXH 700C для отримання і дозування низькоконцентрованого гіпохлориту натрію

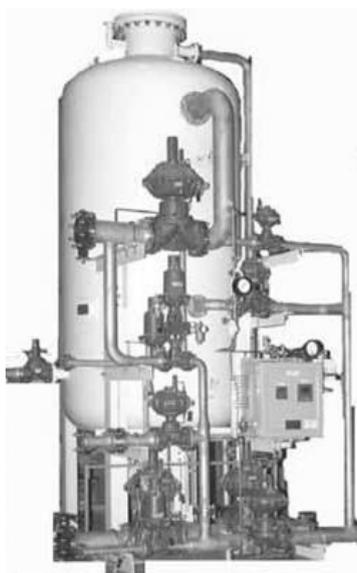


Рис. 4.6. Установки для знезараження води із застосуванням гіпохлориту натрію

Під час вибору установки для знезараження води необхідно вирішити основне завдання – визначити продуктивність за гіпохлоритом натрію (активним хлором).

Для визначення необхідної потужності установки під час знезараження питної води необхідно проаналізувати хлороємність води. Необхідну дозу активного хлору визначають на підставі пробного хлорування, за результатами якого будують графік хлоропоглинання води.

За необхідної концентрації залишкового хлору за цим графіком визначають бактерицидну дозу хлору. Для знезараження води поверхневих джерел зазвичай доза хлору має становити 2–3 мг/дм<sup>3</sup>. Для знезараження стічних вод – 5–10 мг/дм<sup>3</sup>.

*Діоксид хлору* – отруйний зелено-жовтий газ, який має запах, що нагадує запах хлору й оксидів азоту.

У світовій практиці діоксид хлору отримують на місці споживання з його безпечного стабільного концентрату – водного розчину хлориту натрію шляхом окиснення за нормальної температури соляною кислотою, тиосульфатом або іншими окиснювачами.

Суміш діоксиду хлору з повітрям вибухонебезпечна за концентрації більше ніж 10 %. За температури 30–50 °С діоксид хлору розкладається як ланцюговий механізм, вище 65 °С або під час контакту з органічними речовинами – розкладається з вибухом. Таке з'єднання хлору, на відміну від найпоширенішого на станціях водопідготовки газоподібного хлору й інших хлоровмісних речовин, має більшу бактерицидну ефективність і токсичні галогеновмісні з'єднання не утворюються. Як бактерицидний компонент він може залишатися активним у воді протягом 48 год, його ефективність гарантують протягом довших періодів, ніж у хлору.

Діоксид хлору на стадії попередньої обробки води окиснює колоїдні речовини, покращуючи процес коагуляції, отже, знижує каламутність; його використовують для видалення заліза і марганцю, зниження кольоровості, видалення запахів; окиснення деяких пестицидів (рис. 4.7).



Рис. 4.7. Установка для знезараження біологічно очищених міських стічних вод із застосуванням діоксиду хлору

Істотною перевагою діоксиду хлору порівняно з озоном і ультрафіолетовим опроміненням є ефект післядії, що принципово важливо за невідповідності водорозподільних мереж санітарно-технічним вимогам.

За даними ВООЗ рекомендовану концентрацію діоксиду хлору в питній воді не встановлюють через його швидкий розпад. Рекомендована концентрація для хлорит-аніону становить  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ , ГДК для хлорат-аніону –  $20 \text{ мг/дм}^3$ . Агентство з охорони довкілля США (Федеральний уряд, 1994 р.) запропонувало обмежити максимальну концентрацію залишкового діоксиду хлору до  $0,8 \text{ мг/дм}^3$  і хлорит-іонів до  $1,0 \text{ мг/дм}^3$ .

В Україні не виробляють хлорит натрію. Це порівняно високовартісна технологія, тому його придбавають за кордоном і використовують лише на кількох об'єктах.

Взаємодія хлору й органічних речовин, що містяться в неочищеній природній воді і стічних водах, призводить до утворення в оброблюваній воді летких галогенорганічних з'єднань. В результаті цієї взаємодії утворюються хлороформ (клас небезпеки 2 Б), чотирихлористий вуглець (клас небезпеки 2 Б), бромдихлорметан (клас небезпеки 2 Б), дибромхлорметан (клас небезпеки 3) та бензапірен, які, маючи мутагенну та канцерогенну дію, становлять загрозу здоров'ю людини і водним екосистемам.

#### 4.4. Електролізні установки

Процес знезараження води прямим електролізом засновано на тому, що під дією електричного струму в воді, поданій на знезараження, відбувається електроокиснення органічних частинок (рис. 4.8). Під дією електричного струму із хлоридів, що знаходяться у воді, утворюється активний хлор, який знезаражує рідину безпосередньо в її потоці.

Під час знезараження води прямим електролізом основним критерієм надійності є величина залишкового хлору, і для повної взаємодії продуктів електролізу з водою потрібно не менше 30 хв.

У нашій країні і за кордоном розроблено установки для знезараження питної води і стічних вод прямим електролізом.

Для знезараження вод прямим електролізом розроблено установку «Поток» продуктивністю до  $120 \text{ м}^3/\text{год}$  (за вмісту хлоридів у воді  $80\text{--}100 \text{ мг/дм}^3$ ).

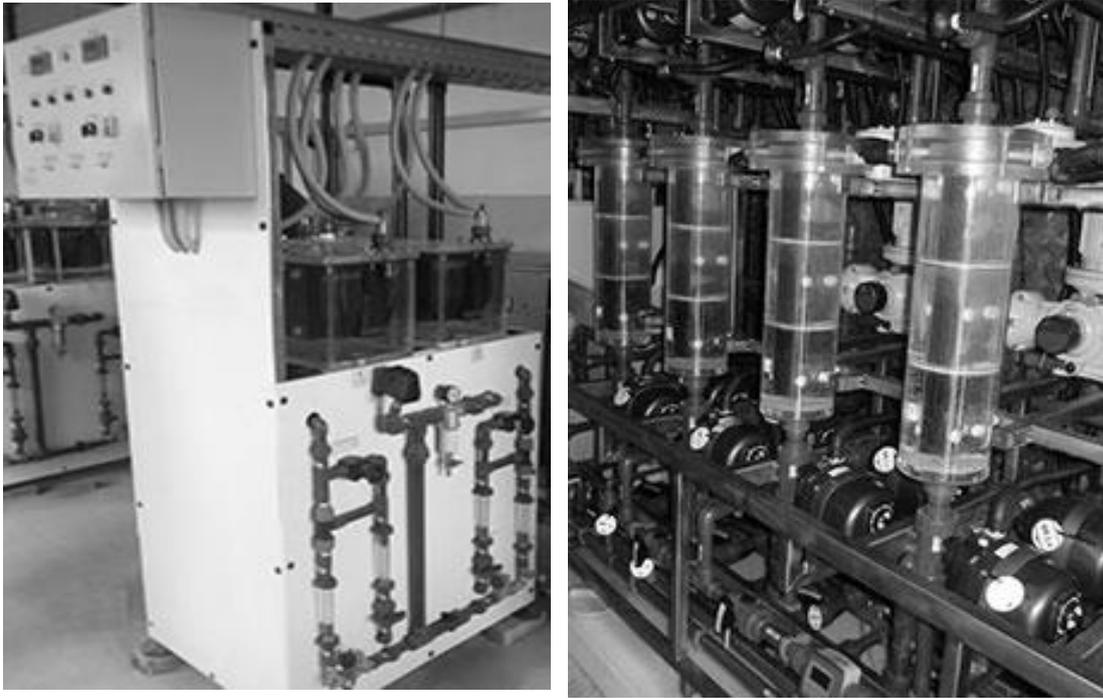


Рис. 4.8. Електролізні установки

Під час експлуатації електролізних установок персонал зобов'язаний:

- керуватися інструкціями заводу-виготовлювача;
- забезпечувати необхідний запас солі та готувати її робочі розчини заданої концентрації;
- підтримувати заданий режим роботи установок і подачу необхідних доз гіпохлориту натрію у воду;
- систематично вентилювати приміщення, де встановлено електролізери;
- контролювати роботу всіх елементів обладнання установок;
- вести облік витрати електроенергії, якості води, тривалості роботи установок, вносячи відповідні записи до журналу експлуатації;
- вживати заходи з усунення неполадок у роботі установок.

Оглядати і ремонтувати елементи струмопровідної мережі, станцій управління і випрямлячів потрібно не рідше одного разу на рік.

#### 4.5. Бактерицидні установки

Ефективним методом знезараження природних і стічних вод є їх обробка *ультрафіолетовими променями*. Найбільшу антибактеріальну дію має ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі 250–260 нм.

За даними сучасних досліджень, оптимальні бактерицидні властивості мають ртутні лампи низького тиску з довжиною хвилі 254 нм, принцип дії яких засновано на тому, що пари ртуті в розрядних трубках під впливом електричного струму дають сліпуче зеленувато-біле світло, багате ультрафіолетовими променями.

У сучасній практиці застосовують, в основному, ртутно-кварцові лампи високого тиску і аргонно-ртутні низького тиску.

Механізм дії ультрафіолету на різні типи мікроорганізмів полягає у прямому впливі випромінювання на нуклеїнові кислоти. Ультрафіолетові промені знищують не тільки вегетативні, але й спороутворювальні бактерії.

Крім того, в результаті дії ультрафіолетового випромінювання в стічній воді відбувається ряд радикальних реакцій, в яких беруть участь речовини, що важко окиснюються. Це сприяє додатковому очищенню води.

Від інтенсивності випромінювання залежить час, необхідний для досягнення санітарно-епідеміологічної надійності знезараження води.

Конструктивно апарати для обробки води ультрафіолетовим промінням можна поділити на два види – апарати з зануреними і не зануреними джерелами ультрафіолетових променів (рис. 4.9).

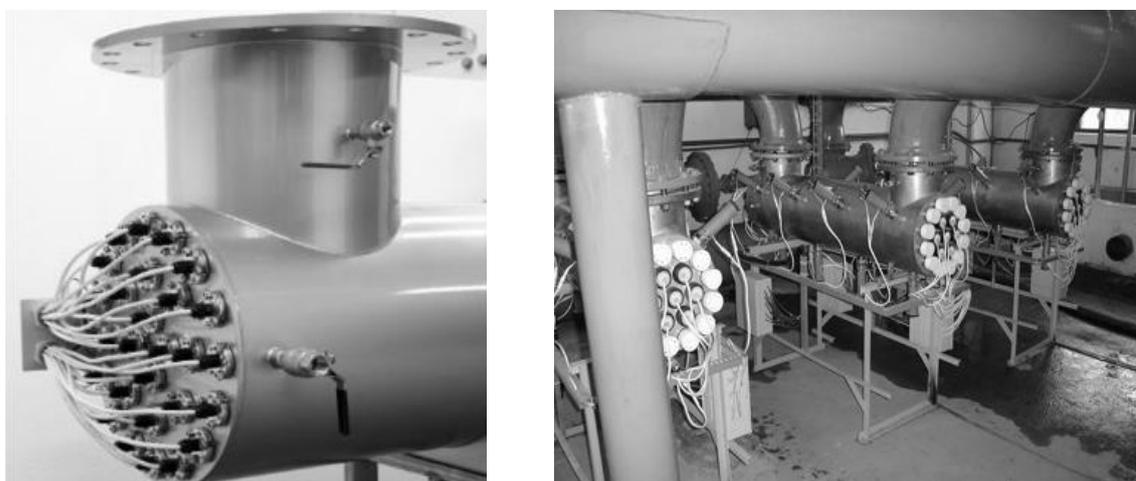


Рис. 4.9. Апарати для обробки води ультрафіолетовим промінням

Апарати з зануреними джерелами ультрафіолетових променів і мають вищий коефіцієнт використання радіації, проте складніші конструктивно. Апарати з незануреними джерелами ультрафіолетових променів простіші, але в цьому випадку значна частина бактерицидної

потужності втрачається через розсіювання променів, поглинання їх відбитими поверхнями тощо.

За належної експлуатації заміну ламп на нові потрібно здійснювати приблизно один раз на рік, за сильної забрудненості води – двічі.

Для здійснення процесу знезараження стічних вод ультрафіолетовим опроміненням передбачено засоби контролю тривалості опромінення, інтенсивності випромінювання, швидкості течії рідини, температури і напору води.

У процесі експлуатації бактерицидних установок персонал зобов'язаний:

- вести спостереження за роботою установок і систематично реєструвати дані про витрату води, час роботи ламп, їх електричні параметри, фізико-хімічні та бактеріологічні показники якості води, а також профілактичні огляди, очищення кварцових чохлів, ремонти і заміну ламп;

- забезпечувати подачу на установку заданої кількості води, не перевищуючи допустимої продуктивності установки;

- очищати зовнішню поверхню кварцових чохлів не рідше 1–2 рази на місяць;

- контролювати режим горіння ламп і вчасно їх замінювати.

Загальну технічну експлуатацію бактерицидної установки здійснюють згідно з інструкцією заводу-виготовлювача. Обслуговуючий персонал повинен пройти спеціальну підготовку, у тому числі із загальних та додаткових правил техніки безпеки для кожного типу установок.

Перед пуском бактерицидної установки в експлуатацію, а також після ремонтних робіт, пов'язаних з відкриттям камери, необхідно проводити її дезінфекцію хлорною водою з вмістом активного хлору  $25 \text{ мг/дм}^3$  за контакту 2 год.

Пуск бактерицидної установки в роботу з увімкненням ламп без наповнення камер водою заборонено.

У системах водопостачання воду споживачам дозволено подавати через 10–15 хв після запалювання ламп.

До переваг ультрафіолетового знезараження належать такі: мінімум основних параметрів, що визначають розрахунки установок; відсутність потреби в дорогих реагентах, простота експлуатації, відсутність необхідності спеціальної підготовки обслуговуючого

персоналу, відсутність вимог щодо організації спеціальних заходів з техніки безпеки, мінімальний час обробки.

Робота установок з ультрафіолетовими променями більшою мірою автоматизована, експлуатація їх простіша і безпечніша, ніж хлорного господарства.

На сьогодні поширення методу у вітчизняній практиці обмежується відсутністю високопродуктивних установок, надійних і довговічних вітчизняних ультрафіолетових ламп, високою енергоємністю.

Під час знезараження стічних вод на роботу апаратів для обробки води ультрафіолетовим промінням істотно впливає каламутність води.

*Ультразвукові хвилі* з малою довжиною і частотою більше 20 000 Гц активізують процеси окиснення і приводять у деяких випадках до коагуляції білків (рис. 4.10). Бактерицидна дія ультразвукових коливань зростає зі збільшенням інтенсивності ультразвукового поля і тривалості впливу його на воду.

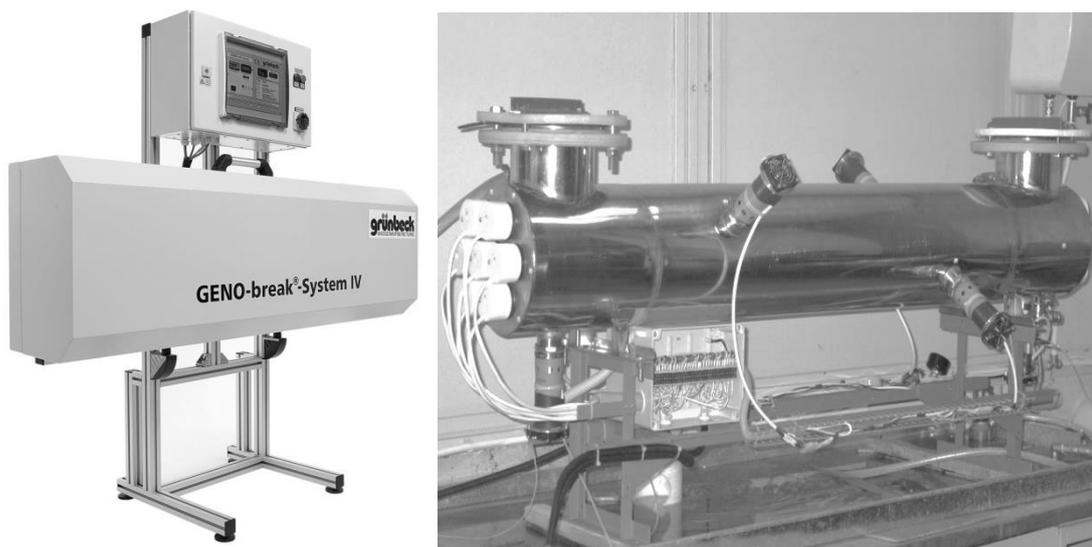


Рис. 4.10. Апарати для обробки води ультразвуковими хвилями

Очищення і знезараження води ультразвуком працює під час виникнення кавітації, у великій кількості отриманих газових бульбашок. Під час їх швидкого зростання і подальшого руйнування в рідкому середовищі виникає різке локальне збільшення тиску і температури. Вони руйнують оболонки мікроорганізмів.

Ефект знезараження залежить від тривалості впливу й інтенсивності ультразвукового поля, частоти ультразвукових коливань,

форми мікроорганізмів, будови та хімічного складу клітинної стінки, фізичного стану і віку мікроорганізму.

Максимальний бактерицидний ефект дії ультразвукових хвиль спостерігається, якщо розміри мікроорганізму дорівнюють довжині хвилі. За частоти 20, 26, 30 кГц основна маса мікроорганізмів гине через 2–5 с. Для досягнення необхідного ефекту зі знезараження застосовують ультразвукові хвилі з частотою 15–150 кГц.

Збільшення інтенсивності звуку приводить до збільшення бактерицидної дії. У той же час, звук малої інтенсивності може стимулювати зростання кількості мікроорганізмів. Бактерицидний ефект мало залежить від товщини води, яку піддають впливу звуку, кольоровості і каламутності (до 50 мг/дм<sup>3</sup>).

Експлуатацію ультразвукових установок слід здійснювати відповідно до інструкцій заводів-виготовлювачів обладнання і правил техніки безпеки під час їх експлуатації.

Використання ультразвукових хвиль не є поширеним прийомом у практиці знезараження водопровідної і стічної води.

Недоліками такого способу знезараження є: складність створення досить потужних генераторів ультразвукових коливань; ультразвукові коливання діють ефективніше на великі клітини і багатоклітинні організми, ніж на бактерії, знищення яких є основною метою знезараження.

#### 4.6. Озонаторні установки

Як реагент для знезараження питної води й очищених стічних вод, широко застосовують озон. Головною його перевагою є нетоксичність.

Механізм бактерицидної дії озону пояснюють його впливом на обмін речовин у живій клітині, за якого порушується рівновага перетворення активної сульфідної групи в інактивні дисульфідні форми. Через високі окиснювальні властивості озон діє як окиснювач на елементи стінки клітини до проникнення всередину мікроорганізму й окиснення певних важливих компонент (протеїну, ферментів, ДНК, РНК). Коли більша частина мембрани зруйнована, клітина гине.

Для дії озону на домішки, що знаходяться у воді, необхідно змішувати його з водою. На сьогодні застосовують два способи:

– змішування за допомогою емульгаторів (ежекторів). Цей спосіб простий, але потребує пропускання через ежектор усієї

оброблюваної води, що призводить до додаткових витрат електроенергії;

– подача озонованого повітря через дірчасті труби, розміщені в нижній частині контактної колони. Потік води в колоні направляєється зверху вниз.

Час контакту знезаражування води озоном становить 5 хв. Доза озону залежить від призначення озонування води: якщо озон вводять тільки для знезараження (після очищення води), то його доза може становити 0,6–1,5 мг/дм<sup>3</sup>, якщо ж озон призначається і для інших цілей (наприклад, для знебарвлення води, видалення сірководню, знезалізнення тощо), то його доза може доходити до 5 мг/дм<sup>3</sup>.

У воді, яку знезаражують, наявність органічних речовин знижує бактерицидний ефект, так як їх молекули адсорбують на своїй поверхні мікроорганізми.

Для знезараження стічних вод, залежно від мікробіологічного складу та патогенних форм мікроорганізмів, доза озону може варіюватися у межах 8,5–11 мг/дм<sup>3</sup>, рекомендована тривалість контакту – 9–26 хв. Зменшення часу контакту з 26 до 13 хв потребує збільшення дози озону і тягне за собою підвищення його залишкової концентрації.

Контроль за вмістом озону у воді проводять за допомогою спеціального контролера, монітора і датчика, який постійно відстежує кислотно-лужний баланс у воді (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Озонаторна установка

Озонування – технологічно складний процес, що потребує застосування комплексу технічних операцій та різноманітного обладнання (рис. 4.12).

Електросинтез озону здійснюється в генераторі, який представляє собою випромінювач, що складається з двох електродів, розділених діелектриком і повітряним прошарком. Для отримання «тихого» електричного розряду, який в основному застосовується для синтезу озону, діелектрик, що розділяє електроди, має бути з великими питомим опором і діелектричною постійною. Цим унеможлиблюються іскровий або дуговий розряд, обмежується сила струму. Зазвичай як діелектрик використовується боросилікатне скло. Живлення генераторів озону – озонаторів – здійснюється змінним струмом високої напруги і частоти.

Приблизно 80–90 % споживаної озонатором електроенергії витрачається на тепловиділення, тому щоб уникнути термічного розкладання озону, електродна система і повітря, що подається в озонатор, охолоджуються. При цьому вологість повітря, що подається, має бути мінімальною, тому його попередньо осушують.

Підвищення тиску повітря в деяких межах сприяє електросинтезу озону, але за тиску 4–5 атм структура розряду змінюється. З'являються дискретні іскрові розряди, що значно знижують вихід озону.

Стиснене повітря спочатку надходить на водо-масловіддільник, який ловитиме крапельну вологу і крапельки масел.

Потім він проходить теплообмінник, в якому охолоджується, що сприяє конденсації вологи, і направляється на абсорбційну установку.

Після абсорбційної установки повітря проходить через знепилувальний фільтр і направляється в генератор озону.



Рис. 4.12. Апарати для обробки води озоном

На синтез озону впливає температура осушеного повітря і охолоджувальної електродну систему води, так як нагрів діелектриків сприяє розкладанню озону, і концентрація його в озono-повітряній суміші знижується. Одночасно зростають енерговитрати у зв'язку зі зростанням сили струму, споживаного озонатором. При цьому встановлено, що під час підвищення температури охолоджувальної води з 1 до 6,5 °С, а повітря з 9 до 18 °С концентрація озону в газі знижується усього на 4,1 %. За збільшення температури води і повітря, відповідно, до 18 і 23 °С спостерігається значне зниження концентрації озону в озono-повітряній суміші (на 37,6 %). Отже, за температури води вище 7 °С і температури осушеного повітря більше 18 °С в технологічну схему блока осушування повітря необхідно включати холодильну установку.

Озон малорозчинний у воді: за тиску 0,1 МПа на 1 л води за температури 0 °С розчиняється 1,42 г, за 10 °С – 1,04 г, за 30 °С – усього 0,45 г.

Дисоціація озону досить швидко протікає в лужних розчинах, а в кислотних він проявляє високу стійкість. Озон є отруйною речовиною. Для безпеки обслуговуючого персоналу вміст озону в приміщенні має бути не більше 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>. Перебування людини у приміщенні, де концентрація озону в повітрі становить 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, може бути тільки короткочасним; доза озону 0,018 мг/дм<sup>3</sup> призводить до задухи.

Усі елементи установок і обладнання, з якими «стикається» озон, мають бути стійкі до нього. Озон і його водні розчини корозійні: вони руйнують сталь, чавун, мідь, гуму, ебоніт. Стійкими є нержавіюча сталь і алюміній (термін служби спеціально підібраної нержавіючої сталі становить 10–15 років, алюмінію – 5–7 років).

Ефективність озонування води значно залежить від величини втрат озону у процесі його розкладання під час транспортування на ділянці від генератора озону до місця його змішування з оброблюваною водою. Оптимальний час транспортування в разі застосування скляних труб – 6–8 хв, труб з нержавіючої сталі – 4–6 хв, поліхлорвінілових – 2–3 хв.

У процесі експлуатації необхідно уточнити технологію застосування озону (місце введення, дози, залежно від зміни якості оброблюваної води, тривалість контакту озono-повітряної суміші з оброблюваною водою тощо).

Озонаторну установку потрібно негайно відключити за раптового припинення подачі повітря в озонатор, припинення подачі охолодної води, витоку озону, припинення роботи системи вентиляції та інших аварійних ситуацій.

Під час експлуатації озонаторних установок персонал зобов'язаний:

- забезпечити нормальну роботу всього обладнання, що входить до складу озонаторних установок: компресорів, установок очистки та осушки повітря, генераторів озону, джерел живлення, контактних камер і апаратів розкладання озону;

- проводити профілактичний ремонт обладнання відповідно до наміченого графіка і робити відповідні позначки в журналі;

- стежити за роботою приладів, що показують концентрацію озону в озono-повітряній суміші, якою обробляється вода і в повітрі робочих приміщень, приладів, які реєструють вологість повітря з відповідним записом показань в журналі;

- стежити за роботою систем автоматизації роботи озонаторного обладнання, в тому числі аварійного увімкнення вентиляторів, відключення генераторів озону;

- контролювати концентрацію озону в повітрі робочої зони.

Озонування вважають екологічно чистішою технологією, ніж хлорування. Однак до теперішнього часу ще не відомі всі варіанти продуктів реакції озону з органічними сполуками, що містяться у воді, і ступінь їх впливу на організм людини. Під час озонування можливе утворення в незараженій воді токсичних і мутагенних сполук.

Значні експлуатаційні витрати під час роботи станції озонування визначають, головним чином, високою енергоємністю процесу синтезу озону 12–22 кВт·г/кг виробленого озону.

#### **4.7. Знезараження осаду**

Знезараження водопровідних осадів на водоочисних станціях здійснюють за вказівкою місцевих органів держсанепіднагляду у випадках спалахів протозійних інфекцій (амебіаз, лямбіоз, криптоспоридіоз тощо).

Осад знешкоджують у резервуарі-накопичувачі перед подачею його на зневоднення, використовуючи підвищені дози хлору і процедури за погодженням з місцевим органом держсанепіднагляду.

Знезараження – це знищення наявних в осадах стічних вод збудників хвороб людей і тварин. Санітарно-гігієнічні показники осаду оцінюють за наявністю яєць гельмінтів і патогенних мікроорганізмів.

Для знезараження осадів стічних вод застосовують такі методи:

- термічні (прогрівання, сушка, спалювання) (рис. 4.13);
- біотермічні (компостування);
- хімічні (обробка хімічними речовинами);
- біологічні (знищення мікроорганізмів найпростішими, грибами і рослинами);
- різні методи фізичного впливу (радіація, струми високої частоти, ультразвукові коливання, ультрафіолетове випромінювання тощо).



Рис. 4.13. Термічна обробка осаду

На практиці застосовують лише термічні, біотермічні і хімічні методи знезараження осадів.

У процесі коагуляції осадів, подальшого їх зневоднення і прогрівання до 60 °С відбуваються різке зниження числа мікроорганізмів і практично 100 %-ва деформація і загибель яєць гельмінтів.

Обробка за вищих температур (пастеризація, термосушіння) дає можливість знищити в осадах не тільки яйця гельмінтів і патогенні мікроорганізми, а й віруси. Деформація і загибель яєць гельмінтів відбувається під час введення в осади негашеного вапна, яке поряд з

підвищенням лужності забезпечує у процесі гасіння підвищення температури осадів. Необхідну дозу негашеного вапна слід розраховувати, виходячи з необхідності підвищення температури осаду до 60 °C і більше.

Спосіб знезараження осадів стічних вод негашеним вапном застосовують на деяких очисних спорудах у Фінляндії, Німеччині, Швеції, США та інших країнах.

Для перемішування осаду з вапном використовують шнекові насоси з плунжерними змішувачами, лопатеві змішувачі та інше обладнання. Під час знезараження невеликої кількості осадів можна застосовувати хлорне вапно, спирт, хлороформ, ефір, фенол та інші речовини, що розчиняють ліпоїдну оболонку яєць гельмінтів. Однак застосування зазначених реагентів пов'язано з високими витратами.

Для знезараження стічних вод використовують хімічні речовини, які застосовують також для удобрення ґрунту і знищення шкідливих ґрунтових мікроорганізмів або бур'янів. До таких речовин належать аміак (аміачна вода), тіазон, карбатионом, формальдегід та ін.

Застосування безводного аміаку ефективніше, тому що для знезараження осадів стічних вод потрібна менша витрата аміаку, що пов'язано з екзотермічною реакцією під час його розчинення. Застосування безводного аміаку дає можливість знезаражувати осад з меншою вологістю.

Знезараження осадів стічних вод безводним аміаком досягається за дози 3 % (за аміаком) маси осаду й експозиції 10 діб. Для змішування осаду з аміаком можна застосовувати двовальні шнекові або лопатеві змішувачі безперервної дії.

Тіазон у дозі 0,2–2 % загальної маси осаду й експозиції 3–10 діб згубно впливає не тільки на яйця гельмінтів, а й на патогенні бактерії, в т. ч. туберкульозу, яйця і личинки мух. Це забезпечує отримання епідеміологічно-безпечного, придатного для добрива осаду, внесення якого в ґрунт дає можливість додатково здійснювати основну функцію тіазону, тобто знищувати в ґрунті збудників інфекцій, цвілі, фітонематоди і бур'яни. Овоцидну дію тіазону засновано на блокуванні дихальних ферментів зародків яєць гельмінтів продуктами розпаду, які отримують у процесі гідролізу тіазону. Доза тіазону, що забезпечує дегельмінтизацію осадів станцій аерації, становить 0,25–0,3 % маси осаду під час перемішування у двохроторному змішувачі з

зетоподібними лопатями або в стрічковому розчинозмішувачі періодичної дії протягом 60 хв з подальшою витримкою під плівкою протягом 7–10 діб у буртах, які влаштовують на майданчиках з твердим покриттям.

Застосування вапна, аміачної води, тіазону, формальдегіду та сечовини дає можливість використовувати подвійну їх дію – на осади і ґрунт, що призводить до зниження експлуатаційних витрат на знезараження осадів і підготовки їх до утилізації як добрива. Залишковий вміст в осадах зазначених речовин запобігає реактивації мікроорганізмів і підтримує стабільність осадів. Разом з тим тіазон, формальдегід і особливо аміак є токсичними речовинами, які потребують обережного поводження. Крім того, аміак вибухонебезпечний.

Експлуатацію установок для хімічного знезараження осадів здійснюють відповідно до вказівок затверджених проектів та інструкцій підприємств-виготовлювачів цих установок.

Під час експлуатації камер дегельмінтизації необхідно:

- дотримуватись заданого режиму подачі осаду, температури і тривалості нагрівання осаду;
- стежити за справністю роботи основного і допоміжного устаткування, систем вентиляції, відсмоктування і очищення забрудненого повітря від обладнання;
- стежити за показаннями контрольно-вимірювальних приладів і роботою засобів автоматизації;
- враховувати кількість обробленого осаду, витрату електроенергії і газу (для камер дегельмінтизації);
- контролювати вологість кеку і наявність в ньому яєць гельмінтів;
- дотримуватися вимог техніки безпеки під час експлуатації електрообладнання.

Для зниження дози реагентів можна застосовувати термохімічні або термомеханічні методи знезараження осадів стічних вод.

У нашій країні і за кордоном для знезараження осадів стічних вод набувають широкого застосування методи біотермічної обробки (компостування) (рис. 4.14).



Рис. 4.14. Біотермічна обробка осаду

Біотермічну обробку здійснюють змішуванням осадів з наповнювачами (побутовими відходами, тирсою, торфом, меленою корою, гноєм, залишками рослин тощо) та витримкою в буртах, штабелях, траншеях, ферментаторах, барабанах і т. ін. При цьому в результаті життєдіяльності мікроорганізмів відбувається підвищення температури осадів, які компостують до 55–72 °С, їх знезараження та зниження маси.

### Контрольні запитання

1. Які реагенти застосовують для хлорування води?
2. Які обов'язки має експлуатаційний персонал під час обслуговування систем знезараження питної води і стічних вод хлоруванням?
3. Поясніть принцип знезараження води хлором у газоподібному стані.
4. Як потрібно зберігати хлор на витратних складах?
5. Поясніть використання хлорного вапна і гіпохлориту кальцію для знезараження води.
6. Які основні переваги технології знезараження питної води і стічних вод гіпохлоритом натрію?
7. Які переваги і недоліки використання діоксиду хлору для знезараження води?
8. Як використовують бактерицидні установки для знезараження води?
9. Які особливості експлуатації установок для озонування води?
10. Як проводять знезараження осадів на водопровідних і каналізаційних очисних спорудах?

## Розділ 5. НАСОСНІ СТАНЦІЇ

### 5.1. Організація експлуатації насосних станцій

Насосні станції систем водопостачання та водовідведення мають забезпечувати надійну і безперебійну подачу води споживачам або перекачування стічних вод з високими техніко-економічними показниками (рис. 5.1, 5.2).

Надійність роботи насосних станцій залежить не тільки від ухвалених проектних рішень або якості будівельно-монтажних робіт, а й від того, наскільки правильно експлуатують станцію і точно витримують встановлені режими роботи насосних агрегатів.



Рис. 5.1. Машинний зал насосної станції

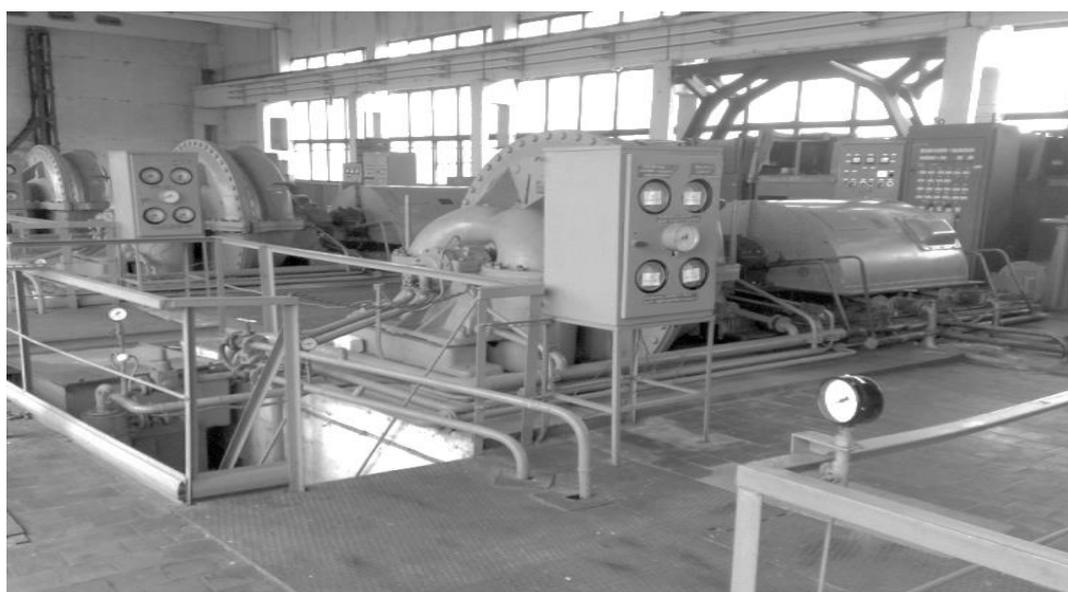


Рис. 5.2. Машинний зал насосно-повітродувної станції СБО «Південна» м. Одеса

Водопровідні насосні станції мають забезпечувати безперебійну подачу води споживачеві за дотримання заданого напору в контрольних точках водопровідної мережі відповідно до реального режиму водоспоживання і з урахуванням необхідності мінімізації енерговитрат. Каналізаційні насосні станції мають забезпечувати безперебійне перекачування стічних вод відповідно до реального режиму водовідведення.

Роботу з експлуатації насосних станцій організовують відповідно до «Типової інструкції з експлуатації водопровідних і каналізаційних насосних станцій», затвердженої головним інженером виробничого управління (об'єднання) водопровідно-каналізаційного господарства.

На кожній насосній станції необхідно закріпити устаткування за підрозділами, визначити їх функції і відповідальність працівників за експлуатацію устаткування, видати спеціальний наказ.

Оперативне керівництво роботою насосних станцій і розробка експлуатаційних режимів повинні здійснюватися диспетчерською службою, начальником насосної станції чи іншими адміністративно-технічними керівниками виробника.

Для нормальної експлуатації та оперативно-технічного управління роботою насосних станцій необхідно забезпечити постійне зберігання в комплектному вигляді технічної, експлуатаційної та виконавчої документації, а також матеріалів інвентаризації та паспортизації.

Для забезпечення безперебійної і економічної роботи насосних станцій необхідно таке:

- наявність висококваліфікованого технічного персоналу, який дотримується вимог посадових інструкцій і підвищує свою кваліфікацію відповідно до сучасного розвитку техніки і досягнень науки;
- систематичний облік, контроль і аналіз складних умов роботи;
- організація оптимальних режимів, що забезпечують інтенсифікацію роботи насосних агрегатів, впровадження прогресивних методів управління та регулювання на основі сучасних досягнень науки і техніки;
- максимальна автоматизація виробничих процесів, унеможливлення витрат води і непродуктивних витрат електроенергії та мастильних матеріалів;

- організація своєчасного та якісного профілактичного огляду, планово-попереджувального і капітального ремонтів;
- систематична реєстрація і вивчення причин порушень у роботі та аварій, що виникають у насосних агрегатах.

Персонал технічного відділу зобов'язаний своєчасно вносити в документацію виправлення, що відображають зміни конструкцій і схем комунікацій насосних станцій. Зміни потрібно вносити негайно.

Крім цього, на насосних станціях потрібно зберігати таку документацію:

- генеральний план майданчика насосної станції з нанесеними на ньому підземними комунікаціями і пристроями;
- оперативна технологічна схема комунікацій, агрегатів, перемикачів;
- схема електропостачання, первинної комутації електричних ланцюгів живлення електродвигунів і освітлення, принципові та монтажні схеми автоматики і телемеханіки.

Склад технічної документації, яку потрібно зберігати на насосній станції, зазначено у правилах технічної експлуатації.

Інструкції з експлуатації насосних станцій складають відповідно до інструкцій з експлуатації устаткування заводів-виготовлювачів з урахуванням особливостей експлуатації даної станції.

В інструкціях має бути визначено умови:

- нормальної роботи насосної станції;
- роботи насосної станції в аварійному режимі, у т. ч. заходи проти затоплення машинного залу;
- профілактичного і капітального ремонтів устаткування;
- експлуатації КВП і автоматики, систем опалення та вентиляції, підйомно-транспортного устаткування, аварійних випусків.

У посадових інструкціях вказують:

- підпорядкованість працівників насосної станції;
- відповідальність обслуговуючого персоналу станції;
- права й обов'язки працівників насосної станції;
- порядок прийому та здачі зміни черговим;
- дії чергового персоналу в аварійних ситуаціях.

В інструкціях має бути обумовлено обов'язки персоналу суміжних цехів (груп) з обслуговування і ремонту обладнання, а також працівників, для яких знання цієї інструкції обов'язкове.

Всі інструкції затверджуються головним інженером підприємства і мають переглядатися щорічно.

На насосній станції має бути організовано облік роботи основного механічного та енергетичного устаткування за такими показниками:

- подача води або перекачування стічних вод у напірному колекторі або біля насоса;
- витрата електроенергії (загальна кількість і питома витрата на 1000 м<sup>3</sup> поданої або перекачаної рідини);
- витрата води й електроенергії на власні потреби в абсолютних величинах і у відсотках до загальної витрати;
- число годин роботи та простою машин і електроустаткування, коефіцієнт їх корисної дії; перевірку фактичного ККД кожного насосного агрегату проводять не рідше одного разу на два роки.

Склад, чисельність і кваліфікація обслуговуючого персоналу встановлюють штатним розкладом, виходячи з пропускну здатності і ступеня складності насосної станції з урахуванням обсягів робіт з обслуговування і ремонту насосних агрегатів.

Особи, яких беруть на роботу, пов'язану з безпосереднім обслуговуванням, ремонтом, випробуванням і налагодженням насосних агрегатів, обов'язково проходять медичний огляд і в подальшому – медичну комісію на відповідність за епідеміологічними показниками.

До обслуговування насосних агрегатів допускають осіб, які пройшли медичне обстеження та мають посвідчення машиніста з обслуговування насосних агрегатів з електроприводом. До призначення на самостійну роботу або під час переведення на іншу роботу працівники повинні пройти спеціальну підготовку, навчання на новому робочому місці і перевірку знань правил експлуатації та техніки безпеки під час обслуговування насосних станцій.

У процесі експлуатації насосних станцій персонал зобов'язаний:

- здійснювати управління режимом роботи насосної станції;
- розробляти і впроваджувати заходи з оптимізації роботи устаткування та економії електроенергії, мастильних та витратних матеріалів;
- забезпечувати нагляд і контроль за станом будівельних конструкцій, трубопровідної арматури, устаткування і комунікацій, а також режимом роботи насосних агрегатів;
- підтримувати належний санітарний стан приміщення насосної станції;

- вести систематичний облік роботи насосної станції, вносячи відповідні записи до журналів;
- забезпечувати вчасне проведення ревізій устаткування, поточних і капітальних ремонтів.

На усіх насосних агрегатах і керуючому обладнанні (засувках, затворах, щитах управління тощо) має бути нанесено фарбою добре видимі порядкові номери відповідно до інвентаризаційних номерів та виконавчої документації.

На кожному агрегаті, механізмі, апараті має зберігатися заводська паспортна табличка з технічними характеристиками.

Приміщення насосних станцій повинні мати в справному стані діючі системи опалення та вентиляції, що забезпечують температуру в зимовий період не нижче 5 °С – у машинному залі, 18 °С – у побутових приміщеннях і не вище 35 °С – у машинному залі в літній період.

У каналізаційних насосних станціях потрібно передбачити припливно-витяжну вентиляцію з посиленням обміном повітря з кратністю не менше п'яти. Для попередження витягування газів з підвідного колектора у прийомних резервуарах необхідне деяке перевищення кількості припливного повітря над кількістю того, що відсмоктується.

Для попередження загнивання осаду його слід відкачувати з приймального резервуара не рідше одного разу на три дні. Під час відкачування осад змивають до прийомних воронки всмоктувальних ліній струменем води з технічного водопроводу станції. Стіни резервуара, а також підлоги приміщень приймального резервуара і решіток потрібно обмити струменем води.

Для розмиву злежаного осаду від напірних водоводів призначено спеціальні змивні трубопроводи з засувками.

Напірні трубопроводи насосних станцій, що перекачують осади, після кожної зупинки насосів необхідно промивати водою, щоб запобігти випадінню осаду і закупорюванню ним трубопроводу.

У процесі перекачування осадів стічних вод необхідно регулярно в підвищених точках траси трубопроводів випускати гази через вентиляції або засувки, встановлені замість вантузів.

Для підвищення надійності роботи насосних станцій вони повинні мати:

- системи резервного електроживлення;
- справні резервні агрегати;

– пристрої або системи контролю і сигналізації про відхилення режиму роботи агрегатів від нормальних параметрів.

У приміщеннях насосних і повітродувних станцій має бути вивішено інструкції про порядок експлуатації насосного та електросилового обладнання, а також плакати з безпечного обслуговування агрегатів і комунікацій.

Інструкції мають містити короткі й точні вказівки про необхідні дії чергового персоналу у випадку ураження електричним струмом, виникнення пожежі і отруєння газом.

Черговий персонал відповідає за правильне обслуговування та безперебійну роботу насосних агрегатів відповідно до графіків, інструкцій і оперативних розпоряджень.

## **5.2. Порядок приймання в експлуатацію насосних станцій та їх вузлів**

Закінчена будівництвом насосна станція повинна бути введена в експлуатацію після приймання її відповідною комісією у порядку, що встановлений СНіП 3.01.04-87 «Приймання в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів», ВБН 10-302.01-86 «Основні положення приймання в експлуатацію закінчених будівництвом меліоративних та водогосподарських об'єктів» та ВБН 33-2.3.08-86 «Правила приймання в експлуатацію закінчених будівництвом меліоративних та водогосподарських об'єктів».

У процесі приймання та опробування приймальна комісія має виявити дефекти обладнання, дефекти та недоробки будівельної частини, які мають бути усунені монтажними організаціями, заводами-виготовлювачами та будівельними організаціями до початку комплексного приймання.

Після закінчення будівельно-монтажних та пусконаладжувальних робіт необхідно провести опробування обладнання насосної станції в роботі і, якщо не виявлено недоробок, що перешкоджають його експлуатації, підрядник має повідомити в письмовій формі замовника про готовність об'єкта та дату проведення робочого приймання.

Замовник своїм наказом має призначити робочу комісію. Головою комісії призначають відповідального представника замовника або представника експлуатаційної організації.

Членами робочої комісії мають бути компетентні представники таких організацій:

- замовника;
- генерального підрядника;
- субпідрядних організацій;
- експлуатуючої організації;
- генерального проектувальника;
- органів Державного санітарно-епідеміологічного нагляду;
- органів Державної екологічної інспекції;
- органів Держнаглядохоронпраці України;
- пожежної інспекції;
- профспілкової організації замовника або експлуатаційної організації.

Головою робочої комісії призначають представника замовника.

Приймання будівельних, монтажних, налагоджувальних робіт, обладнання та механізмів потрібно виконувати за пусковими схемами. При цьому потрібно перевірити:

- відповідність виконаних робіт проекту;
- якість виконаних будівельних та монтажних робіт;
- роботу основних агрегатів, допоміжного обладнання, механізмів, апаратури та трубопроводів у робочих режимах і режимах перевантаження відповідно до інструкцій заводів-виготовлювачів;
- загальну підготовку споруд і обладнання до комплексного опробування та пуску в експлуатацію.

Гідротехнічні об'єкти насосних станцій, що мають підводну частину, повинні прийматись комісією до їх занурення у воду.

Комплексне опробування гідромеханічного обладнання можна вважати проведеним і обладнання можна вважати прийнятим в експлуатацію за нормальної безперервної роботи протягом 72 год. Після цього необхідно перевірити наявність виконавчої та технічної документації на обладнання, кабельну продукцію і матеріали, а також на приховані роботи і оформити акт приймання об'єкта в експлуатацію.

Після підписання акта комісією відповідальність за роботу насосної станції несе експлуатуюча організація, а після підписання акта Державною комісією – експлуатуюча організація зобов'язана узяти на баланс побудований об'єкт.

Призначення, права та обов'язки Державної приймальної комісії здійснюють відповідно до СНиП 3.01.04-87.

Під час перевірки технічних характеристик обладнання насосних станцій потрібно керуватися такими основними положеннями:

- сумарна подача насосної станції в цілому і груп водоспоживачів має відповідати проектній;

- марки фактично встановленого обладнання мають відповідати проектним, а якщо є відхилення, то вони повинні бути в межах технічних характеристик проектного обладнання. Встановлення такого обладнання потрібно погодити з проектною організацією;

- діаметр робочого колеса відцентрового насоса без його розбирання необхідно перевірити за манометричним напором, що розвиває насос під час роботи на закриту засувку напірного трубопроводу;

- максимального навантаження на електродвигун відцентрового насоса досягають під час його роботи за повністю відкритих засувок (затворів). У випадку роботи декількох насосів на один трубопровід, їх випробовують окремо;

- максимальну продуктивність групи насосів на один напірний водовід потрібно перевіряти під час їх спільної роботи заміром витрати води в точці найбільше віддаленій від насосів, розташованій на високій відмітці місцевості;

- максимальне навантаження електродвигунів осьових насосів має відповідати режиму роботи з максимальним кутом повороту лопатей за мінімального розрахункового рівня води в джерелі водопостачання і максимального в напірному басейні;

- технічні характеристики приладів і засобів автоматики мають відповідати фактичним параметрам роботи обладнання насосних станцій;

- сумарний струм обладнання, яке працює одночасно за максимального навантаження не повинен перевищувати номінальний струм живлення силового трансформатора в нормальних умовах експлуатації;

- на відвідних лініях розподільчих пристроїв, що живлять електродвигуни основних насосних агрегатів, як правило, не має бути інших споживачів;

– струм, що споживається електродвигуном, за максимального навантаження не повинен перевищувати номінальний струм комутаційного апарата та відповідних шин лінійного розподільчого пристрою.

Приймання станції неможливе без передачі замовнику комплекту інструкцій на все обладнання і апаратуру, змонтовану підрядником. У цьому ж комплекті має бути представлено інструкції та паспорти виробників обладнання.

### **5.3. Експлуатація насосних агрегатів та допоміжного обладнання**

Для забезпечення надійної і економічної експлуатації насосних станцій їх має бути обладнано:

– основним енергетичним устаткуванням (насоси і двигуни; пристрої регулювання частоти обертання – каскадно-вентильні системи, електромагнітні і гідравлічні муфти);

– механічним устаткуванням (запірно-регулювальна і запобіжна арматура, вантажопідйомні механізми);

– електричними пристроями (силові трансформатори, розподільний пристрій, шафи керування, струмопроводи);

– допоміжним устаткуванням (вакуум-системи, дренажні насоси, контрольно-вимірювальні прилади, системи автоматики).

Контрольно-вимірювальні прилади поділяють на дві групи:

1) для вимірювання технологічних параметрів (подачі, тиску, температури води тощо);

2) для вимірювання електричних параметрів (сили струму, напруги, витрат електроенергії, потужності тощо).

Для контролю технологічних параметрів насосні агрегати і комунікації насосної станції необхідно обладнати:

– вакуумметрами чи мановакуумметрами – на всмоктувальних патрубках насосів;

– манометрами – на напірних патрубках насосів і напірних колекторах (на великих насосних станціях встановлюють самописні манометри, які фіксують тиск на стрічкових чи кругових діаграмах);

– водомірами чи витратомірами (діафрагмами, ультразвуками та ін.) – на водоводах на виході з насосної станції (в окремих камерах чи безпосередньо у машинному залі);

– рівнемірами (поплавковими, гідростатичними, електричними) – в резервуарах чистої води (РЧВ), з яких вода забирається насосами.

Контрольно-вимірювальні прилади встановлюють також на пульті керування системами автоматки, що дає можливість постійно вести контроль за технологічними параметрами й оперативно змінювати режими роботи насосних агрегатів.

Для нормальної експлуатації насосної станції необхідно утримувати в справному стані все насосно-силове резервне обладнання. Насосна станція повинна мати таку пропускну здатність, щоб можна було забезпечити як нормальні так і аварійні режими роботи.

Експлуатація насосних агрегатів і допоміжного обладнання має здійснюватися на основі інструкцій з експлуатації, розроблених з урахуванням інструкцій заводів-виготовлювачів.

В інструкціях з експлуатації має бути вказано: послідовність операцій пуску та зупинки агрегатів, допустимі температури в підшипниках, мінімальний тиск мастила (в системах з циркуляційним змащуванням), перелік основних видів відмов обладнання та методів їх усунення.

На кожному насосному агрегаті має бути заводська табличка із зазначенням заводу-виготовлювача, заводського номера та технічних характеристик. На кожен насосний агрегат має бути заведено технічний паспорт.

Кожен насосний агрегат та допоміжне обладнання потрібно забезпечити комплектом запасних частин та запасом експлуатаційних матеріалів відповідно до нормативів заводів-виготовлювачів.

Пуск і зупинку насосних агрегатів та допоміжного обладнання повинен виконувати тільки черговий, що обслуговує дану установку (якщо пуск та зупинка не здійснюється в автоматичному режимі або з допомогою системи телемеханіки).

Перед пуском насосного агрегату в роботу потрібно перевірити:

- стан напірних і всмоктувальних засувок;
- заповнення корпусу насоса водою або стоками;
- стан сальників, муфтових з'єднань, захисних огорожень;
- стан контрольно-вимірювальних приладів, засобів управління і пускових пристроїв;
- наявність масла у підшипниках і підп'ятниках.

Пуск насосів можна здійснювати двома способами: на відкриту або закриту засувку. Спосіб пуску для конкретного об'єкта визначається місцевою експлуатаційною інструкцією на підставі

рекомендацій спеціалізованих організацій, виданих після виконання необхідних розрахунків і експериментів на даному об'єкті.

Під час вибору способу пуску насосів враховують також конструкцію запірно-регулювальної арматури (засувка, поворотний затвор, конусний затвор тощо).

Всмоктувальна засувка за будь-яких способів пуску має бути завжди повністю відкрита.

Експлуатувати насосні агрегати заборонено:

- за появи чіткого стуку;
- виникнення іскріння або світіння в зазорі між статором та ротором електродвигуна;
- виникнення підвищеної вібрації вала (допустима вібрація 0,013–0,05 за швидкості обертання 1000–3000 об/хв; 0,16 – за швидкості обертання меншій 750 об/хв);
- підвищення температури підшипників, обмоток ротора та статора вище допустимої;
- підпалення підшипників ковзання або виході зі строю підшипників кочення;
- тиску мастила нижче допустимого (під час циркуляційного змащування).

Заборонено регулювання продуктивності насосного агрегату засувкою на всмоктувальному трубопроводі. Під час роботи насоса на всмоктувальному трубопроводі засувка повинна бути відкрита повністю.

Зупинку насосних агрегатів в нормальних умовах рекомендовано здійснювати на попередньо закриту засувку.

За аварійного відключення електроживлення відбувається неконтрольована зупинка агрегатів на відкриту напірну засувку.

Тому, в ході експлуатації рекомендують передбачати заходи зі зменшення величини гідравлічного удару, якщо вони не передбачені проектом. До таких заходів належать: установка клапанів для впускання повітря на водоводах, установка лічильників води зі сповільненою посадкою, пропуск потоку води через насос у зворотному напрямку тощо.

Конкретні заходи щодо зменшення сили гідравлічного удару розробляються спеціалізованими організаціями за результатами розрахунків та експериментів.

У випадку виникнення аварії черговий зобов'язаний зупинити агрегат відповідно до спеціальної протиаварійної інструкції без дозволу чергового диспетчера.

Кожен насосний агрегат періодично, відповідно до затвердженого графіка, має піддаватись оглядам, ревізіям, поточним та капітальним ремонтам.

Періодичність та обсяг кожного виду робіт встановлюють на основі інструкцій заводу-виготовлювача з урахуванням місцевих умов. Один раз на два роки потрібно проводити перевірку фактичного коефіцієнта корисної дії (ККД) кожного насосного агрегату.

Пуск та зупинка агрегату після ремонту мають виконуватись під контролем особи, що відповідає за виконання ремонту.

До допоміжних систем насосних станцій належать:

- вакуум-системи;
- системи технічного водопостачання;
- дренажна система;
- система масляного господарства.

Підготовку допоміжного обладнання необхідно проводити одночасно з роботами, які проводять на основному обладнанні.

Трубопроводи і трубопровідну арматуру допоміжних систем має бути пофарбовано в різні кольори, залежно від призначення, відповідно до проекту та ГОСТів. Також на них має бути нанесено надписи з назвою і номером, відповідно до схем трубопроводів, покажчик напрямку струму робочого середовища (води, мастила), обертання маховиків і, якщо це необхідно і можливо, рівня відкриття запірного органа.

Керування допоміжним обладнанням необхідно здійснювати відповідно до правил технічної експлуатації, проекту, технічних паспортів та інструкцій заводів-виготовлювачів обладнання.

Вакуум-системи призначено для заповнення водою і відкачування повітря зі всмоктувального трубопроводу і насоса, що працює з додатною висотою всмоктування.

Час роботи вакуум-системи для відкачування повітря і заповнення системи водою не має перевищувати 15 хв. Оптимальна тривалість роботи 7–8 хв. У випадку тривалішої роботи вакуум-системи потрібно перевірити герметичність запірної арматури і щільність сальникових з'єднань.

Перед пуском вакуум-насоса вакуум-бачок потрібно заповнити водою зі стороннього джерела. Під час спільної роботи двох вакуум-насосів їх запуск необхідно здійснювати послідовно.

Пуск у роботу вакуум-насоса необхідно проводити в такому порядку:

- закрити засувку (вентиль) на всмоктувальному трубопроводі;
- відкрити вентиль на трубопроводі, що подає воду на сальники;
- увімкнути електродвигун і відкрити засувку (вентиль) на всмоктувальному трубопроводі;
- засувкою (вентилем) встановити необхідний режим роботи насоса.

Для зупинки вакуум-насоса необхідно закрити засувки (вентилі) на всмоктувальному, нагнітальному і підвідному трубопроводах, потім відімкнути електродвигун.

Під час зупинки вакуум-насоса на тривалий час злити з нього воду, залити мастило, прокрутити декілька разів вал насоса для змащування всіх внутрішніх частин, що обертаються.

Насосні установки систем технічного водопостачання (ТВП) призначено для подачі води на охолодження підшипників насосів з водяним змащуванням, для повітроохолоджувачів і охолодження масляних ванн електродвигунів, ущільнення сальників, забезпечення водою вакуум-насосів і компресорних установок.

Вода для технічного водопостачання має бути технічно чистою, без зависі, механічних домішок, температурою не вище 25 °С і не нижче 1°С.

Необхідно систематично перевіряти автоматичні пристрої, що відключають основні насосні агрегати під час припинення подачі води для змащування і охолодження підшипників.

Бачки, відстійники і фільтри у міру забруднення необхідно ретельно промивати. Періодичність промивання залежить від кількості осадів, що випали на сітках фільтрів і її встановлюють у процесі експлуатації дослідним шляхом.

Дренажні системи призначено для відкачування води з приміщень насосної станції, спорожнення всмоктувальних труб і камер, втрат водовідвідних галерей, насосів і трубопроводів під час їх спорожнення.

Дренажні насоси має бути забезпечено електроенергією цілодобово.

Трубопроводи дренажної системи необхідно періодично очищати від бруду, сміття і наносів.

До системи мастильного господарства належить комплекс маслonaсосів, масляних резервуарів для свіжого, чистого і відпрацьованого мастил, маслonaпірних установок, маслопроводів і арматури, контрольно-вимірjувальних приладів, маслоочисних пристроїв і установки для сушки.

Марку і сорт мастила, тиск, з яким його потрібно подавати, необхідно витримувати відповідно до ТУ, що встановлені заводом-виготовлювачем обладнання. Норми витрачання, періодичність хімічного контролю і заміни змащувальних матеріалів встановлюють заводською інструкцією.

Свіжі машинні і трансформаторні мастила, що надходять на насосну станцію повинні мати паспорти. Отримання мастила до зливу з цистерн має бути перевірено на в'язкість, кислотне число, реакцію водної витяжки, температуру спалахування, прозорість і механічні домішки.

Мастило, злите з цистерн, має пройти очищення і сушку (зневоднювання). Мастило, що знаходиться в резерві, потрібно піддавати скороченому аналізу перед заливкою в обладнання, а трансформаторне мастило – ще й перевірці на електричну міцність. Один раз на три місяці мастило в системі потрібно контролювати на вміст механічних домішок і води.

На насосній станції потрібно зберігати постійний запас мастил у кількості:

- машинного – кожної марки, що використовується, не менше масляної ємності системи найбільшого агрегату і запас для доливання в розмірі не менше 45-денної потреби;

- трансформаторного – не менше ємності одного найбільшого масляного вимикача і запас на доливання не менше 1 % всього мастила, залитого в електрообладнання. На насосних станціях, що мають тільки повітряні вимикачі або малооб'ємні масляні вимикачі – не менше 10 % мастила, залитого в найбільший трансформатор;

- мастильних матеріалів для допоміжного обладнання – не менше 45-денної потреби.

Строк служби мастила в системах змащування не допускають більше 500–800 год роботи, в системах регулювання – 12–15 тис. год роботи.

У період понижених температур мастило необхідно підігрівати. Пуск агрегату за температури мастила нижче 10 °С заборонено.

Стаціонарні маслопроводи в неробочому стані потрібно заповнити мастилом під надлишковим тиском. Протікання у масляних системах насосних агрегатів не допускають. Кріплення маслопроводів має бути надійним, вібрація трубопроводів не допускається.

Вантажопідйомні механізми, які встановлено на насосних станціях, потрібно експлуатувати відповідно до «Правил будови та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів» (ДНАОП 0.00-1.03-93).

#### **5.4. Управління режимами роботи насосних станцій**

Від чіткості роботи експлуатаційного персоналу насосних станцій, включаючи диспетчерську службу, залежать безпека й економічність роботи насосної станції, а отже, і системи водопостачання і каналізації. Тому питанням експлуатації насосних станцій надають великого значення під час розробки режимів експлуатації водопровідних і каналізаційних систем.

Насосні агрегати мають працювати в економічному режимі. Економічний режим роботи насосних станцій забезпечується:

- роботою насосів у зоні оптимальних значень ККД, тобто в допустимому робочому діапазоні змін водоподачі і тиску;
- контролем зносу обладнання (насосів, затворів, засувок, клапанів) і усуненням виявленого зносу;
- підтриманням відповідності режиму роботи насосних станцій режиму роботи водопровідних і каналізаційних мереж.

Приведення у відповідність режиму роботи насосних станцій з режимом роботи водопровідних або каналізаційних мереж здійснюють різними способами:

- правильним підбором складу насосних агрегатів для різних режимів водоподачі. Для цього розрахунковим і дослідним шляхом підбирають найбільш економічні робочі комбінації різнотипних насосів для різних діапазонів водоподачі. За потреби, у деяких насосів підрізають робочі колеса;

– регулюванням режиму роботи окремих насосних агрегатів шляхом дроселювання насосів напірними засувками, зміни кута повороту лопатей робочих коліс осьових насосів або напрямних апаратів (за їх наявності), скидання води з напірних ліній насосів у прийомні резервуари або у всмоктувальні лінії насосів. Регулювання відцентрових насосів всмоктувальними засувками заборонено;

– регулюванням частоти обертання робочих коліс насосів за допомогою регульованого приводу, а також поєднанням цього способу з вищеназваними.

Для ефективного регулювання режимів роботи на кожній станції потрібно завчасно розробити режимні карти і типові графіки, які регламентують умови застосування різних способів регулювання залежно від реальних режимів водоспоживання або припливу стічних вод.

За відповідного технічного забезпечення, типові графіки і зміст режимних карт потрібно внести в комп'ютери, встановлені на щитах управління насосних станцій.

Режими роботи насосних станцій, що працюють в одному районі водопостачання або водовідведення, потрібно організувати так, щоб економічний режим роботи однієї станції не створював неекономічний режим для інших станцій і щоб режим роботи системи (насосних станцій, водоводів, резервуарів тощо) забезпечував мінімум сумарних енерговитрат.

Знімаючи показання приладів, що контролюють основні параметри роботи насосної станції (подачу, тиск, споживану потужність) за різних режимів і поєднань працюючих насосів, можна встановити найбільш економічні їх поєднання для характерних режимів (наприклад, у години максимального водоспоживання, найменшого водозабору і т. ін.).

При цьому, обчислюючи значення фактичних питомих витрат енергії, необхідно брати до уваги як повну подачу всієї станцією, так і тиск на виході зі станції. Враховувати в розрахунках показання манометрів, установлених на водоводах, що відходять від насосної станції (а не манометрів, установлених на напірних патрубках насосів). Обчислені таким чином економічні режими роботи насосів необхідно довести до відома чергових машиністів або диспетчерів, наприклад, вивісити їх біля пульту управління станцією.

Як критерій економічної роботи насосних станцій спільно з іншими спорудами має використовуватися норма питомого енергоспоживання, яку виражають в кВт×год/1000 м<sup>3</sup>, за підтримки заданого тиску у водопровідній мережі або забезпечення заданого графіка перекачування стічних вод.

Під час чергування оперативний персонал має періодично здійснювати обхід насосної станції і огляд устаткування, звертаючи увагу на показання контрольно-вимірювальних приладів, на шум насосів та інших механізмів, нагрів корпусів підшипників, насосів, електродвигунів, стан заземлення електрообладнання.

Оперативний персонал не повинен допускати, щоб обладнання працювало за ненормальних і неекономічних режимів.

### **5.5. Ремонтне обслуговування насосних станцій**

Періодичність профілактичних випробувань, оглядів, поточних і капітальних ремонтів визначається планами і графіками ремонту обладнання (табл. 5.1–5.3).

Графіки ремонту, профілактичних випробувань і оглядів устаткування встановлюються щорічними планами, які затверджуються керівництвом станції.

Під час проведення ремонтів потрібно вживати також заходи, спрямовані на підвищення надійності роботи обладнання, поліпшення техніко-економічних показників і вдосконалення обладнання шляхом модернізації окремих елементів і вузлів, з урахуванням передового досвіду і нових розробок (обточування, профілювання і шліфування робочих коліс насосів, удосконалення витратомірного господарства, затворів, клапанів, заміна застарілого обладнання та ін.).

Документація з капітального ремонту затверджується головним інженером станції і узгоджується з керівництвом ремонтного підприємства (у разі виконання ремонту підрядними організаціями).

На станції мають знаходитись креслення для замовлення запасних деталей і вузлів устаткування.

**Періодичність і основні види ремонтних робіт  
на насосних станціях**

Вид обладнання	Тривалість періодів між:			Характеристика основних робіт	
	оглядами, місяці	поточним ремонтом, місяці	капітальним ремонтом, роки	поточний ремонт	капітальний ремонт
Відцентрові насоси:					
горизонтальні	1	3	3	Зміна прокладок, набивання сальників. Змащення кілець ущільнювачів. Зняття кришок і встановлення розбігу ротора. Фарбування насоса	Повна ревізія з розбиранням, чищенням, регулюванням і заміною втулок, підшипників, прокладок. Балансування робочого колеса. Зміна вала, правка вала з обточуванням, шліфування шийок вала під ущільнювальні кільця. Зміна робочих коліс і напрямних апаратів. Зміна або перезаливка вкладишів підшипників. Випробування з перевіркою і регулюванням роботи насоса після ремонту. Заміна насосів на більш досконалі й економічні
вертикальні	1	3	2		
каналізаційні	1	3	2		
вакуум-насоси	1	3	2		
Компресори, повітродувки, поршневі насоси	1	2	3	часткова заміна кріплення, прокладок, лабіринтових ущільнень	Зміна поршнів з поршневими кільцями. Зміна колінчастого вала або шліфування шийок. Заміна вкладишів підшипників або їх ремонт. Заміна масляного насоса і маслопроводу

## Неполадки у відцентрових насосах і методи їх усунення

Неполадка	Причина несправності	Метод визначення	Метод усунення
Зменшується подача води насосом	Просочування повітря в корпус насоса через сальник або всмоктувальну лінію	Оглядом	Перевірити всмоктувальний трубопровід, підтягнути або замінити сальник
	Знос ущільнювальних кілець	За зменшення тиску	Розібрати насос і замінити ущільнювальне кільце
	Засмічення зворотного клапана	За підвищення тиску	Прочистити
	Засмічення всмоктувальної труби	За підвищення вакууму	Прочистити
Насос після вмикання не подає воду	Заливку насоса було проведено недостатньо ретельно, в насосі залишилося повітря	За виходом повітря з напірної частини насоса у процесі роботи під час відкривання повітряного клапана	Зупинити насос, залити його водою і знову пустити в роботу
Помітно збільшуються показання амперметра	Насос перекачує воду, що містить велику кількість піску або мулу	За шумом і тріском	Перевірити вміст піску й установити причину його появи у воді резервуара
Насос не розвиває повного напору	Значний знос лопатевих коліс і кільце ущільнювачів	Проміром, після розбирання насоса	Відремонтувати насос, замінити кільця
Насос під час роботи дрижить, чути шум і тріск	Ослаблення болтів, що прикріплюють насос до плити	Ключем	Затягнути болти, перевірити горизонтальність валів
	Зношення підшипників	Візуальним оглядом	Відремонтувати підшипники
	Кавітація	За підвищенням вакууму	Зменшити висоту всмоктування
Насос під час роботи деренчить	Зношення гумових кілець у з'єднувальній муфті	Оглядом муфти після зупинки насоса	Відремонтувати муфту
Перевантажений двигун	Подача насоса вище допустимої	Вимірюванням подачі насоса	Прикрити засувку на напірному трубопроводі

**Неполадки у свердловинних насосах і методи їх усунення**

Неполадка	Причина несправності	Метод усунення
Електродвигун під час роботи сильно гуде	Обрив в одному з проводів мережі	З'єднати дроти
Електродвигун під час роботи нагрівається	Замикання витків котушки статора	Відремонтувати електродвигун
Часті поломки трансмісійного вала або розриви водонапірних труб	Тертя робочих коліс у напрямних апаратах	Відрегулювати осьовий зазор регульовальною гайкою
Підвищується споживання електроенергії	Зниження динамічного рівня	Заглибити насос шляхом додавання секції
	Зношення лопаток робочих коліс	Демонтувати насос і замінити робочі колеса
Зменшилася подача насоса	Витік води через стики водопідйомних труб	Демонтувати насос та усунути пошкодження у збірці водопідйомних труб
Припинилася подача води	Обрив трансмісійного вала	Демонтувати насос і замінити вал
Насос під час роботи сильно вібрує	Прогнулися привідні вали	Демонтувати насос і замінити вал
	Погане кріплення насоса на фундаменті	Прикріпити насос до фундаменту анкерними болтами
Насос працює, але воду не подає	Обертання мотора у протилежну сторону	Змінити фази на клеммах
	Розрив напірних труб	Замінити напірну трубу
	Рівень води у свердловині нижче всмоктувальної труби	Заглибити насос шляхом добавлення напірних труб, якщо дозволяє напір насоса
Занижуються показання амперметра	Мала подача води	Відкрити більше засувку
Збільшуються показання амперметра	Пошкодження вкладишів під'ятників насоса	Демонтувати насос і замінити вкладиші під'ятників

Встановлене на станції обладнання має бути забезпечено запасними частинами і матеріалами. Потрібно вести облік наявного на станції запасного обладнання і запасних частин. Під час зберігання запасних частин і устаткування має бути вжито заходи щодо збереження їх працездатності (запобігання корозії, зволоження і забруднення).

Конструктивні зміни основного обладнання, зміни гідравлічних та інших схем можуть проводитися в установленому на підприємстві порядку узгодження заводів-виготовлювачів і проектних організацій.

Перед ремонтом агрегатів і механізмів має бути проведено підготовчі роботи:

- складено відомості обсягу робіт і кошторис, які уточнюють після розкриття та огляду агрегату;
- складено графік проведення ремонту, заготовлено необхідні матеріали і запасні частини;
- складено і затверджено технічну документацію на виконання робіт з модернізації обладнання, наміченої в період ремонту;
- укомплектовано і приведено у справний стан інструмент, пристосування, такелажне обладнання та підйомно-транспортні механізми;
- підготовлено робочі місця для ремонту, проведено планування ремонтного майданчика із зазначенням розміщення частин і деталей;
- укомплектовано і проінструковано ремонтні бригади.

Результати центрування і балансування насосних агрегатів, величини зазорів та інші виміри, пов'язані зі зміною стану деталей, особливо діаметри робочих коліс насосів, після їх обточування, потрібно заносити в ремонтний журнал або паспорт ремонтного насоса.

Ремонт обладнання повинен здійснюватися відповідно до діючих інструкцій. У процесі ремонту агрегатів особи, призначені керівництвом станції, повинні здійснювати приймання з ремонту окремих вузлів і допоміжних механізмів.

Під час приймання основного обладнання з ремонту потрібно перевірити виконання усіх робіт за відомістю і дати попередню якісну оцінку ремонту і зовнішньому вигляду устаткування (фарбування, чистота, стан майданчиків обслуговування, перил тощо).

Обладнання, яке знову вводять в експлуатацію після ремонту, випробовують відповідно до діючих інструкцій.

Основне обладнання після попереднього приймання і випробувань перевіряють під навантаженням протягом часу зазначеного заводом-виготовлювачем, але не менше 11 год.

За відсутності дефектів у роботі протягом цього періоду обладнання вводять в експлуатацію.

Якщо буде виявлено дефекти, капітальний ремонт не можна вважати закінченим. Після усунення дефектів обладнання піддають повторній перевірці під навантаженням на попередніх умовах.

Усі роботи, які виконано під час капітального ремонту основного обладнання, приймають за актом, до якого має бути додано технічну документацію з ремонту. Акти з додатками зберігаються у паспортах обладнання.

Про роботи, виконані під час капітального ремонту іншого обладнання, має бути зроблено докладний запис у паспорті обладнання або спеціальному ремонтному журналі.

## **5.6. Експлуатація резервуарів та водонапірних башт**

Запасні і регулювальні ємності питної води мають забезпечувати оптимальний технологічний режим споруд і пристроїв з обробки та подачі води від джерела водопостачання до подачі споживачам (рис. 5.3).

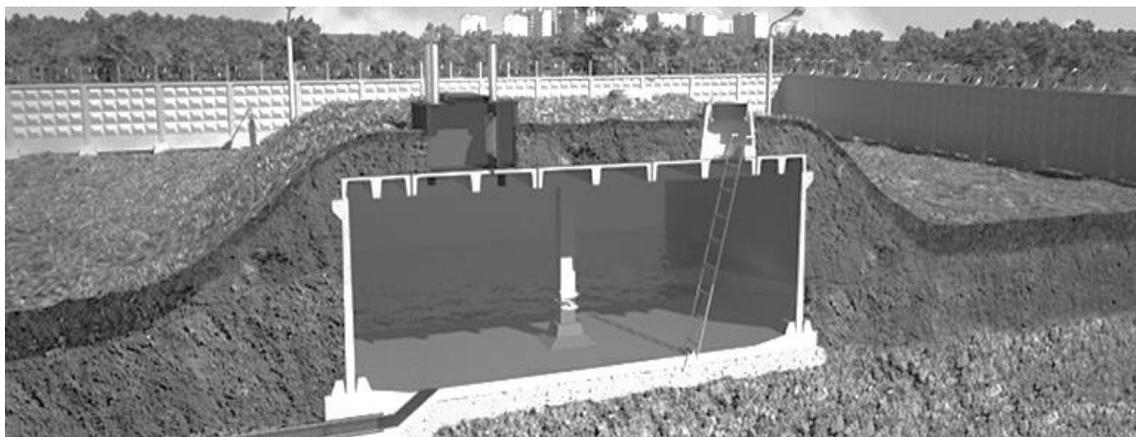


Рис. 5.3. Резервуар чистої води

Приймання напірно-регулювальних пристроїв в експлуатацію проводять після гідравлічних випробувань.

Випробування бетонних і залізобетонних резервуарів для перевірки міцності конструкцій та визначення щільності стін і днища

потрібно проводити після закінчення усіх будівельно-монтажних робіт і досягнення проектної міцності бетону

Перед випробуваннями ємнісної споруди проводять її ретельний візуальний огляд. За відсутності дефектів у конструкції і відступів від проекту складають акт про готовність ємнісної споруди до випробувань, підписаний представниками замовника і будівельної організації. Без акта про готовність споруди до гідравлічного випробування заливати його водою не дозволено.

Перед тим як залити споруду водою, слід щільно закрити всі технологічні засувки і переконатись у відсутності просочування води через них. Заливати воду в резервуар потрібно у два етапи: на висоту 1 м з витримкою протягом 1 доби для перевірки герметичності днища; до проектної позначки.

Випробування ємнісних споруд на водонепроникність дозволено починати не раніше, ніж через 3 доби після їх заповнення водою.

Добуток різниці рівнів за 1 добу на площу дзеркала води у споруді дає кількість витікання води за 1 добу.

Ємнісні споруди визнають такими, що витримали випробування, якщо відтік води з них за добу не перевищує 3 л на 1 м змоченої поверхні стін і днища, через стінки не спостерігається виходу цівок води, шви не виявляють ознак течії, ґрунт біля споруди не зволожується.

Під час випробування на водонепроникність відкритих ємнісних споруд витрату води на випаровування з відкритої водної поверхні потрібно враховувати додатково.

Результати перевірки та аналізу води комісія оформляє актом, в якому дає висновок про готовність ємнісних резервуарів до введення в експлуатацію.

Обов'язки обслуговуючого персоналу під час експлуатації резервуарів та водонапірних башт прописано в інструкціях з експлуатації цих споруд.

Під час експлуатації напірно-регулювальних ємностей персонал зобов'язаний:

- вести контроль за якістю води, що надходить, та якістю вихідної води;
- здійснювати спостереження за рівнями води;

- стежити за справністю запірно-регулювальної арматури, трубопроводів, люків, вентиляційних стояків;

- періодично промивати ємності, очищати їх днища від осадів, а стіни і колони від обростань;

- систематично проводити випробування на витік води з резервуарів;

- вживати заходи щодо усунення течії води всередину резервуарів через стіни і перекриття;

- вести нагляд за станом ємностей, розташованих у зоні санітарної охорони.

Режим поповнення-спрацьовування резервуарів і баків потрібно визначати з урахуванням того, що повний обмін води, який зберігається у споруді, має замінюватись, як правило, не більше двох діб.

Резервуари має бути обладнано контрольно-вимірювальними приладами, що забезпечують:

- контроль за рівнями води та передачу показань у диспетчерський пункт або на насосну станцію;

- можливість взяття проб води без доступу в резервуар.

Входи і лази в підземні резервуари і водонапірні башти має бути герметично закрито й опломбовано. Щоб уникнути забруднення води комахами, вікна водонапірних веж та вентиляційні стояки резервуарів чистої води має бути захищено дрібною (1–2 мм) металевією сіткою, цілісність якої необхідно перевіряти.

Періодичність перевірки справності люків, трубопроводів, арматури, лазів, вентиляційних стояків або поглиначів визначено в інструкції з експлуатації.

За погіршення мікробіологічних та фізико-хімічних показників води в резервуарі або водонапірному баку проводять їх промивання фільтрованою водою зі звичайною під час експлуатації дозою хлору. Промивання полягає у пропусканні через резервуар підвищених витрат води за підтримання постійного рівня води в ньому. Тривалість промивання визначають за ефектом поліпшення мікробіологічних та фізико-хімічних показників води.

Випробування підземних резервуарів на витік з них води з визначенням величини витоку проводять один раз на два роки.

Під час експлуатації водонапірних башт потрібно дотримуватися таких правил:

- територію поблизу башти в радіусі не менше 50 м утримувати в чистоті. Цю територію потрібно огородити й упорядкувати;
- усі виходи і лази у водонапірну башту мають знаходитися в закритому і запломбованому стані;
- щорічно перед настанням зимового періоду слід перевіряти теплоізоляцію трубопроводів у башті;
- металеві баки необхідно фарбувати не рідше одного разу на три роки, фарбування проводять у два прийоми залізним суриком на оліфі (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Металева водонапірна башта

Резервуари слід очищати від осадів один раз на 1–3 роки. За погіршення фізико-хімічних і бактеріологічних показників якості води очищення проводять частіше.

Проведення очищення, фарбування або ремонт резервуарів і баків оформляють розпорядженням структурного підрозділу.

Перед початком очищення або ремонту воду з резервуарів зливають, засувки на підвідних і відвідних трубопроводах закривають і опломбовують.

Інструменти для очищення резервуарів перед початком роботи обробляють 1 %-м розчином хлорного вапна.

Очищення резервуарів господарсько-питного водопостачання проводять у такій послідовності:

- видаляють осад із дна, чистять поверхню стін і колон металевими шкребками до повного видалення слизу і ретельно обмивають їх водою з бронспойта, потім обмивають днище резервуара;
- промивають усю поверхню з бронспойта вразі.

Світлові люки під час роботи знаходяться в закритому стані, і роботи проводять за штучного освітлення.

Під час виконання робіт з очищення резервуарів потрібно дотримуватись таких вимог:

- робітники, що проводять чистку, мають бути одягнені у спеціальний одяг;
- при виході з резервуара спецодяг потрібно зняти;
- на час робіт перед входом у резервуар встановлюють бачок з розчином хлорної води для обмивання гумових чобіт.

Після закінчення ремонтних робіт або чищення обов'язково виконують дезінфекцію хлорною водою чи розчином гіпохлориту натрію одним із методів:

- для дезінфекції великих ємностей – методом зрошення з концентрацією активного хлору 200–250 мг/дм<sup>3</sup>;
- для резервуарів малої місткості – об'ємним способом з концентрацією активного хлору 75–100 мг/дм<sup>3</sup> за контакту протягом 5–6 год або 20–25 мг/дм<sup>3</sup> – за добового контакту.

Через 1–2 год після дезінфекції резервуар промивають чистою водою.

Запускати резервуар у роботу можна після того, як буде отримано не менше двох задовільних бактеріологічних аналізів, з інтервалом часу повного обміну води між взяттями проб.

Після закінчення очищення, ремонту, фарбування резервуара або баків водонапірної башти складають спеціальний акт, в якому вказують:

- час зняття пломб;
- перелік виконаних робіт;
- прізвище відповідального виконавця робіт;
- характеристику санітарно-технічного стану резервуара;
- час закінчення робіт і спосіб проведення дезінфекції.

## Контрольні запитання

1. Які особливості організації служби експлуатації водопровідних і каналізаційних насосних станцій?
2. Який порядок приймання в експлуатацію насосних станцій та їх вузлів?
3. Які особливості експлуатації насосних агрегатів і допоміжного обладнання?
4. У чому полягає управління режимами роботи насосних станцій?
5. Як відбувається ремонтне обслуговування насосних станцій?
6. Які особливості експлуатації резервуарів та водонапірних башт?

## Розділ 6. ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ. ДИСПЕТЧЕРСЬКЕ УПРАВЛІННЯ

### 6.1. Оснащення диспетчерських пунктів

Диспетчерська служба водопровідно-каналізаційного господарства (ВКГ) – важливий оперативний, цілодобово діючий орган управління всією системою подачі, розподілу і відведення води в населеному пункті, від правильної дії якого залежить безперебійність водопостачання та водовідведення абонентів.

Диспетчерські пункти має бути оснащено сучасними засобами оперативного та диспетчерського управління і зв'язку, а також, за можливості, комп'ютерною технікою, пов'язаною з терміналами і програмованими контролерами на основних спорудах і мережі.

Диспетчерський пункт складається з таких приміщень (або частини з них):

- диспетчерська зі щитами, пультами і столом з комп'ютером;
- апаратна зі штативами, реле, випрямлячами, зарядно-розрядними щитами;
- акумуляторна;
- контрольно-ремонтна майстерня з обладнанням;
- побутові приміщення.

До складу диспетчерських служб у кожній системі водопостачання і водовідведення можуть належати центральні

диспетчерські пункти (ЦДП) і місцеві диспетчерські пункти (МДП) районів (дільниць) мережі і окремих технологічних вузлів.

На диспетчерському пункті необхідно мати усі оперативні матеріали:

- схеми основних комунікацій, споруд і засобів регулювання, управління якими здійснює диспетчер;

- планшети у масштабах 1:2000, кожен з яких охоплює територію об'єкта управління площею 1000×1000 м з усіма підземними комунікаціями і спорудами, наявними в натурі. На планшетах має бути вказано номери колодязів (камер), встановлено в них обладнання і контрольньо-вимірвальна апаратура;

- схеми комунікацій і характеристики устаткування;

- графіки і режимні карти споруд і устаткування;

- плани поточного і капітального ремонтів споруд;

- повний комплект діючих експлуатаційних інструкцій, правила техніки безпеки та інструкцію взаємодії служби мереж водопостачання з органами пожежної охорони, а для оперативного персоналу об'єктів (насосних станцій тощо), які обслуговують електроустановки відповідно до «Правил технічної експлуатації» та «Правил техніки безпеки електроустановок»;

- список службових і домашніх телефонів керівного персоналу виробничого підприємства водопостачання і каналізації та їх адреси;

- список і телефони різних служб міста – енергопостачальної організації, міськгазу, пожежної охорони, органів Міністерства з надзвичайних ситуацій, органів держсанепіднагляду, органів управління, використання і охорони водних ресурсів.

Диспетчерський пункт має бути оснащено комп'ютерною технікою. Зазначені оперативні матеріали слід перевести на електронні носії і занести в пам'ять комп'ютера.

Для наочності і зручності роботи персоналу диспетчерського пункту на оперативних схемах слід відображати стан споруд і устаткування (під час роботи, ремонту, в резерві, аварійний) умовними позначеннями, сигналами або символами.

Оперативні схеми мереж систем водопостачання та водовідведення має бути нанесено на план міста із зазначенням найменувань вулиць, проїздів, площ і нумерації будівель.

Диспетчерські пункти має бути оснащено такими засобами зв'язку й управління:

- виборчим (селекторним) телефонним або радіотелефонним зв'язком;

- пристроями для телевимірювання показників роботи споруд і устаткування;
- дистанційною сигналізацією та засобами контролю за роботою споруд і устаткування;
- телемеханічними засобами управління агрегатами, механізмами і запірно-регулювальними пристроями;
- комп'ютерною технікою з виведенням на дисплей технологічних схем, схем автоматизації та телеуправління, показників роботи систем, споруд і обладнання.

Набір засобів зв'язку встановлюють для кожного ВКГ і диспетчерського пункту залежно від місцевих умов.

Технічні засоби диспетчерського управління і контролю мають забезпечувати:

- безпосереднє управління технологічним процесом шляхом команд, що змінюють стан технологічних агрегатів (увімкнути-вимкнути, відкрити-закрити) та встановлюють або змінюють режим роботи споруд і програми автоматичних пристроїв;
- отримання на пункт управління відображення стану технологічної схеми і роботи агрегатів у вигляді сигналізації на щиті управління або на дисплеї;
- візуального та документального контролю з пункту управління технологічних параметрів у системі водопостачання та їх відхилень від норми.

У телемеханічних системах диспетчерського управління необхідно забезпечувати передачу на пункти управління даних вимірювань основних технологічних параметрів подачі, розподілу і обробки води.

Телемеханічні системи диспетчерського управління має бути обладнано системами сигналізації, щоб інформувати диспетчера:

- про стан усіх телекерованих насосних агрегатів і засувок, а також механізмів з місцевим або автоматичним управлінням;
- аварійне відключення обладнання;
- затоплення станції;
- аварійний стан споруди або технологічної лінії;
- наявні і гранично допустимі значення технологічних параметрів;
- несанкціоновані відкриття дверей і люків на неохоронюваних об'єктах;
- пожежну небезпеку.

Експлуатація пристроїв автоматизації має здійснюватися службою КВП і автоматики підприємства (управління), чисельність та склад якої визначається штатним розкладом.

Шафу контролерного і телекомунікаційного устаткування (ШКТО) призначено для централізованого збору передачі даних від датчиків і систем, які розташовано на об'єкті, в центр обробки даних (ЦОД), а також прийому і видачі команд оператора для управління виконавчими механізмами (рис. 6.1).



Рис 6.1. Шафа контролерного та телекомунікаційного устаткування (а), шафа ввідно-розподільчого пристрою (б) і шафа управління приводами запірно-регулювальної арматури (в)

Шафу управління приводами запірно-регулювальної арматури призначено для безпосереднього керування електроприводом.

У процесі експлуатації КВП та пристроїв автоматизації персонал зобов'язаний:

- підтримувати нормальні умови роботи контрольно-вимірювальної апаратури, пристроїв автоматики, телемеханіки та обчислювальної техніки шляхом систематичної перевірки стану, справності та правильності показань датчиків, вторинних приладів, перетворювачів і т. ін.;

- перевіряти стан та справність сигналізації, блокування, схем автоматичного регулювання, управління та диспетчеризації;

– забезпечувати, у випадку несправності, перемикання на резервні прилади, перехід на дистанційне, місцеве або ручне управління;

– вчасно виконувати ремонт автоматичного обладнання та приладів (не менше одного разу на рік);

– удосконалювати та розвивати існуючі на підприємстві системи автоматизації та диспетчеризації;

– проводити відомчу перевірку та представляти для державної перевірки системи автоматичного контролю, регулювання та управління роботою споруд і обладнання.

У своїй роботі служба КВПіА має керуватись:

– «Правилами техніки безпеки при експлуатації систем водопровідно-каналізаційного господарства», затвердженими Держжитлокомунгоспом;

– «Положенням про службу КВПіА», затвердженим адміністрацією підприємства (управління);

– ГОСТ 8.002-71 «Організація та порядок проведення перевірки, ревізії та експертизи пристроїв вимірювання»;

– «Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів» та «Правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів»;

– проектно-технічною документацією на пристрої автоматизації;

– технічними описами та інструкціями заводів-виготовлювачів з експлуатації контрольно-вимірювальних приладів, виконавчих механізмів та пускорегулювальної апаратури.

У службі КВПіА має зберігатись ще така технічна документація:

– оперативні технологічні схеми засобів автоматизації і телемеханіки споруд і обладнання;

– журнал контролю та обліку роботи засобів автоматизації;

– графіки державної та відомчої перевірок засобів автоматизації, які затверджені адміністрацією підприємства (управління) та погоджені з місцевим органом Державної метрологічної служби;

– формуляри засобів автоматизації за формою ГОСТ 2.601-68 – для відміток про відомчі та державні перевірки, за формою 25 – для відміток про проведення планово-попереджувальних робіт (ППР).

На усіх засобах автоматизації необхідно нанести фарбою добре помітні порядкові номери, відповідно до інвентарних номерів та виконавчої документації.

Планово-запобіжний ремонт засобів автоматизації та контрольно-вимірювальних приладів зобов'язана виконувати служба КВПіА за

затвердженим графіком. Відремонтовані прилади потрібно надавати для перевірки працівникам Держстандарту України.

Служба КВПіА повинна мати реєстраційне посвідчення метрологічної служби на право виконання ремонту засобів вимірювань.

Службу КВПіА має бути оснащено:

– зразковими і контрольними приладами та переносними установками для перевірки і налагодження контрольних-вимірювальних приладів, а також автоматичних регуляторів;

– стендами, оснащеними контрольними приладами для перевірки експлуатаційних приладів та налаштування автоматичних пристроїв;

– матеріалами та інструментами для поточного та капітального ремонтів приладів і апаратури.

Для ремонту приладів, заповнених ртуттю, служба КВПіА повинна мати спеціальне ізольоване приміщення, обладнане відповідно до вимог санітарних норм та правил охорони праці.

Відповідальність за збереження і зовнішній вигляд приладів та автоматичних пристроїв несе персонал, який їх обслуговує.

## **6.2. Диспетчерське управління**

Для забезпечення надійної та безперебійної роботи систем водопостачання і водовідведення з оптимальними санітарними та техніко-економічними показниками необхідна чітка координація і поєднання окремих складових цих систем. Для цього застосовують єдину централізовану систему управління, що забезпечується диспетчерською службою (ДС).

Диспетчерське управління – це централізація (концентрація) оперативного управління і контролю в руках однієї людини – диспетчера – для узгодження роботи окремих ланок, складових загального виробничого комплексу мереж і споруд.

Залежно від ступеня автоматизації диспетчерського управління всі об'єкти системи водопостачання та каналізації можуть бути розділені на три групи:

1) повністю автоматизовані без диспетчерського управління агрегатами;

2) повністю автоматизовані з дублюванням управління основними агрегатами з диспетчерського пункту;

3) з частковою автоматизацією і диспетчерським управлінням основними агрегатами (можливо і неавтоматизоване диспетчерське управління).

Відповідно до схеми водопостачання та каналізації, їх технологічного процесу диспетчерська служба може бути:

- одноступеневою, за якої є районний диспетчерський пункт (РДП), що оперативно керує роботою як усіх споруд і агрегатів, що входять у систему, так і мережею;

- двоступеневою – з центральним диспетчерським пунктом (ЦДП) і місцевими диспетчерськими пунктами (МДП); місцеві диспетчерські пункти відають роботою окремих споруд, а ЦДП координує роботу МДП;

- триступеневою, до якої належить ЦДП, районні диспетчерські пункти (РДП), керовані ЦДП і МДП, що знаходяться у віданні РДП.

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

Одноступеневу схему диспетчеризації застосовують у містах з малою протяжністю мереж водопостачання та каналізації (до 50 км), двоступеневу – в містах з великою протяжністю мереж.

До компетенції диспетчерської служби належить вирішення оперативних питань для забезпечення надійності, безперебійності та економічності роботи окремих споруд і всієї системи в цілому.

Завдання диспетчерської служби:

- керівництво експлуатацією систем водопостачання і каналізації в цілому і окремих цехів, споруд і комунікацій;

- забезпечення заданих режимів роботи систем водопостачання і каналізації, їх коригування та розробка нових експлуатаційних режимів;

- контроль справного функціонування засобів диспетчерського управління об'єктами ВКГ;

- підтримання оперативного зв'язку з підрозділами Державної протипожежної служби, міськими службами МНС, газовими службами й органами місцевого самоврядування;

- прийом заявок на усунення пошкоджень та аварій;

- контроль ведення аварійних робіт на мережах і спорудах, розподіл аварійних бригад, автотранспорту і матеріалів, механізмів і обладнання;

- здійснення заходів щодо забезпечення необхідної водоподачі системою водопостачання в районі пожежі, що виникла.

Центральний пункт управління дво- або багатоступневої структури диспетчерського управління має забезпечувати управління всією системою водопостачання або водовідведення як єдиним комплексом і координацію роботи усіх пунктів управління. Такі пункти повинні забезпечувати управління спорудами підлеглого йому технологічного вузла.

Пункт управління має бути забезпечено прямим диспетчерським телефонним зв'язком з контрольованими спорудами і службами управління з експлуатації споруд водопостачання (аварійно-ремонтної, електротехнічної, автоматики і контрольно-вимірювальних приладів, начальником, головним інженером і головним енергетиком управління, вищестоящими диспетчерами енергетичного господарства промислового об'єкта або поселення, диспетчером системи енергопостачання, яка забезпечує електроенергією споруди водопостачання).

На випадок пошкодження прямого телефонного зв'язку має бути передбачено резервний. Структуру телефонного зв'язку (радіозв'язку) диспетчерського управління визначають, виходячи із загальної схеми водопостачання.

У кожному ВКГ має бути встановлено межі оперативної відповідальності для диспетчерських служб: водоканалу, підприємства водоканалу, цеху підприємства водоканалу.

Кожен диспетчер повинен чітко уявляти, яке обладнання (насосний агрегат, водовід, магістраль, механізм, та чи інша засувка або затвор і т. ін.) знаходяться в його безпосередньому оперативному управлінні, а яким він керує з дозволу старшого чергового диспетчера.

Диспетчер має право оперативно змінювати графік роботи обладнання і споруд за зміни умов роботи системи або окремих об'єктів у межах своєї оперативної відповідальності.

Для автоматизованих об'єктів керівництво ВКГ, відповідно до місцевих умов, може встановлювати такий порядок оперативного управління технологічними процесами, за якого вищестоящий черговий диспетчер задає необхідні значення технологічних параметрів (тиск, рівень, витрату та ін.), які забезпечуються системою автоматичного управління.

При цьому вищестоящий черговий не втручається в дії нижчестоящого чергового з вибору складу діючого обладнання, за допомогою якого забезпечують задані технологічні параметри. Підбір

складу діючого обладнання, в цьому випадку, здійснюється нижчестоящим черговим відповідно до затверджених інструкцій з експлуатації автоматизованих систем управління і режимних карт.

Жоден елемент обладнання і споруд не може бути виведений з роботи чи резерву без дозволу диспетчера відповідного рівня, крім випадків, які загрожують безпеці людей і збереженню обладнання.

Виведення устаткування з робочого стану і резерву, незалежно від наявності затвердженого плану, оформлюють заявкою, що затверджується головним інженером підприємства ВКГ і подається диспетчеру до початку виконання робіт, у строки, встановлені керівництвом ВКГ.

У заявці на виведення обладнання з роботи чи резерву має бути вказано: вид обладнання, мета його виведення з робочого стану або резерву і строк (дата і години початку та закінчення робіт), графік робіт, найменування перемикань і ділянок, що відключаються, забезпечення заходів безпеки.

Заявку підписують відповідальні виконавці робіт і затверджує головний інженер підприємства ВКГ. Справжня вимога не стосується відключень агрегатів і механізмів, необхідних для дотримання заданого технологічного режиму.

У виняткових випадках черговий диспетчер має право дозволити позаплановий ремонт одноосібно на строк у межах свого чергування, з подальшим повідомленням головного інженера підприємства.

Виведення устаткування з роботи і резерву може проводитися тільки після розпорядження чергового диспетчера.

Про дозвіл на вимкнення або увімкнення устаткування диспетчер повинен повідомити керівнику напередодні дня виконання робіт, у строки, встановлені керівництвом ВКГ.

Заявки на вимкнення, перемикання й увімкнення обладнання диспетчер повинен записувати у спеціальний журнал заявок.

Про всі оперативні дії, пов'язані з припиненням водопостачання або водовідведення, споживачів потрібно повідомити заздалегідь, із зазначенням терміну припинення подачі води або відведення стоків.

Локалізація та усунення аварій на спорудах, комунікаціях і обладнанні, які перебувають в оперативному підпорядкуванні чергового диспетчера, здійснюється під його керівництвом.

Відповідальність за необґрунтовану затримку виконання розпоряджень чергового диспетчера несуть особи, які не виконали ці

розпорядження, а також керівники підрозділів, які санкціонували невиконання розпорядження без поважних причин.

Локалізацію та усунення великих аварій здійснюють під керівництвом головного інженера підприємства ВКГ або уповноваженої ним на те особи, про що потрібно зробити запис в оперативному журналі диспетчерського пункту.

Загальним критерієм системи управління є мінімум експлуатаційних витрат на обробку води під час виконання заданих вимог на якість очищеної води, безперебійне забезпечення споживачів водою питної якості і своєчасне водовідведення.

Кожна система водопостачання і каналізації повинна мати «Положення про диспетчерську службу», спеціально для неї розроблене на підставі викладених вище положень з урахуванням конкретних місцевих умов.

### **6.3. Автоматизовані системи управління і геоінформаційні системи**

Останніми роками впроваджено автоматизовані системи управління (АСУ) у водопровідно-каналізаційному господарстві. В АСУ застосовують сучасні автоматичні засоби обробки даних за допомогою комп'ютерів, що дають можливість реєструвати, накопичувати, відображати інформацію і за допомогою економіко-математичних методів вирішувати основні завдання управління.

Різновидом АСУ є автоматична система управління технологічними процесами (АСУТП), яку призначено для підвищення ефективності управління основною діяльністю об'єктів водопостачання і каналізації. Це завдання вирішують шляхом оперативного контролю технологічних режимів підйому води, її обробки, подачі і розподілу або водовідведення та оптимального управління цими процесами з використанням засобів обчислювальної техніки (рис. 6.2).

Автоматична система управління технологічними процесами має функціонувати в інформаційно-консультативному режимі, за якого обчислювальна техніка здійснює централізований збір, обробку та видачу даних обслуговуючому персоналу в зручній формі, а також формує і видає диспетчеру рекомендації з оптимального ведення технологічних процесів залежно від ситуації на виробництві (рис. 6.3).

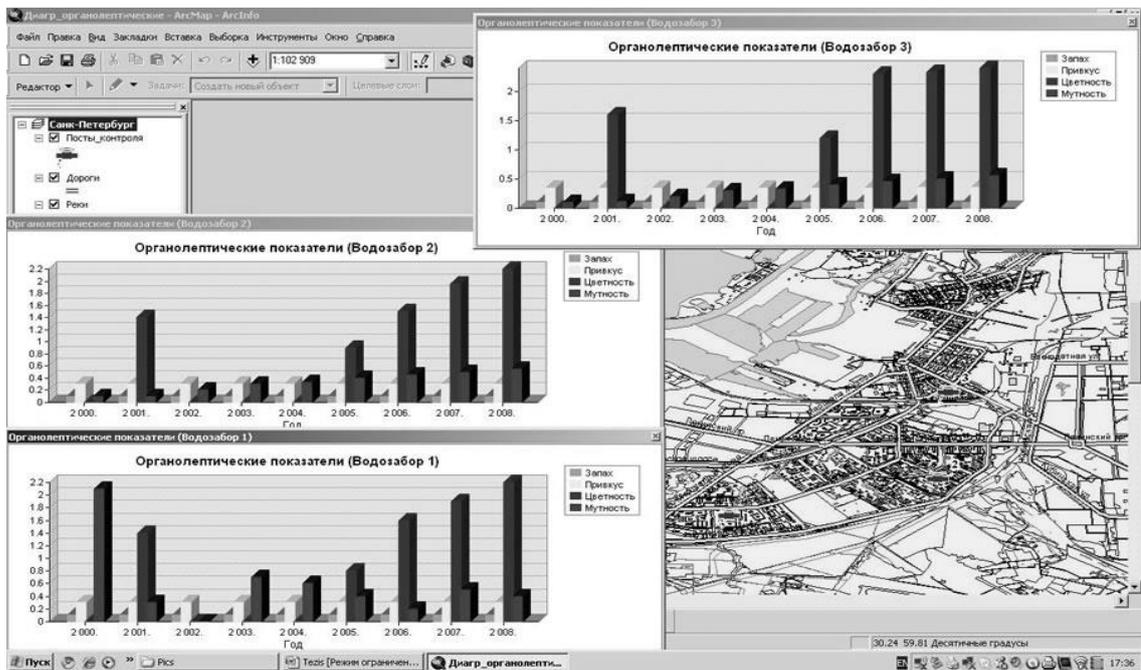


Рис. 6.2. Зображення на моніторі характеристик води на водозаборах населеного пункту

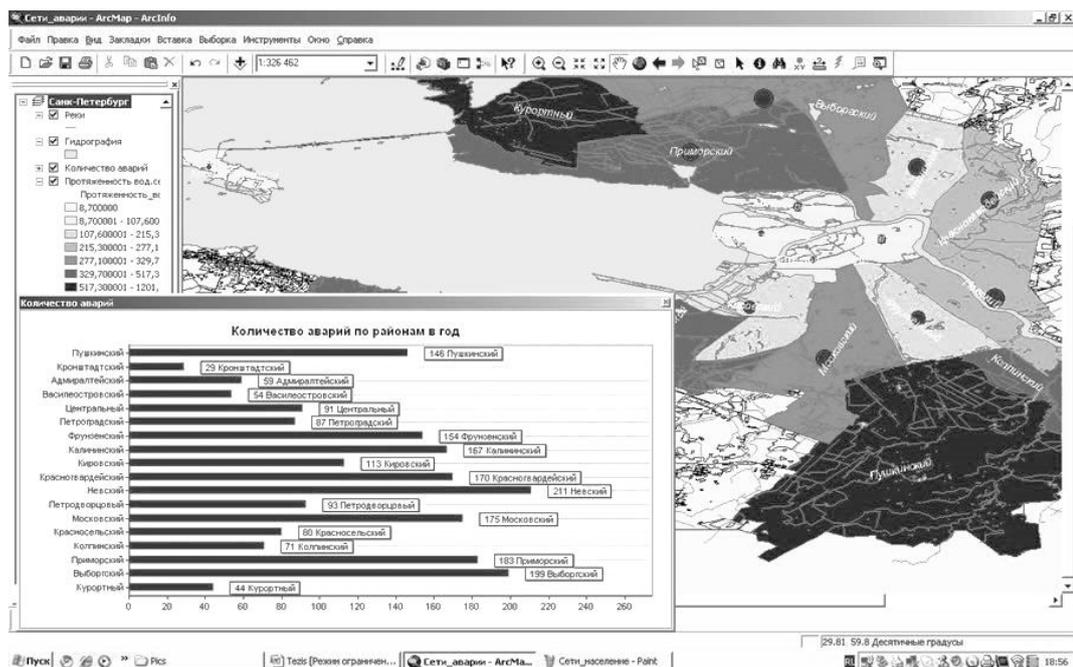


Рис. 6.3. Зображення на моніторі інформації щодо аварій у населеному пункті

Кожен технологічний цикл виробництва має такі основні функції.

1. Інформаційно-обчислювальні:

- збір і первинна обробка інформації;
- контроль роботи обладнання;
- контроль за станом технологічних режимів, до якого належить контроль над відхиленням від параметрів;

- діагностика порушень технологічних режимів;
- оперативний облік і розрахунок техніко-економічних показників;
- формування і видача інформації на екран і друк для оперативного персоналу та керівництва станції з ініціативи системи і за викликом;
- формування і видача інформації в автоматичну систему організаційного управління (АСОУ).

## 2. Управляючі:

- регулювання окремих технологічних змінних;
- дистанційне керування основними агрегатами;
- прогнозування ходу технологічного процесу;
- визначення раціонального режиму технологічного процесу;
- формування і видача диспетчеру рекомендацій з оптимального ведення технологічних процесів.

## 3. Контроль обладнання:

- розрахунок часу простою обладнання за зміну, добу і т. ін.;
- розрахунок часу роботи обладнання до профілактичного ремонту;
- формування і друк інформації про роботу обладнання.

## 4. Розрахунок і облік техніко-економічних показників:

- облік витрат води по трубопроводах (станціях, зонах, місту), запас води в ємностях, витрата електроенергії, реагентів, витрата води на власні потреби, відхилення тиску в контрольних точках на трубопроводах по годинно від заданого режиму;
- розрахунок технологічної собівартості води по станціях, подачі і розподілу її по розвідній мережі.

## 5. Прогнозування ходу технологічного процесу:

- розрахунок прогнозованого графіка подачі і розподілу води по трубопроводах системи водопостачання;
- розрахунок необхідних напорів і подачі води в мережу;
- розрахунок оптимального графіка роботи насосного обладнання;
- розрахунок рівнів заповнення і спрацьовування води в ємностях;
- розрахунок розподілу води по магістральних трубопроводах.

Інтерфейс оператора для контролю насосно-фільтрувальної станції зображено на рис. 6.4.

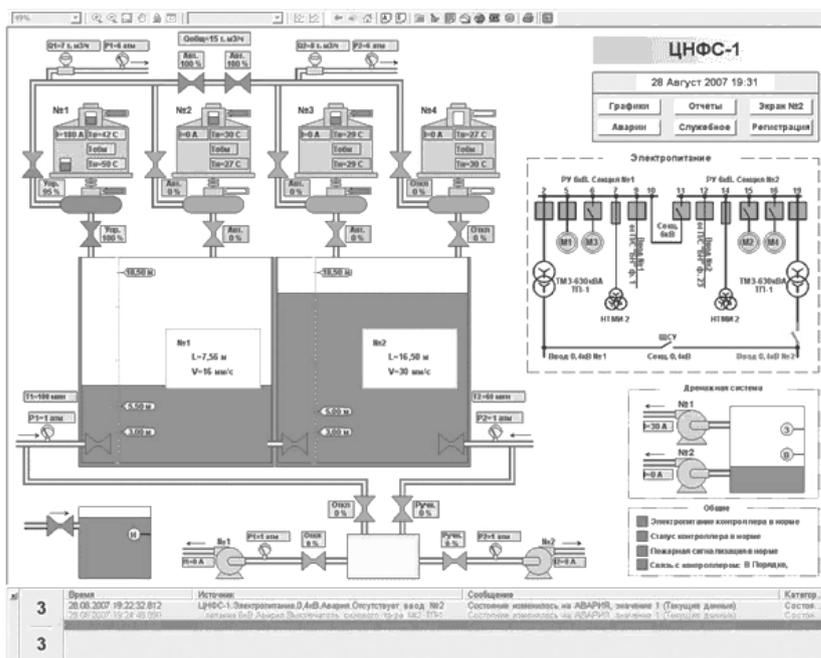


Рис. 6.4. Інтерфейс оператора на центральній насосно-фільтрувальній станції

Використання геоінформаційних систем і програмно-розрахункових комплексів для гідравлічного моделювання систем водопостачання та водовідведення дає можливість скоротити трудомісткість і час виконання розрахунків, проводити більш повний і якісний аналіз отриманих результатів.

Використання геоінформаційних систем дає можливість ефективно застосовувати їх на практиці пошуку неврахованих втрат води на водопровідних мережах. Скорочення втрат води приводить до зниження експлуатаційних витрат, переведення системи водопостачання на найбільш економічний режим, підвищення надійності функціонування кожного елемента мережі і системи в цілому.

### Контрольні запитання

1. Чим має бути оснащено диспетчерські пункти?
2. Як здійснюють диспетчерське управління всіма об'єктами систем водопостачання та каналізації?
3. Що таке автоматизовані системи управління і геоінформаційні системи?

## **Розділ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОЧИСНИХ СПОРУД СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

### **7.1. Охорона праці під час експлуатації систем водопостачання та водовідведення**

Під час експлуатації систем водопостачання та водовідведення керівництво підприємства водопровідно-каналізаційного господарства зобов'язане гарантувати:

- безпеку під час експлуатації виробничих будівель і споруд, обладнання;
- безпеку технологічних процесів;
- режим праці та відпочинку працівників, установлений законодавством;
- застосування у виробництві безпечної для життєдіяльності сировини і матеріалів;
- ефективну експлуатацію засобів колективного та індивідуального захисту;
- видачу спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту; змиваючих і знешкоджувальних засобів відповідно до встановлених норм працівникам, зайнятим на виробництвах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням;
- ефективний контроль за рівнем впливу шкідливих або небезпечних виробничих факторів на здоров'я працівників;
- навчання, інструктаж працівників і перевірку знань працівниками норм, правил та інструкцій з охорони праці;
- інформування працівників про стан умов і охорони праці на робочому місці, про існуючий ризик пошкодження здоров'я, компенсації та пільги;
- необхідні заходи щодо забезпечення збереження життя і здоров'я під час виникнення аварійних ситуацій, в тому числі відповідних заходів для надання першої допомоги постраждалим.

Відповідальність за стан охорони праці та техніки безпеки у процесі експлуатації споруд водопостачання та водовідведення покладено на головного інженера або технічного керівника підприємств ВКГ, а також начальників і майстрів цехів і діляниць.

Усі працівники, пов'язані з експлуатацією водопровідних та каналізаційних споруд, обов'язково повинні знати правила техніки безпеки.

Для навчання та інструктажу працівників і пропаганди безпечних методів праці в організаціях ВКГ має бути створено кабінети з охорони праці, оснащені необхідними наочними посібниками, інвентарем і технічною літературою (рис. 7.1).

Осіб, які винні у порушенні правил охорони праці і техніки безпеки, піддають адміністративному дисциплінарному стягненню, передбаченому правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Експлуатаційний персонал водопровідних споруд під час влаштування на роботу ще до початку виробничого навчання зобов'язаний пройти медичний огляд на бацило-носіння і зробити щеплення проти черевного тифу і холери. Проведення медичного огляду необхідно для попередження можливого поширення через питну воду кишкових інфекцій. Робітники, що вперше вийшли на роботу, а також працюючі, які не пройшли навчання, повинні пройти вступний інструктаж.



Рис. 7.1. Приклади оформлення стендів з охорони праці

*Керівник підприємства ВКГ:*

– гарантує безпеку виробничих процесів, належне утримання будівель, споруд, обладнання та механізмів, правильну організацію транспортного та складського господарства;

– організовує виділення матеріальних і грошових коштів на виконання заходів з охорони праці, виконання колективного договору й угоди з охорони праці;

– встановлює за погодженням з профспілковим комітетом раціональний режим роботи окремих виробництв, складає переліки робіт і професій, що дають право на безкоштовне отримання спецодягу, спецвзуття та інших запобіжних засобів, забезпечує своєчасну їх видачу, а також зберігання, прання та ремонт спецодягу;

– контролює виконання структурними підрозділами і керівними працівниками заходів з охорони праці, дотримання правил і норм техніки безпеки, виробничої санітарії, трудової дисципліни і своєчасне виконання пропозицій контролюючих органів;

– виносить на розгляд виробничих нарад і робочих зборів питання про поліпшення стану охорони праці;

– заслуховує звіти керівників цехів і дільниць про стан техніки безпеки, виробничої санітарії, виконання намічених заходів і вживає необхідних заходів для ліквідації наявних недоліків.

Оперативне керівництво всією роботою із гарантування безпеки на виробництві покладено на головного інженера.

*Головний інженер зобов'язаний виконувати такі функції:*

– розробляти перспективні і щорічні плани заходів щодо ефективної роботи споруд і технологічного устаткування, поліпшення умов безпеки праці, повсякденно забезпечувати і контролювати їх виконання, розробляти та дотримуватися стандартів підприємства;

– керувати розробкою та слідкувати за оновленням інструкцій, пам'яток, попереджувальних написів стосовно конкретних умов виробництва відповідно до правил і норм з техніки безпеки та виробничої санітарії, своєчасно проводити інструктаж і навчання робітників і службовців щодо безпечних способів роботи;

– застосовувати впровадження у виробництво нової техніки і технології, досконаліших конструкцій і запобіжних пристроїв, винаходів і раціоналізаторських пропозицій щодо ефективності роботи споруд та устаткування, енергоефективності та ресурсозбереження, безпечної експлуатації, рекомендацій науково-дослідних інститутів, передового досвіду роботи для поліпшення умов праці;

– здійснювати безпечний технологічний процес;

– сприяти й активно впроваджувати заходи щодо комплексної механізації і автоматизації важких і трудомістких процесів, що полегшують умови праці та підвищують культуру виробництва;

– строго дотримуватися вимог техніки безпеки та гігієни праці у процесі роботи підприємства.

Щомісяця в установленій на підприємстві термін головний інженер повинен провести День охорони праці з організацією обов'язкового обговорення підсумків перевірки рівня безпеки праці на підприємстві.

На *головного механіка* підприємства покладають обов'язки з утримання у справному і безпечному стані будівель, споруд, машин, верстатів, механізмів, систем вентиляції, опалення, водопостачання та каналізації.

Головний механік щорічно зобов'язаний складати графіки і проводити планово-попереджувальні ремонти (ППР) усього обладнання; вести облік обладнання і пристроїв, журнал випробувань і видачі в експлуатацію вантажопідіймальних і вантажозахоплювальних пристроїв і запобіжних поясів, проводити профілактичний огляд електрозварювального устаткування і електроінструменту, газозварювального обладнання (не менше ніж 25 % від загальної кількості за квартал), щорічно перевіряти і реєструвати газогенератори; один раз на 6 місяців проводити випробування манометрів; забезпечити захист струмопровідних частин електричних пристроїв необхідним заземленням і надійною огорожею, стежити за тим, щоб не відкривалися огорожі струмопровідних частин в електроустановках, а всі кришки, дверцята і кожухи було зачинено на замки.

Особливу увагу головний механік повинен звернути на заземлення металевих частин механізмів з електроприводами (електродвигунів, пускових апаратів та інших пристроїв), які не перебувають під напругою під час роботи, але можуть бути під дією електричного струму в результаті пошкодження ізоляції.

Головний механік щорічно має проводити вимірювання опору заземлювальних пристроїв, один раз на місяць забезпечувати перевірку в струмоприймачах відсутності замикання на корпус, на цілісність заземлювальних проводів, справність ізоляції проводів і відсутність оголеності на струмопровідних частинах, також вимірювати опір ізоляції, перевіряти в електролабораторіях діелектричні захисні засоби з гуми відповідно до правил.

Головний механік також зобов'язаний забезпечувати наявність автоматичних приладів, які гарантують безпеку роботи, забезпечувати своєчасне випробування обладнання, машин, механізмів, енергетичних та інших установок, електричних мереж, комунікацій і пристроїв відповідно до діючих правил; забезпечувати попереджувальними написами і знаками ділянки з підвищеною небезпекою під час виконання ремонтних робіт і роботи на діючому обладнанні та пристроях (рис. 7.2).

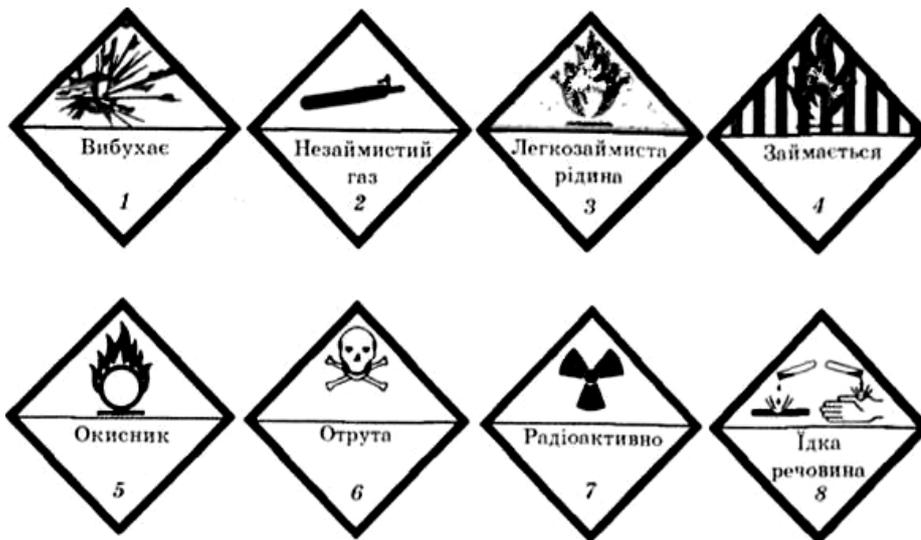


Рис. 7.2. Приклади знаків небезпеки

Головний механік також здійснює інструктаж, навчання та перевірку знань з безпеки життєдіяльності підлеглих, забезпечує їх спецодягом, спецвзуттям, запобіжними засобами, заходами безпеки праці, усуває від роботи порушників інструкції з безпечної експлуатації обладнання.

*Начальник структурного підрозділу* відповідає за ефективну роботу свого підрозділу. Він зобов'язаний утримувати у справному стані і гарантувати безпечну експлуатацію виробничих, допоміжних і санітарно-побутових приміщень, обладнання, інструментів, пристосувань, транспортних і допоміжних засобів, огорожувальних та інших пристроїв, а також безпечне зберігання, транспортування та використання отруйних, вибухонебезпечних та інших шкідливих речовин.

*Майстер* є організатором виробництва (старший майстер, начальник дільниці, прораб і т. ін.). Майстер зобов'язаний уміти виконувати будь-яку виробничу роботу на своїй ділянці і гарантувати

безпеку праці. Під час вивчення завдання на зміну майстер зобов'язаний звернути увагу на обсяг і характер роботи, організацію виробництва й умови праці. Важливим етапом у підготовці до виконання цього завдання є перевірка стану необхідного обладнання, пристосувань, інструменту. Майстер повинен апробувати все обладнання на холостому ходу, перевірити оснащеність, щоб переконатися у повній справності і безпеці його роботи.

Під час перевірки справності і безпеки обладнання, інструменту та пристосувань необхідно звертати увагу на відповідність вимогам до безпечної експлуатації та правилам технічної експлуатації. Особливо це важливо для обладнання і машин, які застосовують на ділянці не постійно.

Майстер є відповідальною особою за організацію робочих місць – забезпечення їх шафками для зберігання інструменту, пристосуваннями для укладання оброблюваних деталей, тарою для збору і транспортування відходів, зручними стільцями, дерев'яними ґратами під ноги робочим, вільними проходами і проїздами, справним місцевим електроосвітленням, ефективною місцевою вентиляцією, необхідними пристроями і засобами захисту робітників від шкідливого або небезпечного впливу високої температури, променевої енергії, бризок різних рідин, газу, пилу, вологи тощо.

Одночасно з видачею будь-якого завдання майстер зобов'язаний перевірити забезпеченість робітника індивідуальними засобами захисту, необхідними для виконання певної роботи. У процесі виконання завдання майстер перевіряє дотримання робітниками технологічного процесу та інструкцій з техніки безпеки.

З метою забезпечення безперебійної роботи споруд і обладнання, безпечних умов праці, робітники повинні постійно виконувати вимоги відповідних інструкцій цеху.

## **7.2. Безпека життєдіяльності у процесі експлуатації споруд систем водопостачання та водовідведення**

### ***7.2.1. Вимоги безпеки під час ремонту та експлуатації мереж водопостачання та каналізації***

Під час виконання робіт на мережах водопостачання та каналізації потрібно враховувати можливі небезпечні і шкідливі виробничі фактори, а саме:

- загазованість колодязів, камер, колекторів отруйними та вибухонебезпечними газами, що може призвести до вибуху, отруєння або опіків працівників;
- можливість падіння в колодязі, камери, ємнісні споруди під час спуску в них, а також отримання ударів під час відкривання та закривання кришок люків;
- падіння різних предметів у відкриті люки на робітників, які працюють в колодязях, камерах;
- небезпека впливу потоків води на робітників, які працюють у колодязях, камерах і колекторах;
- небезпека обвалення ґрунту під час земляних робіт;
- небезпека наїзду транспортних засобів під час роботи на проїжджій частині вулиць;
- підвищена вологість повітряного середовища під час роботи в колодязях, камерах і колекторах;
- біологічна небезпека у випадку зіткнення зі стічними водами.

Обхід і огляд трас мереж водопостачання та каналізації здійснюється одним робітником, який повинен бути одягнений у жилет помаранчевого кольору зі світло-відбиваючою смугою і мати переносний знак огорожі (рис. 7.3). Під час огляду не можна відкривати кришки люків колодязів.



Рис. 7.3. Індивідуальні засоби захисту

Огляд трас мереж із поверхні землі шляхом відкривання люків колодязів виконується бригадою (ланкою), що складається з двох робітників. Бригаду має бути оснащено гачком для відкривання люків, переносними знаками огороження та іншими необхідними інструментами. Члени бригади повинні бути одягнені в жилети помаранчевого кольору зі світло-відбиваючою смугою.

Спуск у колодязі під час огляду трас заборонено. Під час огляду не допускають виконання будь-яких ремонтних та відновлювальних робіт. Користуватися відкритим вогнем і курити біля відкритих колодязів і камер заборонено.

Робота на мережах водопостачання та каналізації, пов'язана зі спуском у колодязі, камери і ємнісні споруди, повинна виконуватися бригадою, що складається не менше ніж із трьох працівників.

Роботи у прохідному каналізаційному колекторі можна проводити тільки після попередньої підготовки, що гарантує повну безпеку.

Для цього до початку роботи колектор звільняють від стічної води, відкривають кришки люків оглядових колодязів для провітрювання колектора, встановлюють на колодязях тимчасові решітки, організовують черговий пост.

Роботи у прохідному каналізаційному колекторі здійснюються бригадою в кількості не менше ніж сім працівників. Бригада ділиться на дві групи. Перша група у складі не менше трьох працівників проводить роботи в колекторі, друга – знаходиться на поверхні і забезпечує страхівку та надання допомоги групі, що знаходиться в колекторі.

Керівництво групами має здійснюватися інженерно-технічними працівниками. Між групами має бути забезпечено двосторонній зв'язок.

Прочищення мереж каналізації кулями та іншими пристосуваннями потрібно проводити із застосуванням лебідки.

Перебувати всередині колодязів і камер, за неможливості відійти в сторону під час підйому (опускання) вантажу, заборонено.

Під час усунення засмічень у мережах каналізації з великим підпором стічної води для запобігання заповнення колодязя, камери, в яких проводять роботи, необхідно встановлювати пробку в колодязі, що вище розташований.

Коли застосовують каналочисні машини для очищення мереж каналізації, необхідно виконувати вимоги інструкції з експлуатації цих машин, а також вимоги правил з охорони праці на автомобільному транспорті.

Водіям таких машин заборонено спускання в колодязі, якщо вони не пройшли додаткову перевірку знань з охорони праці, не включені в наряд-допуск і не забезпечені засобами індивідуального захисту.

Під час проведення земляних робіт на мережах і спорудах водопостачання і каналізації риття котлованів і траншей виконують з крутизною укосу без кріплень або з установкою кріплень стінок траншей і котлованів відповідно до вимог чинних будівельних норм і правил.

Під час земляних робіт на території населених пунктів або на виробничій території організації котловани, ями, траншеї і канали в місцях, де відбувається рух людей і транспорту, має бути огорожено.

Конструкція захисних огорожень має відповідати таким вимогам:

- висота огорожі виробничих територій має бути не менше ніж 1,6 м, а ділянок робіт – не менше ніж 1,2 м;
- огорожі, що примикають до місць масового проходу людей, повинні мати висоту не менше ніж 2 м і обладнані суцільним захисним козирком;
- козирок має витримувати снігове навантаження, а також навантаження від падіння одиночних дрібних предметів;
- огорожі не повинні мати прорізів, крім воріт і хвірток, контрольованих протягом робочого часу і які замикають після його закінчення.

У процесі виконання робіт під землею має бути передбачено заходи, що дають можливість здійснювати евакуацію працівників у разі виникнення пожежі або аварії.

У місцях переходу через траншеї, ями, канали має бути встановлено перехідні містки шириною не менше ніж 1 м, огорожені з обох боків поручнями висотою не менше 1,1 м, з суцільною обшивкою внизу перил на висоту 0,15 м і додатковою огорожувальною планкою на висоті 0,5 м від настилу.

Ділянки робіт і робочі місця, проїзди і підходи до них у темний час доби має бути освітлено відповідно до вимог державних стандартів. Проведення робіт у неосвітлених місцях не допустимо.

Для працюючих на відкритому повітрі має бути передбачено навіси або укриття для захисту від атмосферних опадів.

За температури повітря на робочих місцях нижче 10 °С. робітників, що працюють на відкритому повітрі необхідно забезпечити приміщеннями для обігріву.

Колодязі, шурфи й інші виїмки має бути закрито кришками, щитами або огорожами. Залежно від характеру і виду робіт огорожувальні пристрої можуть бути у вигляді щитів, сигнальних напрямних стійок, конусів, сигнальних прапорців, ліхтарів та інших засобів (рис. 7.4).

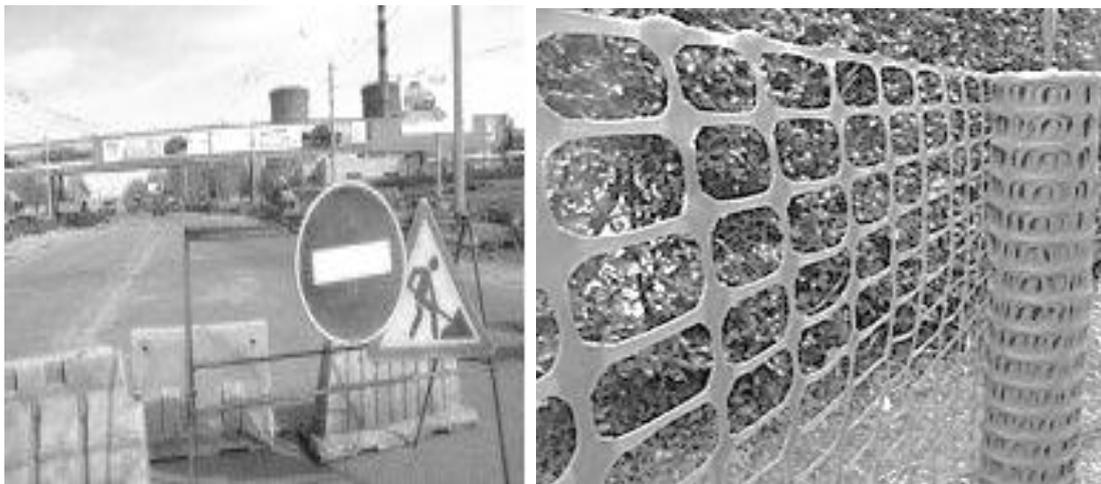


Рис. 7.4. Огороджувальні пристрої

Усі члени бригади з експлуатації та ремонту мереж і споруд водопостачання та каналізації повинні бути навчені прийомам надання першої долікарської допомоги потерпілим.

Під час проведення довгострокових робіт (більше однієї доби), за винятком аварійних, до початку робіт необхідно: розробити проект проведення робіт (в якому має бути враховано вимоги з безпеки), погоджений в установленому порядку; отримати дозвіл-ордер у місцевому органі самоврядування і узгодити проведення цих робіт з усіма зацікавленими організаціями.

Проведення аварійних робіт може бути розпочато без попереднього письмового узгодження з місцевим органом самоврядування, але з повідомленням його телефонограмою, а також оповіщенням власників комунікацій, якщо роботи проводять на проїжджій частині вулиці або тротуарі. За необхідності потрібно викликати представників зацікавлених організацій.

### ***7.2.2. Вимоги безпеки під час ремонту й експлуатації водопровідних і каналізаційних колодязів, камер і резервуарів***

Роботи, пов'язані зі спуском працівників у колодязі, камери, резервуари, аварійно-регулювальні резервуари, насосні станції без примусової вентиляції, порожні напірні водоводи і каналізаційні колектори, належать до розряду небезпечних і до них висувають додаткові (підвищені) вимоги безпеки праці – обов'язково має бути наряд-допуск.

Бригади, що виконують роботи повинні бути забезпечені захисними засобами, необхідним інструментом, інвентарем, пристосуваннями, приладами та аптечкою першої долікарської допомоги. Вони повинні мати такі захисні засоби, пристосування і прилади:

- газоаналізатори або газосигналізатори;
- запобіжні пояси зі страхувальним канатом, довжина якого має бути не менше ніж на 2 м більше відстані від поверхні землі до найбільш віддаленого робочого місця в колодязі, камері, споруді;
- спеціальний одяг і спеціальне взуття;
- захисні каски і жилети помаранчевого кольору зі світло-відбиваючою смугою;
- кисневі ізолювальні або шлангові протигази з довжиною шланга на два метри більше глибини колодязя, камери, споруди, але при цьому загальна довжина шланга не має перевищувати 12 м; якщо шланговий протигаз обладнано пристроєм примусової подачі повітря, довжина шланга має відповідати тій, яку зазначено у паспорті;
- акумуляторні ліхтарі;
- вентилятори з механічним або ручним приводом;
- захисні огорожі і переносні знаки безпеки;
- штанги-виделки для відкривання засувки у колодязях;
- штанги-ключі;
- штанги для перевірки міцності скоб у колодязях, камерах і ємнісних спорудах;
- лом;
- переносні драбини.

Під час виконання робіт, пов'язаних зі спуском у колодязі, камери та інші споруди, обов'язки членів бригади розподіляють так:

- один із членів бригади виконує роботи в колодязі (камері, резервуарі і т. ін.);

– другий – за допомогою спеціальних засобів страхує працюючого і спостерігає за ним;

– третій, який працює на поверхні, подає необхідні інструменти і матеріали працюючому в колодязі, за потреби надає йому допомогу і страхує, спостерігає за рухом транспорту і здійснює контроль за загазованістю в колодязі (камері, резервуарі тощо).

Заборонено відволікати цих працівників для виконання інших робіт до тих пір, поки той, що працює в колодязі (камері, резервуарі і т. ін.), не вийде на поверхню.

У разі спуску в колодязь (камеру, резервуар і т. ін.) декількох працівників кожен з них повинен страхуватися працівником, який перебуває на поверхні.

Спуск у колодязі, приямки і ємкісні споруди на глибину до 10 м дозволено влаштовувати вертикально по ходових скобах або драбинах з використанням страхувальних засобів. При цьому на драбинах висотою понад 4 м слід передбачати захисні огорожі.

Для відкривання і закривання розташованих у колодязях, камерах та інших ємнісних спорудах засувок слід користуватися штангою-виделкою. Слід встановлювати виносні штурвали та інші пристрої, що унеможливають необхідність спускатися обслуговуючим працівникам в колодязі (камери та інші ємнісні споруди).

Під час виконання робіт у колодязях, камерах та інших спорудах бригада зобов'язана:

– на проїжджій частині вулиць огородити майбутнє місце проведення робіт відповідно до проекту, розробленого з урахуванням місцевих умов;

– перед спуском у колодязь, камеру або споруду перевірити їх на загазованість повітряного середовища за допомогою газоаналізатора або газосигналізатора. Спускання працівника в колодязь без перевірки на загазованість заборонено. Незалежно від результатів перевірки спускання працівника в колодязь, камеру або резервуар без запобіжного пояса зі страхувальним канатом (мотузкою) і без газоаналізатора і газосигналізатора заборонено;

– перевірити наявність і міцність скоб чи драбин для спуску в колодязь, камеру або споруду;

– у процесі роботи в колодязі, камері або споруді постійно перевіряти повітряне середовище на загазованість за допомогою газоаналізатора або газосигналізатора (рис. 7.5).



Рис. 7.5. Проведення ремонтних робіт в ємнісних спорудах

Під час виявлення газу в колодязі, камері або споруді необхідно вжити заходів щодо його видалення шляхом природного або примусового вентилявання. Водопровідний колодязь може бути звільнений від газу шляхом заповнення його водою з пожежного гідранта. Заборонено видаляти газ шляхом випалювання.

Якщо газ надходить у колодязь, камеру чи ємнісну споруду або не видаляється, спускання працівника дозволено проводити тільки у протигазі зі шлангом, що виходить на поверхню колодязя або камери, і з застосуванням спеціального інструменту. Роботи без перерви в цьому випадку мають тривати не більше 10 хв.

### ***7.2.3. Вимоги безпеки під час експлуатації водозабірних споруд***

Конструкція водозабірних споруд з поверхневих джерел водопостачання має гарантувати безпеку робіт під час огляду, ремонту та очищення водозабірних камер і колодязів від осаду; решіток оголовка або берегового водоприймача – від засмічення плаваючими предметами, водоростями і льодом.

Під час ремонту й експлуатації водозабірних споруд з поверхневих джерел водопостачання необхідно дотримуватись вимог

відповідних державних стандартів і нормативно-технічної документації.

Огляд, ремонт і очищення вхідних решіток на всмоктувальних лініях необхідно проводити тоді, коли насоси зупинено. Огляд, ремонт і очищення решіток оголовка можна проводитися як під водою, так і після вилучення решіток з води.

Під час очищення, ремонту та обслуговування решіток оголовка з відкритої поверхні водойми або з криги працівників потрібно забезпечити засобами індивідуального захисту (запобіжні пояси зі страхувальними канатами або рятувальними мотузками, надувні рятувальні жилети або нагрудники). Бригада має складатися з трьох працівників (один з них є старшим), які пройшли інструктаж з безпеки ведення робіт з урахуванням місцевих умов.

Проведення таких робіт без індивідуальних рятувальних засобів заборонено.

Роботи під водою і льодом мають виконуватися спеціалізованою організацією, яка має ліцензію.

Очищення вхідних решіток оголовка за невеликих засмічень і швидкості течії води до 1 м/с можна проводити з поверхні води або криги. При цьому пересування по льоду і робота на ньому без попереднього обстеження міцності крижаного покриття та визначення його несучої здатності заборонено.

Під час визначення несучої здатності крижаного покриття до розрахунку беруть тільки шар кристалічного льоду, при цьому враховують найменшу його товщину з усіх вимірів.

Результати вимірювання товщини льоду потрібно оформити актом або записом в оперативному журналі.

За появи на поверхні льоду тріщин і води роботи необхідно припинити і вжити заходи безпеки.

Для визначення граничної товщини льоду і мінімальної відстані до кромки, за якої можна проводити роботи та пересування працівників і транспорту по льоду прісних водойм, потрібно керуватися чинними нормативно-правовими актами.

Під час роботи на льоду і поверхні води з використанням плавучих засобів (човнів, понтонів та ін.), а також роботи з відбору проб на плавзасобах і льоду склад робочої бригади має бути не менше трьох працівників, одного з яких призначають старшим.

Використання всіх видів плавзасобів, що не відповідають вимогам безпеки праці, заборонено.

У місцях причалювання плавзасобів має бути обладнано причал або майданчик для посадки і висадки працівників, проведення вантажно-розвантажувальних операцій.

Заборонено плавання і проведення робіт на річках та каналах на плавзасобах за вітру понад 5 м/с або хвиль більше трьох балів. За значного вітру і хвиль роботу з плавзасобів слід припинити і направити їх до берега.

Під час робіт із човнів заборонено пересаджувати працівників з одного човна в другий, пересуватися по човну і робити різкі рухи. Розміщувати працівників і устаткування в човнах слід на початку роботи, коли човен стоїть біля причалу (майданчика). Також не дозволено ставати на борт човна.

Роботи з обслуговування, ремонту й експлуатації оголовків з відкритої поверхні водойми необхідно проводити із застосуванням плавзасобів або зі спеціально влаштованих містків. При цьому містки має бути огорожено поручнями висотою не менше 1,1 м.

Виконувати роботи з ремонту, очищення та експлуатації решіток оголовка за великих засмічень, швидкості течії води більше 1 м/с і необхідності спуску працівників у воду мають тільки досвідчені і спеціально підготовлені водолази з дотриманням усіх вимог (рис. 7.6).



Рис. 7.6 . Початок виконання робіт з ремонту оголовка водолазами з дотриманням техніки безпеки

Під час електрообігрівання решіток оголовка необхідно дотримуватись вимог правил улаштування електроустановок, а також вживати заходи, які передбачено у проектних рішеннях.

Під час обігрівання решіток оголовка парою або гарячою водою необхідно дотримуватись вимог безпеки у процесі експлуатації трубопроводів пари і гарячої води.

Очищати водоприймальні колодязі від осаду можна тоді, коли на них не впливають небезпечні виробничі фактори.

Монтаж і демонтаж свердловинних насосів слід здійснювати через люки, що є над гирлом свердловини, з застосуванням засобів механізації.

У процесі експлуатації вантажопідіймальних механізмів на водозабірних свердловинах необхідно дотримуватись вимог правил безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів і відповідних державних стандартів.

У павільйонах водозабірних свердловин і променевих водозаборів крім основного електроосвітлення має бути передбачено й аварійне.

У разі необхідності спуску працівників у підземний павільйон водозабірної свердловини або променевого водозабору роботи слід проводити за нарядом-допуском, попередньо перевіривши інструктаж з урахуванням місцевих умов.

Склад бригади під час ремонту та експлуатації обладнання у підземних павільйонах водозабірних свердловин має бути не менше трьох працівників. Перед спуском у зазначені павільйони і у процесі роботи постійно потрібно контролювати стан повітряного середовища на загазованість.

Під час робіт у підземних павільйонах водозабірних свердловин має бути забезпечено припливно-витяжну вентиляцію з шестиразовим повітрообміном на годину.

Якщо ж застосування припливно-витяжної вентиляції неможливе, роботу в таких павільйонах потрібно виконувати з обов'язковим застосуванням засобів індивідуального захисту.

Працівники, які обслуговують електрообладнання водозабірних свердловин, повинні мати групу з електробезпеки, відповідно до вимог правил з охорони праці під час експлуатації електроустановок.

Верх шахтних водозабірних колодязів і оголовки камер променевих водозаборів мають бути на 0,8 м вище поверхні землі.

Навколо колодязя потрібно передбачати вимощення шириною 1–2 м з ухилом 0,1 від колодязя; навколо колодязів, з водою для господарсько-питних потреб, крім того, слід передбачати влаштування замка з глини або жирного суглинку глибиною 1,5–2 м і шириною 0,5 м.

Шахтні колодязі має бути обладнано вентиляційною трубою, виведеною вище поверхні землі не менш ніж на два метри.

#### ***7.2.4. Вимоги безпеки під час експлуатації насосних станцій***

Наказом по організації має бути призначено осіб (після відповідного навчання та атестації), відповідальних за стан охорони праці та безпеку експлуатації обладнання насосної станції, служб, ділянок.

Персонал, який обслуговує електроустановки насосних станцій, повинен мати відповідну групу з електробезпеки.

Інструкції з охорони праці під час експлуатації насосних станцій складають на основі чинних правил та інструкцій заводів-виготовлювачів обладнання з урахуванням особливостей кожної конкретної станції і затверджуються керівником організації.

В інструкціях має бути детально викладено вимоги:

- до організації роботи насосної станції в нормальному режимі;
- організації роботи насосної станції в аварійному режимі;
- профілактичного та інших видів ремонту обладнання і систем;
- експлуатації контрольно-вимірювальних приладів, систем вентиляції, опалення, технологічного, допоміжного, підйомно-транспортного та іншого обладнання;
- безпечної експлуатації електродвигунів певних видів електричних машин, особливості пускорегулювальних пристроїв, специфіку механізмів, технологічних схем тощо;
- здійснення заходів безпеки і охорони праці.

В інструкціях слід відображати послідовність операцій під час пуску, перемикання та зупинки насосних агрегатів і допоміжного обладнання, допустимі температури підшипників, мінімально допустимий тиск масла, перелік основних несправностей у технологічному і допоміжному обладнанні, системах вентиляції та опалення і способи їх усунення.

В інструкціях має бути визначено обов'язки працівників кожної професії, які обслуговують насосні станції, а також суміжних структурних підрозділів з догляду, обслуговування та ремонту обладнання і систем.

Чергові працівники повинні негайно зупинити несправний агрегат і запустити резервний (сповістивши при цьому диспетчера) у випадку появи в насосному агрегаті таких несправностей:

- в агрегаті явно чути шум, стукіт;
- виникнення підвищеної вібрації порівняно з нормальним режимом роботи;
- підвищення температури підшипників, обмоток статора або ротора електродвигуна вище допустимої;
- підпалення підшипників ковзання або виходу з ладу підшипників кочення;
- падіння тиску масла нижче допустимого;
- падіння тиску води, що охолоджує підшипники електродвигунів;
- перевищення номінального струму роботи електродвигунів насосних агрегатів;
- поява диму.

Заборонено знімати запобіжні кожухи та інші захисні пристрої під час роботи насосних і компресорних установок, підігрівати маслопровідну систему відкритим вогнем, користуватися для освітлення факелами, ремонтувати агрегати під час роботи і гальмувати вручну рухомі їх частини. Мазтила та інші легкозаймісті матеріали необхідно зберігати в спеціально відведених місцях, у закритих негорючих ящиках.

За позмінної роботи працівник може закінчити роботу не раніше того, як той, хто його змінює прийме від нього обслуговування насосних агрегатів.

Приймання-здача зміни черговими працівниками здійснюється за графіком, який затверджується керівником, відповідальним за експлуатацію насосних станцій, із записом про виконану роботу в журналі здачі змін. Зміна в графіку дозволяється тільки керівником, що його затвердив.

Працівників, які обслуговують насосні станції, має бути забезпечено засобами індивідуального захисту.

Під час робіт, пов'язаних зі спуском у резервуар насосної станції або прийомну камеру, забезпечують відповідні заходи безпеки.

На насосних станціях зі шнековими насосами на подавальному та зворотному колекторах має бути встановлено затвори, що закриваються під час ремонту насосів.

Експлуатація насосних станцій для перекачування сирого осаду й активного мулу має відповідати тим самим вимогам, що і насосних станцій з перекачування стічних вод.

Насосну станцію має бути обладнано місцевою аварійною попереджувальною сигналізацією (звуковою, світловою). За відсутності постійних обслуговуючих працівників сигнали про порушення нормального режиму роботи станції мають передаватися на диспетчерський пункт або пункт з цілодобовим чергуванням.

Сигналізація має спрацювати у випадках:

- аварійного відключення технологічного обладнання;
- порушення технологічного процесу;
- граничних рівнів стічних вод і осадів у резервуарах, підвідному каналі будівлі решіток або решіток-дробарок;
- перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих газів у робочій зоні.

Пристрій для увімкнення вентиляції та освітлення приміщення решіток потрібно розміщувати перед входом у них або в машинному відділенні.

Перед входом у приміщення насосних станцій, будівлі решіток та прийомних резервуарів потрібно провітрити, для чого необхідно не менше ніж на 10 хв увімкнути вентиляцію. Вентиляція має безперервно працювати протягом усього періоду перебування в приміщенні обслуговуючого персоналу.

У машинному залі каналізаційних насосних станцій для перекачування побутових і близьких до них за складом виробничих стічних вод та осаду кратність повітрообміну беруть з розрахунку на видалення надлишків тепла, але не менше трьох за 1 год (приплив і витяжка).

У приймальних резервуарах і приміщеннях решіток насосних станцій для перекачування побутових і близьких до них за складом виробничих стічних вод та осаду кратність повітрообміну має бути не менше п'яти за 1 год.

У відділенні решіток та прийомних резервуарів видалення повітря необхідно передбачати в розмірі однієї третини з верхньої зони та двох третин з нижньої зони з видаленням повітря з-під перекриттів каналів і резервуарів. Крім того, необхідно передбачати відсмоктувачі у дробарках.

#### ***7.2.5. Вимоги безпеки у процесі експлуатації очисних споруд водопостачання***

У складі працівників, які обслуговують очисні споруди водопостачання, поряд з відповідальними за дотримання технологічного режиму споруд, має бути призначено відповідальних за стан охорони праці, експлуатацію технологічного обладнання, електрообладнання, підйомно-транспортного устаткування, засобів автоматизації, контрольно-вимірювальних приладів, реагентного господарства і протипожежної безпеки. Виробничі будівлі і споруди у процесі експлуатації мають знаходитися під систематичним наглядом інженерно-технічних працівників, відповідальних за збереження цих об'єктів.

Працівники, які обслуговують очисні споруди водопостачання, повинні працювати у спеціальному одязі. Відвідування працівниками у спеціальному одязі туалетів і місць громадського користування поза територією очисних споруд не дозволено.

Кількість реагентів, що зберігаються на складі, не має перевищувати 30-добового запасу, але не менше обсягу їх разової поставки. Місткість видаткового складу не має перевищувати 15-добової потреби.

На складах реагентів заборонено: зберігання в одному приміщенні реагентів, які можуть хімічно взаємодіяти; зберігати вибухові та вогнебезпечні речовини, мастильні матеріали, харчові продукти і т. ін.

Організації повинні мати переліки сумісності використовуваних хімічних речовин, затверджені керівництвом організації. Ці переліки мають знаходитися на робочих місцях.

Розвантаження реагентів з залізничного, автомобільного транспорту, транспортування і складування всередині складу, завантаження у пристрої для приготування розчинів має бути механізовано.

Усі роботи з реагентами потрібно проводити тільки в установленому нормами спеціальному одязі і взутті, а у випадку викиду в повітря робочої зони пилу або шкідливих газів із застосуванням протигазів чи інших засобів індивідуального захисту органів дихання і захисних окулярів.

Умови зберігання, приготування і використання реагентів мають відповідати вимогам будівельних норм і правил.

Реагенти, що містять фтор, сірчистий газ і його розчини, є отруйними речовинами і під час роботи з ними необхідно дотримуватися вимог до сильнодіючих отруйних речовин.

Після закінчення робіт з реагентами працівники повинні вимити руки і змастити їх гліцерином, протерти очі ватним тампоном, змоченим дистильованою водою, а за потреби прийняти душ.

Електрообладнання у приміщеннях очисних споруд водопостачання має відповідати вимогам правил улаштування електроустановок.

Ремонтні роботи всередині ємнісних споруд потрібно виконувати за нарядом-допуском бригадою в складі не менше трьох працівників, при цьому працівників має бути забезпечено захисними засобами, пристосуваннями і приладами. На поверхні споруди мають залишатися не менше двох працівників для страховки та подачі працюючим всередині споруди матеріалів і інструменту.

Перед спуском у закриті ємнісні споруди необхідно перевірити стан повітряного середовища в них на відсутність вмісту шкідливих і вибухонебезпечних газів і наявність необхідної кількості кисню. У зазначених ємнісних спорудах має бути передбачено примусове вентилявання перед спуском у них. Кришки люків у період виконання робіт має бути відкрито.

У процесі роботи потрібно постійно контролювати стан повітряного середовища на достатність кисню, а також недопущення присутності шкідливих і небезпечних газів, що перевищують ГДК.

#### ***7.2.6. Вимоги безпеки під час експлуатації споруд з очищення стічних вод***

Експлуатація споруд з очищення стічних вод має задовольняти вимоги безпеки праці, які висувають до відповідних споруд і обладнання, про які йшлося у попередньому розділі.

Ті, хто обслуговує очисні споруди, мають працювати у спеціальному одязі і взутті.

Під час очищення механічних решіток знімати покидьки з граблів руками заборонено. Очищати механічні граблі від покидьків можна тільки після повної їх зупинки. Виконання цієї роботи слід проводити спеціальними гачками і користуватися рукавицями і респіраторами.

Покидьки до вивезення у місця, розташування яких погоджено з місцевими органами санепіднагляду, необхідно зберігати в контейнерах з кришками і щодня посипати хлорним вапном, використовуючи при цьому засоби індивідуального захисту.

Контейнери підлягають перевірці на справний стан не рідше одного разу на рік. Вони повинні мати таблички із зазначенням інвентарного номера, вантажопідйомності і термінів випробування.

Роботи з очищення решіток у каналах має проводити бригада з трьох працівників з призначенням старшого і проведенням інструктажу на робочому місці про заходи безпеки праці з урахуванням місцевих умов.

Відбір проб стічних вод з відкритих споруд проводять з робочих майданчиків, які огорожують відповідно до вимог охорони праці.

Оберткові частини приводів механізмів має бути огорожено.

Засмічені обертальні і стаціонарні зрошувачі біофільтрів потрібно очищати тільки після припинення їх роботи.

Заміна завантажувального матеріалу біофільтрів здійснюється з використанням механізмів; при цьому робітники повинні працювати у спеціальному одязі і взутті.

Застосування хімічних антивспінювачів в аеротенках має бути погоджено з місцевими органами держсанепіднагляду.

Для працівників, які обслуговують поля фільтрації, необхідно передбачати приміщення для душових, сушіння спеціального одягу, відпочинку і прийому їжі.

На кожні 75–100 га площі полів фільтрації слід мати невеликі приміщення для обігріву працівників.

Розподільну мережу каналів полів фільтрації, огорожувальні валки, дороги, мости та інші споруди необхідно утримувати в чистоті і своєчасно ремонтувати. У нічний час на небезпечних місцях мають горіти червоні сигнальні лампи.

### **7.2.7. Вимоги безпеки під час експлуатації споруд з обробки осаду стічних вод**

Споруди й устаткування з обробки осадів стічних вод мають задовольняти вимоги будівельних норм і правил. Виробничі приміщення та обладнання метантенків повинні відповідати вимогам чинних нормативних правових актів.

Електротехнічне обладнання, яке обслуговує приміщення метантенків, повинно мати резервне електроживлення, щоб забезпечити постійну роботу вентиляторів з необхідною кратністю повітрообміну.

Не допускають перебування працівників та проведення будь-яких робіт у приміщеннях метантенків, коли вентиляція не працює.

В обслуговуваних приміщеннях метантенків електричне освітлення, електродвигуни, пускові пристрої та електричну апаратуру виготовляють відповідно до класу вибухонебезпечної зони. Електричні пристрої та електрообладнання має бути заземлено.

У приміщеннях метантенків необхідно мати:

- комплект протипожежного інвентарю;
- діелектричні рукавички і килими біля щитів управління блоками живлення;
- газоаналізатори або газосигналізатори;
- засоби індивідуального захисту;
- вибухобезпечні акумуляторні ліхтарі;
- аптечку першої долікарської допомоги.

В особливо небезпечних місцях має бути вивішено знаки безпеки.

Відведення газу від метантенків, влаштування й експлуатацію газгольдерів і газової мережі метантенків потрібно проводити відповідно до вимог правил безпеки в газовому господарстві і правил будівництва та безпечної експлуатації ємностей, що працюють під тиском.

На газових мережах кожного метантенка має бути арматура для відключення від магістрального трубопроводу.

Для спостереження за газовою мережею і газовими приладами має бути виділено бригаду не менше ніж з двох працівників, в обов'язки якої входить щоденний огляд мережі, обладнання та приладів, а також спостереження за станом протипожежного інвентарю.

Порядок виконання робіт на майданчику метантенків визначається інструкцією, яку розробляють відповідно до вимог нормативних правових актів, яку має затвердити керівник організації.

Трубопроводи комунікацій метантенків фарбують у кольори відповідно до державних стандартів.

Написи з зазначенням умовних позначень забарвлення вивішують на видному місці.

Працівники, які обслуговують метантенки і пов'язане з ними газове господарство, зобов'язані:

- проходити навчання і перевірку знань правил безпеки в газовому господарстві, а також інструктаж і перевірку знань з охорони праці;

- контролювати концентрацію газів у повітрі приміщень метантенків за допомогою газоаналізаторів;

- не допускати витоку газу.

У газових системах метантенків тиск газу має постійно контролюватися за допомогою перевірених засобів виміральної техніки тиску.

За тиску в газових системах вище нормального і аварій на напірному газопроводі газ слід спалювати на свічці.

Порушення герметичності зварних швів, муфтових та інших з'єднань трубопроводів газових систем визначають за допомогою мильного розчину, який у місцях витоку утворює бульбашки.

У приміщеннях, де виявлено витік газу, має бути вжито термінові заходи з усунення загазованості. Усунення витоку здійснюється відповідно до плану заходів організації на основі вимог «Правил безпеки в газовому господарстві».

Під час проведення ремонтних робіт у загазованому середовищі приміщень застосовують слюсарні інструменти, виготовлені з кольорового металу, який би унеможлилював іскроутворення.

Робочу частину інструментів з чорного металу потрібно рясно змащувати солідолом або іншим мастилом. Застосування в загазованому середовищі електричних інструментів, що дають іскріння, заборонено. Підлоги в зоні робіт вистилають гумовими килимами.

Зварювальні або інші роботи, пов'язані із застосуванням відкритого вогню, проводять на метантенках і в обслуговуючих їх приміщеннях з дотриманням особливих запобіжних заходів з

урахуванням вимог правил безпеки в газовому господарстві. На проведення зазначених робіт видають наряд-допуск. Виконувати роботи можна за діючої вентиляції та постійного контролю складу повітряного середовища у приміщеннях.

Якщо приміщення загазоване, входити туди можна тільки у протигазах.

Відігрівати замерзлі ділянки газопроводів слід гарячою водою, паром або гарячим піском. Заборонено відігрівати замерзлий конденсат у газопроводах паяльними лампами або використовувати для цієї мети електричне прогрівання.

Роботи в метантенках, пов'язані зі спусканням у них працівників, проводять тільки за нарядом-допуском. Бригада має складатися не менше ніж із трьох працівників. У метантенки працівник повинен спускатися, надівши запобіжний пояс зі страхувальним канатом або рятувальною мотузкою.

Кожен, хто бере участь у роботах, повинен мати підготовлений до роботи шланговий або киснево-ізолювальний протигаз. Не можна застосовувати фільтрувальні протигази.

Дозвіл на використання киснево-ізолювальних протигазів дає керівник робіт. Під час роботи у такому протигазі необхідно стежити за залишковим тиском кисню в балоні, що забезпечує повернення працівника в незагазовану зону. Час роботи в киснево-ізолювальному протигазі слід записувати в його паспорт.

Повітрязбірні патрубки шлангових протигазів розташовують з навітряної сторони і закріплюють. За відсутності примусової подачі повітря вентилятором довжина шлангу не має перевищувати 12 м. Шланг не повинен мати перегинів і защемлень.

Протигази перевіряють на герметичність перед виконанням робіт. Якщо у протигазі з затиснутим кінцем гофрованої трубки дихати неможливо – він справний.

Під час робіт у метантенку необхідно відімкнути його від газової мережі, встановивши заглушки. Повітряне середовище в метантенку необхідно перевірити на відсутність пожежо- та вибухонебезпечної концентрації газів.

У підкупольному просторі метантенка дозволено працювати не більше 15 хв, потім слід зробити перерву тривалістю не менше 30 хв.

Споруди мулових майданчиків для сушіння осаду повинні мати зручні підходи й огорожу, що гарантують безпечну роботу персоналу.

Якщо мулові майданчики розміщено поза територією очисних споруд, для працівників слід влаштувати службове і побутове приміщення, комори та телефонний зв'язок.

Роботи в мулових і дренажних колодязях на мулових майданчиках необхідно проводити відповідно до вимог інструкцій.

Підсушений осад з мулових майданчиків слід видаляти механізованим шляхом. Дороги для механізованого прибирання, навантаження та транспортування осаду на мулових майданчиках влаштовують зі з'їздами на карти для автотранспорту і засобів механізації. Дороги, містки, переходи, підходи до колодязів потрібно регулярно очищати і своєчасно ремонтувати.

Працівники, які обслуговують технологічне обладнання з механічного зневоднення і термічної обробки осадів, повинні пройти спеціальне навчання та інструктаж з безпечних методів ведення робіт.

Приміщення, де розміщують обладнання для механічного зневоднення та термічної обробки осадів, має бути забезпечено підйомно-транспортним устаткуванням.

Експлуатувати обладнання для механічного зневоднення і термічного сушіння осадів потрібно відповідно до інструкцій організацій-виготовлювачів.

Під час приготування і дозування реагентів для обробки осадів (хлорне залізо, гашене вапно, флокулянти) необхідно дотримуватись вимог безпеки праці.

#### ***7.2.8. Вимоги безпеки під час експлуатації систем знезараження води***

До системи знезараження природних і стічних вод належать:

- пристрої для зберігання реагентів, які використовуються під час знезараження вод;
- пристрої для випаровування рідкого хлору, обліку та контролю його витрати;
- установки для дозування хлоргазу у воді;
- установки для приготування і дозування розчину хлорного вапна;
- установки для отримання і дозування гіпохлориту натрію;
- установки для знезараження вод ультрафіолетовим випромінюванням (бактерицидні установки);

- комплекти обладнання і споруд для знезараження води озоном;
- пункти зливу (наливу) знезаражувальних реагентів;
- трубопроводи для транспортування знезаражувальних реагентів.

До робіт на об'єктах знезараження вод допускають осіб не молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання в центрах, на курсах, які мають ліцензію Держнаглядохоронпраці України на право проведення такого навчання, і отримали відповідне посвідчення.

Працівники цих об'єктів повинні проходити попередні та періодичні медичні огляди у порядку, передбаченому Міністерством охорони здоров'я України.

Об'єкти, пов'язані зі зберіганням і застосуванням хлору, має бути укомплектовано аварійними засобами індивідуального захисту, комплектами пристроїв, пристосувань і інструментами, згідно з табелем оснащення.

Комплектацію табельними засобами інших об'єктів систем знезараження здійснюють з урахуванням вказівок організацій-виготовлювачів обладнання і установок (озонаторів, установок ультрафіолетового випромінювання та ін.).

Захисні засоби, які передбачено у таблиці оснащення, слід зберігати у спеціальних шафах, установлених у приміщенні чергових або перед входом в хлораторну. На дверцятах шафи має бути вивішено перелік засобів, що там зберігаються.

Приміщення, де можливе виділення хлору, повинні бути оснащені автоматичними системами виявлення і контролю вмісту хлору.

Перед входом на склади хлору та аміаку, а також у дозаторні чергові працівники повинні переконатися у справній роботі вентиляції та відсутності загазованості у приміщеннях. Входити в приміщення, де можливе виділення хлору та аміаку, можна тільки за наявності у персоналу індивідуального протигаза відповідної марки.

Роботи з заміни контейнерів і балонів з хлором і аміаком, знімання ковпаків, маховиків кранів, трубок від використаних балонів, контейнерів, підключення нових ємностей та в інших випадках, коли можливий витік газу, проводять у відповідних протигазах.

Роботу в протигазах, перевірку їх захисної дії, а також зберігання необхідно здійснювати відповідно до інструкцій організацій-

виготовлювачів. Протигази має бути закріплено за кожним працюючим і підлягають періодичній перевірці згідно з паспортом.

Зважувати хлорне вапно і готувати вапняний розчин необхідно у протигазах, спеціальному одязі і взутті.

У кожній організації, що використовує рідкий хлор, аміак і (або) озон, має бути організовано газорятувальну службу, працівники якої повинні бути навчені згідно з розробленими і затвердженими в організації планами ліквідації аварій на об'єктах хлору (аміаку, озону).

У випадку виявлення аварій на хлорних (аміачних) об'єктах і витікання хлору (аміаку) необхідно сповістити всіх оточуючих і чергову службу, користуючись наявними в організації засобами оповіщення, і діяти відповідно до плану з ліквідації аварій на об'єктах хлору (аміаку, озону).

За слабого витоку хлору з контейнера або балона (тихе шипіння, повільне виділення газоподібного хлору або аміаку, або поява запаху) працівники повинні вжити заходів щодо усунення витоку відповідно до інструкції з експлуатації хлорного (аміачного) господарства, розробленої в організації та затвердженої керівником.

Під час розгерметизації балона або контейнера із витоком газу струменем необхідно оголосити малу тривогу по підрозділу, що стосується працівників хлорного й аміачного господарства, і забезпечити усунення витоку.

У випадку розриву контейнера або балона з хлором необхідно оголосити загальну тривогу. Під час оголошення загальної тривоги з ліквідації аварії та її наслідків роботи проводять за планом спільних дій з участю сил цивільної оборони, пожежної та медичної служб міста (населеного пункту).

Приймання і здавання зміни під час ліквідації аварій заборонено.

У цьому випадку прийом і здача зміни здійснюється тільки за вказівкою начальника цеху або керівників організації.

Працівники, які не зайняті на роботах з ліквідації аварій в хлорному (аміачному) господарстві, під час оголошення тривоги або виявлення різкого запаху хлору (аміаку) повинні надіти засоби індивідуального захисту і негайно покинути зону ураження хлором у напрямку, зазначеному диспетчерською службою організації по гучномовному зв'язку. У разі відсутності протигаза рекомендовано прикласти до рота і носа тканину (хустку, шарф і т. ін.), бажано вологу, і залишати зону ураження хлором спокійно, затримуючи дихання.

Працівники на місці аварії використовують засоби індивідуального захисту і вживають заходів до локалізації та ліквідації аварії.

Працівники інших виробничих ділянок, які зазнали дії хлорної (аміачної) хвилі, надягають протигази і діють відповідно до інструкції.

За легкого ураження хлором (аміаком), що не призвело до головного болю, нудоти, кашлю, болю в грудях або відчуття здавленості грудної клітини, потерпілого потрібно вивести на свіже повітря і потім у медпункт організації або найближчу поліклініку.

У випадку тяжкого отруєння хлором (аміаком) потерпілого треба негайно винести із зони зараження за можливості на носилках, бажано в тепле приміщення або укрити теплим одягом; верхню частину тіла слід підняти. До потерпілого необхідно негайно викликати медичного працівника, до його приходу заборонено робити потерпілому штучне дихання, виносити на протяг і змушувати рухатися. Рекомендується напувати потерпілого теплим молоком, чаєм або кавою.

Під час роботи з озонаторним обладнанням необхідно забезпечити виконання вимог державних стандартів та інструкцій організацій-виготовлювачів.

За витоку озону, несправності в роботі устаткування та інших аварійних ситуацій експлуатацію озонаторної установки потрібно негайно припинити. Керівник цеху повинен інформувати про це керівництво організації.

До роботи з озонаторним обладнанням допускають працівників, які пройшли навчання за затвердженою програмою і допущені до обслуговування електричних установок, що працюють за напруги вище 1000 В.

На станції виробництва озону й озонування має бути передбачено системи нейтралізації викидів в атмосферу. Концентрація озону в повітрі робочих приміщень має контролюватися приладами.

Освітленість приміщень управління приладів і щитів має бути не нижче В-200 Лк.

Температура повітря для системи опалення озонаторної установки має бути не менше +16 °С.

У приміщеннях електролізних установок має бути передбачено припливно-витяжну вентиляцію з місцевими відсмоктувачами від електролізерів. Світильники мають бути вибухонебезпечні, а їх

вимикачі знаходяться поза приміщенням електролізної. Все обладнання електролізної потрібно заземлити.

Заборонено обслуговування випрямного агрегату й електролізера без наявності на підлозі діелектричних килимів. Переполюсовку електродів можна робити тільки за відключеної напруги.

Розміщення й обслуговування бактерицидних установок має відповідати вимогам організацій-виготовлювачів установок. Під час експлуатації бактерицидних ламп, щоб уникнути пошкодження зору, необхідно користуватися захисними окулярами.

Під час заміни ламп, щоб уникнути ураження струмом, необхідно розрядити конденсатори за допомогою спеціального розрядника.

Захисні кришки на торцевих стінках бактерицидної установки слід знімати тільки через 15 хв після відключення установки.

Камери бактерицидної установки, пульти управління і живлення необхідно заземлити.

Під час електролітичного приготування гіпохлориту натрію електролізи потрібно розташовувати в сухому опалювальному приміщенні. Допускають їх установку в одному приміщенні з іншим обладнанням електролізних. Бак-накопичувач гіпохлориту натрію необхідно розташовувати у вентильованому приміщенні.

Кухонну сіль слід зберігати на складах мокрого зберігання. Допускають застосування складів сухого зберігання, при цьому шар солі не повинен перевищувати 2 м.

Під час застосування гіпохлориту натрію вимоги безпеки праці повинні відповідати вимогам державних стандартів і будівельних норм і правил.

Працівників, які обслуговують системи знезараження вод, має бути забезпечено спеціальним одягом та індивідуальними засобами захисту.

Гіпохлорит натрію не можна зберігати разом із органічними продуктами, горючими матеріалами і кислотами.

У випадку попадання гіпохлориту натрію на шкіру необхідно обмити її рясним струменем води протягом 10–12 хв. Якщо бризки продукту попали в очі, слід негайно промити їх великою кількістю води і направити постраждалого в медпункт організації або найближчу поліклініку.

У разі загоряння гіпохлориту натрію слід гасити його водою, піском, вуглекислотними вогнегасниками.

Цистерни, контейнери та бочки має бути заповнено на 90 % об'єму.

Гіпохлорит натрію транспортують залізничним і автомобільним транспортом відповідно до правил перевезень небезпечних вантажів, що діють на даному виді транспорту. Гіпохлорит натрію в цистерні транспортують залізницею, в контейнерах і бочках – автомобільним транспортом.

Поліетиленові бочки з продуктом встановлюють в кузові автомобіля горловинами вгору, не більше ніж у два яруси, перестилаючи дошками між ярусами, і надійно закріплюють.

Гіпохлорит натрію зберігають у спеціальних або покритих корозійностійкими матеріалами ємностях, захищених від сонячного світла.

Поліетиленові бочки з продуктом зберігають у закритих складських неопалюваних приміщеннях.

Безпека праці персоналу, що експлуатує установки УФ-випромінювання в процесі підготовки питної води та знезараження стічних вод, регламентується відповідними методичними вказівками.

### **7.3. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів та запобігання їх впливу на експлуатаційний персонал споруд ВКГ**

Під час експлуатації споруд і мереж ВКГ необхідно враховувати наявність і можливість впливу таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- рухомих елементів обладнання (насосного, силового, механізованих решіток, лебідок, скребків, зрошувачів, механічних мішалок та інших механізмів);

- предметів, що відлітають (під час дроблення в дробарках покидьків, що знімають з решіток), та частин предметів, що відлітають (під час вибивання заглушок у випробовуваних трубопроводах, обробки бетонних труб і фасонних виробів та ін.);

- падаючих предметів і інструментів (під час робіт у водопровідних та каналізаційних колодязях, на очисних спорудах і мережах, у приміщеннях тощо);

- утворення вибухонебезпечних сумішей газів (в колодязях, камерах на мережах, у приміщеннях метантенків та інших приміщеннях і спорудах);

- небезпечного рівня напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини;
- зниженої температури повітря у виробничих приміщеннях і спорудах;
- підвищеної вологості повітря (в насосних станціях, у приміщеннях фільтрів, відстійників тощо);
- підвищеного рівня ультрафіолетової (бактерицидні установки) та інфрачервоної (дегельмінтизатори) радіацій;
- підвищеного рівня шуму і вібрацій (у машинних залах насосних і повітрорудувних станцій та інших приміщеннях і спорудах, де встановлено технологічне обладнання);
- недостатній освітленості робочої зони (в колодязях, камерах, каналах тощо);
- газоподібних речовин загально токсичного та іншого шкідливого впливу в колодязях, камерах, каналах, очисних спорудах (сірководень, метан, пари бензину, ефіру, вуглекислий газ, озон та ін.);
- підвищеної запиленості повітря в робочій зоні пилоутворювальними реагентами (сірчаноокислий алюміній, хлорне залізо, негашене хлорне вапно, сода, їдкий натр, активоване вугілля, фторовміщувальні реагенти та ін.);
- парів ртуті (під час роботи з приладами з ртутним заповненням);
- патогенних мікроорганізмів у стічних і природних водах.
- газів, що виділяються в результаті витоку з балонів, бочок, цистерн (аміак, хлор та інші стислі, зріджені і розчинені гази);
- горючих домішок, що потрапили в стічні води (бензин, нафту та ін.), а також розчинених газоподібних речовин, що можуть утворити в каналізаційних мережах і спорудах вибухонебезпечні суміші;

До робіт з підвищеною небезпекою належать ті, під час виконання яких є або може виникнути виробнича небезпека, пов'язана з характером виконання роботи. Під час зазначених робіт, крім звичайних заходів безпеки, необхідне виконання додаткових заходів, розроблених окремо для кожної конкретної виробничої операції.

У процесі організації роботи (розміщення ділянок робіт, робочих місць, виробництв, проходів, санітарно-побутових приміщень) слід встановити небезпечні для людей зони, в межах яких постійно діють або можуть виникнути небезпечні і шкідливі виробничі фактори.

До початку робіт у небезпечних зонах потрібно вжити організаційно-технологічні заходи, що гарантують безпеку працюючих, а роботи виконувати тільки за нарядом-допуском.

Виконання робіт у небезпечних зонах допускають тільки за наявності проекту виконання робіт (ППР) або технологічних карт, що містять конкретні рішення щодо захисту працюючих від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Робітники, яких вперше допускають до робіт підвищеної небезпеки протягом одного року повинні виконувати їх під безпосереднім наглядом досвідчених колег, призначених для цього наказом по організації.

*Апаратник* на робочому місці повинен бути в установлених нормах спецодежі і взутті, а також використовувати засоби індивідуального захисту: протигази марки В (колір коробки жовтий) або БКФ (колір коробки захисний), захисні окуляри й утримувати їх у справному стані, своєчасно ремонтуючи або замінюючи на придатні до застосування.

Одяг, залитий кислотою, необхідно обережно зняти з себе, обмити рясним струменем води, а потім нейтралізувати слабким 2–3 %-м розчином соди, після чого знову промити водою.

Помітивши порушення правил безпечної експлуатації іншими робітниками чи небезпеку для оточуючих (відкриті прорізи, колодязі, отвори, несправність сходів, майданчиків тощо), слід довести до відома начальника зміни.

Виконання робіт, що не належать до обов'язків апаратника, без вказівки начальника зміни й інструктажу з техніки безпеки не допустимо.

Перед початком розбирання і ремонту устаткування його відключають від електромережі, біля пускових пультів і магістральних вентилів та засувок вивішують плакати, що забороняють пуск обладнання.

*Черговий машиніст*, який обслуговує насосні і повітродувні станції, повинен бути одягнений в комбінезон. Жінки зобов'язані працювати в комбінезоні або шароварах, волосся пов'язувати хустками.

За ураження струмом або інших нещасних випадків агрегат або всю станцію в цілому відключає черговий машиніст без дозволу керівництва, але з обов'язковим подальшим повідомленням його, фіксуючи записом у журналі чергування.

Черговий машиніст вимикає і вмикає електродвигуни одноосібно. За ручного управління вмикає і вимикає в діелектричних рукавичках, стоячи на гумовому килимку. У сирих місцях замість гумових килимків має бути встановлено дерев'яні решітки на ізоляторах.

Ізолювальну здатність діелектричних рукавичок періодично один раз на шість місяців перевіряють в електротехнічній лабораторії, про що на рукавичках ставлять клеймо із зазначенням дати випробування. Перед користуванням діелектричними рукавичками треба перевірити їх клеймо і, скрутивши, впевнитись у відсутності проколів. Користуватися пошкодженими рукавичками з вичерпаним терміном випробування заборонено.

Перед пуском агрегату черговий машиніст зобов'язаний перевіряти його справність. За ненормальної роботи агрегати необхідно вимикати (сильна вібрація, яка загрожує насосу або електродвигуну, неприпустиме підвищення температури підшипників, поява диму чи вогню з електромотора або його пускорегулювальної апаратури).

Черговому машиністу заборонено: під час роботи агрегату зачищати й обтирати кільця ротора електромотора або насоса, демонтувати апарати, ємності і трубопроводи, якщо не проведено попередньо зливу з них рідини.

Роботу всередині апаратів з метою очищення, ремонту та огляду виконують відповідно до «Інструкції з техніки безпеки при проведенні робіт в закритих апаратах, колодязях, колекторах і іншому аналогічному обладнанні, ємностях і спорудах на підприємствах хімічної промисловості».

Роботи на висоті більше 1,5 м без застосування риштування і помостів потрібно виконувати в запобіжних поясах.

Під час обслуговування технологічного обладнання можливі випадки ураження електричним струмом, дотик до струмопровідних частин, металевих корпусів або кожухів електрообладнання і відімкнутих струмопровідних ділянок, які випадково потрапили під напругу і т. ін. Тому необхідно суворо дотримуватись заходів електробезпеки (заземлення, занулення, захисне відімкнення, огорожі, ізоляція, індивідуальні засоби захисту тощо).

Щоб уникнути опіків і пожеж заборонено використовувати легкозаймисті рідини (бензин, гас тощо) під час промивання нагрітих поверхонь, а також поверхонь, які перебувають під струмом.

Ганчір'я зі слідами масла потрібно складати у спеціальний металевий ящик з кришкою.

Дерев'яні предмети та ганчір'я, що загорілось, необхідно гасити водою або пінним вогнегасником ОП-5, а легкозаймисті рідини і електропроводку – вуглекислотними вогнегасниками ОУ-2, -5, -8, дотримуючись запобіжних заходів.

У процесі роботи з кислотами і лугами необхідно знати, що під час попадання на тіло вони призводять до важких опіків шкіри або рогівки очей, а пари кислот, крім цього, припікають слизові оболонки верхніх дихальних шляхів, вражають легені. Тому не можна переливати кислоти і луги вручну без гумових фартуха, чобіт, рукавичок, без запобіжних окулярів і протигазів.

Категорично заборонено засмоктувати ротом рідини в гумову або іншу трубку з метою створення вакууму. Переливати кислоти і луги слід тільки застосовуючи спеціальні сифони, перекидні склянки і за допомогою воронки.

Пролиті на підлогу сильні кислоти і луги необхідно нейтралізувати (кислоту – слабким розчином соди, луг – слабким розчином оцтової кислоти), засипати піском, видалити совком, змити водою і витерти підлогу ганчіркою насухо.

У випадку опіків уражені місця необхідно добре промити водою за допомогою раковин самопомогти, які має бути встановлено у приміщенні реагентного господарства. Потім накласти стерильну пов'язку, змочену 2–3 %-м розчином питної соди.

Під час попадання на шкіру розчинів сірчанокислового алюмінію уражене місце промивають водою.

Часте потрапляння розчину коагулянту на шкіру може призвести до хімічної екземи, тому необхідно періодично звертатися до лікаря. Під час попадання коагулянту в очі їх потрібно ретельно промити водою і негайно звернутися до лікаря.

*Черговий інженер-електрик* відповідає за виконання плану подачі води за зміну, правильну й економну експлуатацію, справний стан і безперебійну роботу всього електричного обладнання, пристроїв автоматики, телемеханіки і контрольно-вимірювальних приладів насосних станцій.

Інженер-електрик несе відповідальність за переливи і рівень у резервуарах чистої води, робоче положення засувки, дотримання правил техніки безпеки і охорони праці черговим персоналом об'єкта, протидію пожежам і санітарний стан будівель, споруд і територій насосних станцій, за правильне ведення журналів.

Черговим інженером-електриком може бути особа, яка має спеціальну технічну освіту, здала відповідні іспити і пройшла виробничу практику з обслуговування електроустаткування та пристроїв автоматики.

Черговий інженер-електрик підпорядковується:

- в адміністративно-технічному відношенні начальнику і старшому інженеру станції;
- у технічному відношенні – головному електрику і старшому інженеру електрогосподарства, а також головному механіку в частині експлуатації;
- в оперативному відношенні – черговому і старшому інженеру водопровідної станції (об'єкта).

Черговому інженеру-електрику підпорядкований весь черговий персонал насосної станції; він є старшим за відсутності начальника і старшого інженера станції.

Черговий інженер-електрик зобов'язаний доповідати старшому інженеру, начальнику станції (об'єкта), черговому інженеру водопроводу про несправності; вести облік роботи агрегатів, витрати електроенергії, подачі води і передавати черговому інженеру водопроводу ці відомості.

У розпорядженні чергового інженера-електрика знаходяться: вся необхідна оперативна й облікова документація; посадові інструкції підлеглого персоналу; запасні запобіжники і сигнальні лампи; комплект індивідуальних захисних засобів; набір необхідних інструментів; вуглекислотні вогнегасники; ручні ліхтарі; ключі від підстанції та інших споруд; виконавчі електричні схеми.

Приходити слід за 5–20 хв до початку зміни, ознайомитись із записами і розпорядженнями в оперативній документації за попередню зміну:

- особистим оглядом разом з черговим інженером, який здає зміну, ознайомитись зі станом і режимом роботи споруд та устаткування, станом і режимом роботи всього електрообладнання в машинному залі; відкритого та закритого розподільчого пристрою, пристроїв автоматики,
- виявити устаткування, що знаходиться в роботі, резерві, неробочому стані (з якої причини);
- перевірити наявність усіх захисних та ізолювальних засобів, особливо звернувши увагу на переносні заземлювачі і місця їх знаходження. Перевірити терміни випробувань, клеймування;

- перевірити наявність інвентарю, інструменту, засобів протипожежної безпеки, оперативної документації;
- доповісти начальнику або старшому інженеру станції, черговому інженеру водопроводу про несправності;
- після ретельного огляду заповнити необхідну оперативну документацію і розписатися в прийманні зміни;
- після приймання зміни по телефону доповісти черговому інженеру водопроводу про склад зміни (з зазначенням прізвищ), прийняття зміни і виявлені несправності.

Здавання і приймання зміни під час аварії дозволено тільки з відома начальника об'єкта.

Черговий інженер-електрик несе персональну відповідальність за виконання плану подачі води об'єкту, правильну експлуатацію обладнання, засобів автоматики, КВП, облік електроенергії та подачі води, охорону праці, суворий облік і збереження всіх захисних і ізолювальних пристроїв, інструменту, інвентарю, оперативної документації, за виконання правил санітарної гігієни персоналом, за весь персонал, що знаходиться на об'єкті (станції очистки води).

Черговому інженеру-електрику за відсутності начальника або старшого інженера підпорядковується весь персонал об'єкта (очисної станції). Він має право залучати весь експлуатаційний персонал станції до аварійних робіт на об'єкті. За відсутності начальника станції, старшого інженера і телефонного зв'язку з черговим інженером водопроводу черговий інженер-електрик в екстрених випадках самостійно ухвалює рішення і вживає заходи з усунення аварії, повідомивши у подальшому чергового інженера водопроводу.

Черговий інженер-електрик зобов'язаний не допускати до зміни осіб у нетверезому стані і довести до відома начальника об'єкта або старшого інженера, а за їх відсутності – чергового інженера водопроводу.

#### **7.4. Загальні вимоги охорони праці під час робіт підвищеної небезпеки**

Перед початком робіт видають наряд-допуск у двох примірниках. Право видачі нарядів-допусків мають фахівці, уповноважені на це наказом керівника організації.

Відповідальними керівниками робіт має бути призначено фахівців організації, що пройшли перевірку знань правил і норм охорони праці та відповідний інструктаж.

Виконавець робіт несе відповідальність за безпечне виконання робіт, дотримання членами бригади заходів безпеки, зазначених у наряді-допуску.

З моменту допуску бригади до роботи підвищеної небезпеки відповідальний виконавець робіт повинен перебувати на робочому місці та здійснювати постійний нагляд за роботою членів бригади і виконання заходів безпеки.

У процесі виконання робіт підвищеної небезпеки бригада має складатися не менше ніж із двох осіб, включаючи відповідального виконавця.

Бригадирів, ланкових, робочих допускають до виконання робіт підвищеної небезпеки, пройшовши відповідний інструктаж з техніки безпеки. Кожному члену бригади має бути вказано його робоче місце.

Відповідальний керівник повинен постійно перебувати на місці проведення робіт і вести контроль за виконанням членами бригади заходів безпеки і технологічної послідовності виконання робіт.

Забороняти членам бригади залишати межі зони виконання робіт без дозволу, виконувати роботи, не передбачені нарядом-допуском.

Виводити членів бригади з місця проведення робіт на час перерв протягом робочої зміни дозволено тільки відповідальному виконавцю робіт. Відновлювати роботу після перерви можна відповідальному виконавцю, тільки після особистого огляду робочого місця.

Під час виявлення дефектів устаткування, які становлять небезпеку для життя людей і цілісності обладнання, потрібно негайно призупинити роботи, за можливості відключити електрообладнання від електромережі (за його наявності), вжити заходи з ліквідації аварії, про те, що трапилося, доповісти керівнику.

За небезпеки виникнення нещасного випадку необхідно вжити заходи щодо його запобігання. Якщо нещасний випадок стався, надати долікарську медичну допомогу потерпілому, за потреби викликати швидку допомогу.

Під час виникнення пожежі негайно викликати пожежну охорону, повести у безпечне місце людей і за можливості прибрати горючі речовини, приступити до гасіння вогню первинними засобами пожежогасіння, тушити сухим піском або вуглекислотним вогнегасником. Про пожежу повідомити керівнику.

Після закінчення робіт вивести бригаду з місця виконання робіт. Закінчення робіт оформити підписами в наряді-допуску і передати цей наряд відповідальному керівнику робіт.

## Контрольні запитання

1. Як організують охорону праці під час експлуатації систем водопостачання та водовідведення?
2. Які обов'язки з охорони праці покладають на керівників структурних підрозділів підприємств ВКГ?
3. Які вимоги безпеки під час ремонту й експлуатації мереж водопостачання та каналізації?
4. Як має бути організовано безпеку під час ремонту та експлуатації водопровідних і каналізаційних колодязів, камер і резервуарів?
5. Які особливості безпеки під час експлуатації водозабірних споруд?
6. Які вимоги безпеки під час експлуатації насосних станцій?
7. Що потрібно для безпечної роботи під час експлуатації очисних споруд водопостачання та водовідведення?
8. Які вимоги безпеки під час експлуатації споруд з обробки осаду стічних вод?
9. Як організують безпеку під час експлуатації систем знезараження води?
10. Які існують небезпечні і шкідливі виробничі фактори під час експлуатації систем ВКГ?
11. Назвіть загальні вимоги охорони праці під час виконання робіт підвищеної небезпеки.

## 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. Хомуцька, 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. Хомуцька Т.П. Енергоощадне водопостачання: навч. посіб. / Т.П. Хомуцька. – 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; изд. второе, перераб. и доп. / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – 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. Водоснабжение. Курсовое проектирование: учеб. 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

**Експлуатація систем  
водопостачання та водовідведення**

У двох частинах  
Частина 2

Редагування та коректура В.С. Ясінської

Комп'ютерне верстання *Р.В. Шушпанової*

Підписано до друку 21.03. 2019. Формат 60 × 84<sub>1/16</sub>  
Ум. друк. арк. 13,72. Обл.-вид. арк. 14,75.  
Тираж 50 прим. Вид. № 22/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.