



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ  
СИТУАЦІЙ**

**Черкаський інститут пожежної безпеки  
імені Героїв Чорнобиля**

**Національного університету цивільного захисту України**

---

*Є. О. Тищенко, Є. С. Ленартович, К. І. Мигаленко,  
О. І. Мигаленко*

---

**СПЕЦІАЛЬНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

**Підручник**

**Навчальне видання виправлене та доповнене**

**ЧЕРКАСИ 2016**

**УДК 614.8**  
**ББК 38.96-6П**  
**Р-64**

**Авторський колектив:**

**к.т.н., доцент Тищенко Є.О., к.т.н., с.н.с. Ленартович Є. С.,**

**к.т.н. Мигаленко К. І., к.е.н. Мигаленко О. І.**

Спеціальне водопостачання – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2016. – 220 с.

У підручнику викладено теоретичний курс із водопостачання та методики гідравлічних розрахунків водопровідних мереж, експертизи проектів, обстеження і випробування систем водопостачання. Коротко наведені способи захисту населених пунктів та окремих об'єктів від затоплень та підтоплень.

Підручник може бути корисним для курсантів, студентів та слухачів спеціальностей «Пожежна безпека» та «Цивільний захист» вищих закладів освіти, а також інших технічних спеціальностей.

Матеріал викладений на 220 сторінках, що включає в себе 53 ілюстрації, список літератури складається з 24 найменувань.

**Рецензенти:**

**О. С. Биков** – підполковник служби цивільного захисту, кандидат наук державного управління, начальник навчально-методичного центру цивільного захисту та безпеки життєдіяльності Черкаської області.

**С. В. Поздєєв** – доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України.

Рекомендовано до друку Вченою радою Національного університету цивільного захисту України, протокол № \_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 року, як підручник для курсантів, студентів, слухачів вищих навчальних закладів пожежно-технічного профілю

## Передмова

«Спеціальне водопостачання» є одним із спеціальних фахових предметів для підготовки зі спеціальностей «Пожежна безпека» та «Цивільний захист».

Мета цього підручника – допомогти курсантам, студентам та слухачам заочної та дистанційної форми навчання засвоїти теоретичний матеріал, що передбачений навчальною програмою.

Основні положення цього курсу можуть бути використані в практичній діяльності та при вивченні спеціальних дисциплін пожежно-технічного профілю: «Аварійно-рятувальна техніка», «Пожежна тактика», «Пожежна профілактика».

Підручник видається українською мовою і, на відміну від інших навчальних видань, в ньому описані сценарії блоків ділових ігор щодо обстеження і випробування систем протипожежного водопостачання, а також методи боротьби з підтопленням та затопленням населених пунктів та окремих промислових підприємств.

Підручник може бути використаний студентами інших технічних напрямів, де за навчальним планом передбачено вивчення водопостачання (наприклад, фахівці-будівельники та інші).

Автори вдячні шановним рецензентам за вказані зауваження та поради. Особлива подяка курсантам Рожко Віталії та Курінній Оксані за допомогу під час підготовки підручника до друку.

Пропозиції щодо змісту підручника просимо надсилати за адресою: місто Черкаси, вулиця Онопрієнка, 8, 18500, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, e-mail: <http://fire.ck.ua/>.

## ЗМІСТ

<b>Передмова</b>	3
<b>Вступ</b>	6
<b>ГЛАВА 1. СИСТЕМИ І СХЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ</b>	9
§ 1.1. Системи водопостачання	9
§ 1.2. Схеми водопостачання населених пунктів і промислових підприємств	10
<b>ГЛАВА 2. НОРМИ І РЕЖИМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ</b>	16
§ 2.1. Вимоги водоспоживачів до якості води	16
§ 2.2. Водопідготовка для забору води з поверхневих та підземних вододжерел	18
§ 2.3. Водопідготовка у випадку надзвичайних ситуацій	24
§ 2.4. Норми та режими водоспоживання	33
§ 2.5. Визначення розрахункових витрат води і вільного напору	36
<b>ГЛАВА 3. ДЖЕРЕЛА ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОЗАБІРНІ СПОРУДИ</b>	41
§ 3.1. Вибір джерела водопостачання	41
§ 3.2. Водозабірні споруди та вимоги до них	42
<b>ГЛАВА 4. НАПІРНО-РЕГУЛЮЮЧІ СПОРУДИ І НАСОСНІ СТАНЦІЇ</b>	60
§ 4.1. Класифікація споруд	60
§ 4.2. Резервуари чистої води та вимоги до них	60
§ 4.3. Водонапірні башти та колони і вимоги до них	63
§ 4.4. Пневматичні водонапірні установки	67
§ 4.5. Насосні станції та вимоги до них	70
<b>ГЛАВА 5. ВОДОВОДИ ТА ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ</b>	76
§ 5.1. Схеми трасування водогінних мереж	76
§ 5.2. Матеріали труб	77
§ 5.3. Арматура водогінної мережі	79
§ 5.4. Деталі водопровідної мережі	83
§ 5.5. Гідравлічні розрахунки водопровідних мереж	88
§ 5.6. Вимоги до водопровідних систем з урахуванням ймовірних надзвичайних ситуацій	90
§ 5.7. Випробування водопроводів перед здачею в експлуатацію	91
<b>ГЛАВА 6. ВНУТРІШНЄ ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ</b>	95
§ 6.1. Системи і схеми внутрішніх водопроводів	95
§ 6.2. Вводи і водомірні вузли	99
§ 6.3. Трасування водопроводів	101
§ 6.4. Гідравлічний розрахунок внутрішнього трубопроводу	103
§ 6.5. Насоси для підвищення тиску, пневматичні установки і водонапірні баки	111

<b>ГЛАВА 7. ОСОБЛИВОСТІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ГАЛУЗЕВИХ ОБ'ЄКТІВ</b>	117
§ 7.1. Внутрішні протипожежні водопроводи будівель підвищеної поверховості	117
§ 7.2. Протипожежне водопостачання театрів	125
§ 7.3. Протипожежне водопостачання будівель великої площі	131
§ 7.4. Протипожежне водопостачання складів лісових матеріалів та підприємств нафтохімічної промисловості	133
<b>ГЛАВА 8. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ВОДОВОДІВ ТА ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ З УРАХУВАННЯМ МОЖЛИВИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ</b>	146
§ 8.1. Забезпечення надійності водоводів та водопроводів	150
§ 8.2. Забезпечення надійності роботи насосних станцій	154
§ 8.3. Захист населених пунктів від затоплень та підтоплень	156
§ 8.3.1. Місцеві матеріали та споруди для захисту русел від розмивів	157
§ 8.3.2. Конструкції берегоукріплюючих одягів із місцевих матеріалів	160
§ 8.3.3. Конструкції споруд для боротьби із селевими потоками	165
§ 8.3.4. Способи зниження рівня ґрунтових вод	170
<b>ГЛАВА 9. ЕКСПЕРТИЗА ПРОЕКТІВ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ</b>	181
§ 9.1. Методика розглядання проектів зовнішніх протипожежних водопроводів	182
§ 9.2. Методика розглядання проектів внутрішніх протипожежних водопроводів	186
<b>ГЛАВА 10. ОБСТЕЖЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ</b>	189
§ 10.1. Методика обстеження зовнішніх систем протипожежного водопостачання	190
§ 10.2. Методика обстеження внутрішніх протипожежних водопроводів	193
§ 10.3. Сценарії ділових ігор	194
§ 10.4. Випробування зовнішньої водопровідної мережі на водовіддачу	209
§ 10.4.1. Випробування на водовіддачу водопроводів низького тиску	212
§ 10.4.2. Випробування на водовіддачу водопроводу високого тиску	213
§ 10.4.3. Випробування на водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі	216
<b>Словник використаних скорочень</b>	218
<b>Література</b>	219

## ВСТУП

Платон вважав, що в основі світу лежали чотири стихії: вогонь, повітря, вода, земля.

Вода не може стати каменем і землею, але вона може стати вітром і повітрям, а повітря, що спалахнуло – вогнем.

Запаси води на землі катастрофічно зменшуються: 75 % суші вкрито водою (гідросфера), що складає близько 510 млн м<sup>2</sup>. Якщо пронівелювати поверхню землі, то вона покриється шаром води в 3000 м.

92 % води припадає на океани і моря, 6 % на підземні води, 2 % входять до складу льодовиків. З цієї маси води тільки 2,02 % припадає на запаси прісної води. Прісна вода в основному знаходиться, у льодовиках та снігових утвореннях, що становить 85,9 % всіх запасів Землі; 13,3 % прісної води у підземних водах і лише 0,8 % – у поверхневих водах.

На кожного мешканця планети припадає 0,3 км<sup>3</sup> води гідросфери, а частка прісної води – 1 млн м<sup>3</sup>. На річки й озера припадає 40 млн м<sup>3</sup>. Прогнозні запаси підземних прісних вод становлять 21 км<sup>3</sup>/рік. В Україні (з площею території 603,7 тис. км<sup>2</sup>) стік річок становить 87,1 км<sup>3</sup>, а в маловодні роки – всього 55,9 км<sup>3</sup>.

Запас прісної води поповнюється за рахунок танення льодовиків. Так, у місяць тоне 12 тис. км<sup>2</sup> льодовиків Антарктиди.

Один айсберг довжиною 350 км, шириною 90 км та товщиною 250 м може дати 8 000 млрд. м<sup>3</sup> льоду. Цієї води достатньо для водопостачання Нубійської та Лівійської пустель протягом року навіть при 20% втраті під час транспортування.

Багато країн із засушливим кліматом потерпають від нестачі прісної води.

У ХХ столітті розглядалось багато проектів для добування прісної води, в тому числі пропонувалось дробити грохотами лід Антарктиди і пневмопроводами, прокладеними по дну океану, транспортувати до країн-водоспоживачів.

Інший проект передбачав буксирування айсбергів до берегів країн-водоспоживачів. Але всі ці проекти дуже дорогі та недосконалі. Проблема забезпечення водоспоживачів прісною водою з кожним роком стає більш складною.

Наше завдання берегти воду так, як це робили древні греки, іудеї та інші. Щоб захистити систему водопостачання від ворогів, вони закладали труби на глибину до 18,3 м. Деякі з таких трубопроводів були настільки широкими, що в них могли розійтись дві людини. З поверхнею землі вони з'єднувались великими свердловинами.

У найбільш древніх поселеннях на місці Єрусалиму міський водопровід починався за стінами міста, звідки тунелем вода транспортувалась в підземний басейн, ховаючи дорогоцінне джерело водопостачання. Цей тунель був виконаний з великою майстерністю. Він став небувалим витвором древніх інженерів.

Близько 3000 років до н.е. Менес (Мека) почав своє правління у Древньому Єгипті з будівництва резервуарів для відводу води під час повеней та каналів для

меліорації болотистих ґрунтів, бо води Нілу несли єгиптянам і біду, й процвітання.

Розвиток інженерного мистецтва в Єгипті допомагав створенню до 250 року н.е. розгалуженої системи каналів, ровів, жолобів, котрі існували до римського вторгнення. Під час розкопок древніх поселень були знайдені кам'яні басейни та ванни. Труби виготовлялись із дерева, глини, міді, латуні. Корок для ванни був виготовлений із свинцю і кріпився ланцюжком до бронзового кільця.

Також в Єгипті був винайдений норія-ланцюг, на якому закріплювалися ковші або черпаки, що рухаються по кругу за допомогою колеса для захвату води.

Розкопки свідчать про існування централізованих систем водопостачання в античному Римі. На території Греції був знайдений самотічний водопровід із чавунних труб, який будували ще в XIII столітті. А дерев'яний водопровід, який можна датувати XI-XII століттям, був знайдений під час розкопок в Новгороді.

У XVIII столітті було збудовано цілий комплекс водопровідних споруд в Петербурзі, Петергофі і Царському селі. Для Московського Кремля в 15 столітті був споруджений джерельний водопровід, а у 1804 році закінчено будівництво першого московського (митищенського), а в 1861 році – міського петербурзького водопроводів.

У місті Києві водопровід став до ладу в 1872 році. Він піднімав 190 тисяч відер дніпровської води. Підземний водогін вимурували із цегли. Для того, щоб розчин був міцнішим, туди додавали яйця. Багатоквартирний будинок щотижня давав будівельникам кошик яєць. Вода була платною. Наповнити бочку коштувало 9 копійок, відро – 1 копійку, напоїти коня – 2 копійки. Вода подавалась і в помешкання, але коштувала дуже дорого. В той час за 2-3 копійки можна було добре пообідати та ще й випити чарку. Кияни в XIX столітті воду вважали дорогим товаром, який дуже цінувався і берігся.

В XIX столітті були збудовані водопроводи в Харкові та Одесі. У 1911 році почалось будівництво Черкаського водопроводу. За три роки були збудовані:

- насосна станція II підйому;
- станція знезалізнення;
- 2 резервуари чистої води загальною місткістю 1700 м<sup>3</sup>;
- водонапірна башта системи інженера Шухова, висотою до дна резервуару 35 м і об'ємом 285,5 м<sup>3</sup>;
- пробурено дві артезіанські свердловини, потужністю 70000 відер за добу;
- прокладено 10 км вуличної водопровідної мережі з установкою на них 4-ох будок роздачі води для продажу її населенню міста.

Перша вода була подана місту в 1914 році. Середньодобова витрата води повинна була бути 292500 відер за умови вільного тиску у всіх районах міста не менше 12 сажень (26,12 м) та забезпеченні пожежогасіння – 100 відер/хв.

У період Великої Вітчизняної війни значна частина водопровідної системи була зруйнована, а з 1945 року почалось її відновлення.

На сьогодні місто забезпечується водою від 40 артезіанських свердловин потужністю 21,8 тис. м<sup>3</sup>/добу. Основним джерелом водопостачання є річка Дніпро, а допоміжним – річка Вільшанка. Працює Дніпровська водоочисна

станція з потужністю 115 тис. м<sup>3</sup>/добу. Довжина всього водопроводу міста складає 448 км.

Особлива увага приділяється розвитку протипожежного водопостачання міста та промислових об'єктів.

Оскільки територія України перетинається численними водними артеріями, то необхідно звертати увагу на надійність працездатності всіх гідротехнічних споруд, що збудовані на них. Зруйнування гребель та інших гідротехнічних споруд може статися як під час природних, так і техногенних катастроф.

Швидкість розповсюдження хвилі прориву змінюється від 3 до 25 км/год і більше, що викликає катастрофічне затоплення місцевості. Через 10-30 хв після прориву греблі значні ділянки місцевості можуть бути затоплені шаром води товщиною від 0,5 до 10 м і більше. Час, впродовж якого затоплені території будуть вкриті водою, може коливатися від декількох годин до декількох діб і більше, що приведе до значних руйнувань та матеріальних збитків.

Тому ми повинні реалізовувати державну політику, яка спрямована на забезпечення безпеки та захисту населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливий період.



## ГЛАВА 1. СИСТЕМИ І СХЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

### § 1.1. Системи водопостачання

**Система водопостачання** – це комплекс споруд для добування, очищення, зберігання, транспортування, розподілу і подачі води водоспоживачам.

*Класифікація систем водопостачання:*

1. **За типом природних джерел** – поверхневі, підземні, змішані.

2. **За способом подачі води** – самотічні (гравітаційні), нагнітальні, комбіновані.

3. **За призначенням** – господарсько-питні, виробничі, протипожежні, об'єднані.

4. **За видом об'єктів обслуговування** – міські, сільські, промислові, сільськогосподарські, дорожні.

5. **За характером використання води** – прямоточні, зворотні (з послідовним охолодженням, чи очищенням і повторним використанням).

6. **За надійністю подачі води водоспоживачам системи розподіляються на три категорії:**

Згідно з п. 8.4 ДБН В.2.5-74:2013 – допускається зниження  $Q$  на 30 % на господарсько-питні потреби, а на виробничі потреби подається за аварійним графіком підприємств.

**I категорія** – перерва в подачі води  $t \leq 10$  хв, а зменшення  $Q$  на 3 доби.

**II категорія** – зменшення  $Q$  на 10 діб, а  $t_{\text{перерви}} = 6$  год.

**III категорія** – зменшення  $Q \leq 15$  діб, а  $t \leq 24$  год.

До I категорії ще відносять системи в населених пунктах, де проживає більше 50 тис. населення.

До II категорії – населені пункти з кількістю населення 5-50 тис.

До III категорії – населені пункти з кількістю населення не менше 5 тис.

Розрізняють роздільні та об'єднані системи водопостачання.

Об'єднані: господарсько-питні, господарсько-питні протипожежні, виробничо-протипожежні, господарсько-виробничо протипожежні.

В містах, в основному, об'єднують: господарсько-протипожежні водопроводи і з них же забирають воду на виробничі потреби.

Системи водопостачання можуть обслуговувати як один об'єкт, наприклад місто або промислове підприємство, так і кілька об'єктів. В останньому випадку ці системи називають *груповими*. Систему водопостачання, що обслуговує кілька великих об'єктів, розташованих на значній відстані один від одного, називають *районною системою водопостачання* або *районним водопроводом*. Невеликі системи водопостачання, що обслуговують один будинок або невелику групу компактно розташованих будинків із прилеглого джерела, називають звичайно *місцевими системами водопостачання*.

У випадках, коли окремі частини території мають значну різницю у відмітках, улаштовують *зонні системи водопостачання*. При такому рельєфі місцевості в мережі для високо розташованих ділянок насоси повинні підтримувати високий тиск, що неприпустимо в мережі для низько розташованих ділянок (звичайно у випадку шести – восьмиповерховій забудові в мережі

підтримується тиск не більше за 0,6 МПа), тому водогінну мережу розбивають на зони, для кожної з яких установлюють необхідний напір.

## § 1.2. Схеми водопостачання населених пунктів і промислових підприємств

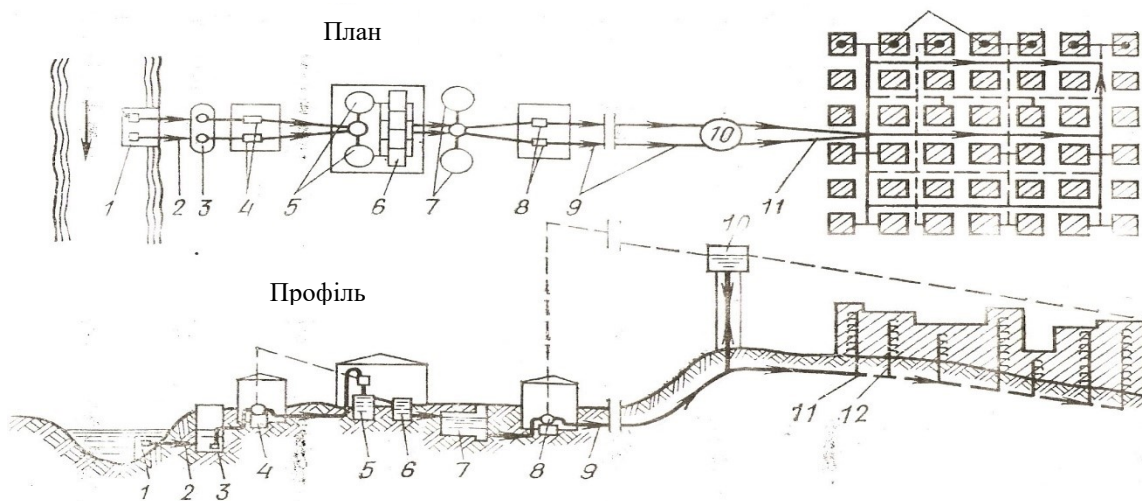
Системи водопостачання будують за різними схемами.

Схема – це послідовне розміщення (з'єднання) водопровідних споруд на місцевості. Під час вибору схеми необхідно враховувати:

- джерело водопостачання та якість води в ньому;
- категорії водоспоживачів та вимоги до надійності водопостачання;
- рельєф місцевості та величину вільних напорів, які необхідно забезпечити;
- витрати води, котрі треба подати споживачам;
- розташування водоспоживачів на плані місцевості;
- наявність перешкод для трасування водопровідних ліній;
- потужність джерела водопостачання і його віддаленість від водоспоживачів.

Є два типи схем водопостачання

До першого типу схем відносять схеми подачі води від поверхневих джерел водопостачання.

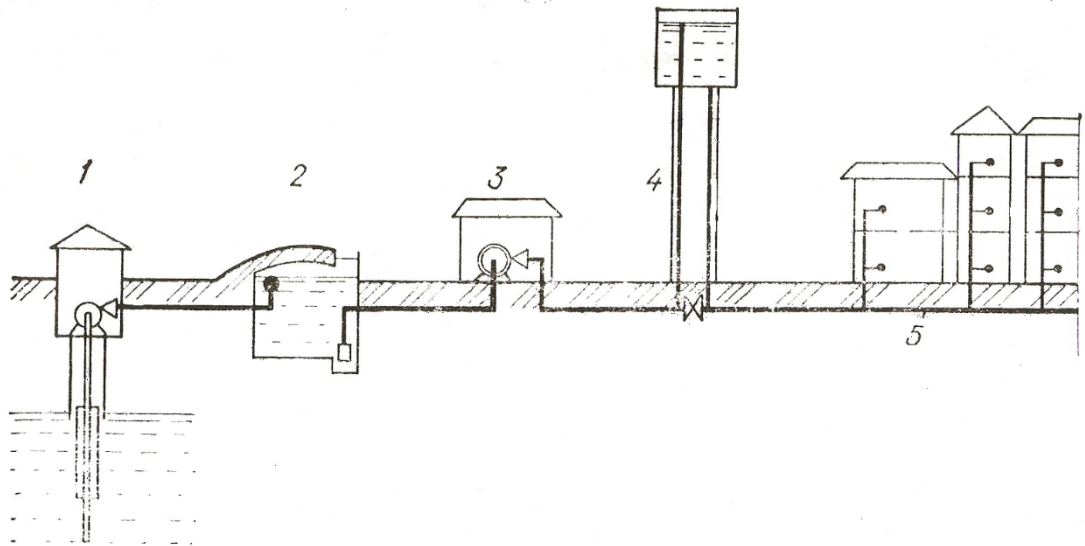


**Рис. 1.1.** Схема подачі води від поверхневого вододжерела

1 – водозабір; 2 – самотічна труба; 3 – береговий колодязь; 4 – насосна станція I-го підйому (НС-I); 5 – відстійники; 6 – фільтри; 7 – резервуари чистої води (РЧВ); 8 – насосна станція II-го підйому (НС-II); 9 – водоводи; 10 – водонапірна башта (ВБ); 11 – магістральні трубопроводи; 12 – розподільчі трубопроводи; 13 – ввід у будівлю; 14 – водоспоживачі

У разі використання поверхневих джерел водопостачання водозабірні споруди іноді поєднують з насосними станціями першого підйому.

До другого типу схем відносять схеми подачі води у випадку використання підземних джерел водопостачання.



**Рис. 1.2.** Схема подачі води від підземного вододжерела

1 – артезіанська свердловина з насосом; 2 – резервуар чистої води (РЧВ); 3 – насосна станція II-го підйому (НС-II); 4 – водонапірна башта; 5 – водопровідна мережа

Ця схема використовується, якщо із свердловини вода подається належної якості.

Якщо вода не якісна, то потрібна очистка. Забір з підземних джерел може проводитись через інші водозабірні споруди.

У деяких випадках не влаштовують резервуарів чистої води і насосної станції II підйому, тому що вода може подаватися в мережу насосами, встановленими в свердловинах.

Іноді населений пункт забезпечується водою з двох або більше джерел – водопостачання з двостороннім або багатобічним живленням.

У випадку розташування джерела водопостачання на значній висоті відносно населеного пункту, коли можлива подача води з джерела без допомоги насосів – самопливом (улаштовують гравітаційний водопровід).

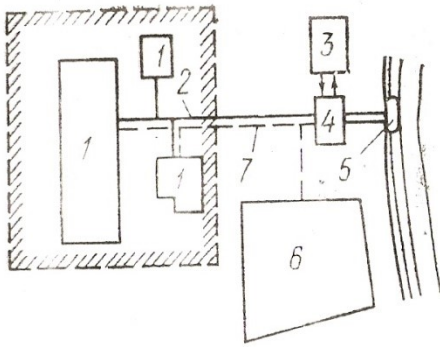
Оскільки промислові підприємства відрізняються значною розмаїтістю технологічних операцій, то для окремих процесів споживають воду різної якості, вимагають подачі її під різними напорами, та мають складні схеми водопостачання.

У випадку розташування джерел поблизу промислового підприємства селища для них улаштовують єдиний господарсько-протипожежний водопровід.

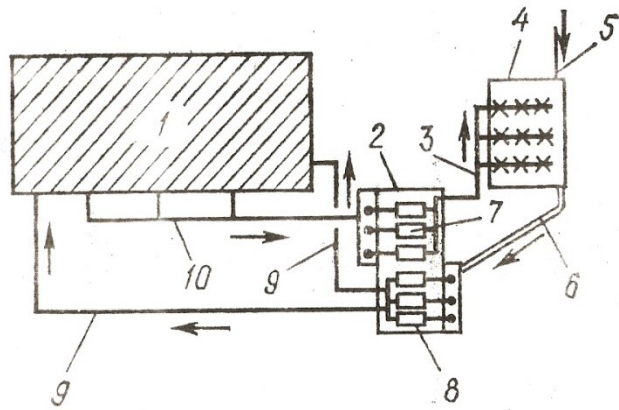
У промислових районах міста, де багато близько розташованих підприємств, застосовують групові системи водопостачання, що дозволяє скорочувати число очисних споруд, насосних станцій, водоводів і тим самим зменшувати будівельну й експлуатаційну вартість системи.

Більшість промислових підприємств, що розташовані на території сучасного міста, звичайно одержують господарсько-питну воду безпосередньо з міського водопроводу.

Водопостачання промислових підприємств може бути прямоточним, оборотним і з послідовним використанням води.



**Рис. 1.3.** Схема прямого водопостачання промислового підприємства



**Рис. 1.4.** Схема оборотного водопостачання промислового підприємства

На рис. 1.3 наведена схема *прямого водопостачання* промислового підприємства. Насосна станція 4, розташована поблизу водозабірної споруди 5, подає воду для виробничих цілей у цехи 1 по мережі 2. Для господарсько-протипожежних потреб селища 6 і цехів 1 насосна станція 4 подає воду в самостійну мережу 7. Попередньо воду очищають на очисних спорудах 3.

Нерідко для виробничих цілей потрібна подача води різної якості і під різними напорами. У цьому випадку влаштовують дві або кілька самостійних мереж.

Воду, використану в технологічному процесі, видаляють у каналізаційну мережу і після відповідного очищення скидають у водойму нижче за течією відносно об'єкта водопостачання.

На ряді промислових підприємств (хімічні, нафтопереробні, металургійні заводи, ТЕЦ тощо) воду застосовують для цілей охолодження, і вона майже не забруднюється, а тільки нагрівається. Таку виробничу воду, як правило, використовують знову, попередньо остудивши її.

На рис. 1.4. наведено схему *оборотного водопостачання* промислового підприємства. Воду, що нагрілася, по самопливному трубопроводу 10 подають до насосної станції 2, звідки насосами 7 перекачують по трубопроводу 3 на спеціальні споруди 4, що призначені для охолодження води (бризкальні басейни або градирні). Охолоджену воду по самопливному трубопроводу 6 повертають на насосну станцію 2 і насосами 8 по напірних трубопроводах 9 направляють у цехи підприємства. У випадку оборотного водопостачання частина води (3-5 % загальної витрати) губиться. Для поповнення втрат води в систему подають «свіжу» воду по трубопроводу 5.

Оборотне водопостачання економічно вигідне, коли промислове підприємство розташоване на значній відстані від джерела водопостачання або на значному підвищенні відносно нього, тому що в цих випадках під час прямого водопостачання будуть великі витрати електроенергії для подачі води. Також вигідно влаштовувати оборотне водопостачання, якщо дебіт води у водоймі малий, а потреби у виробничій воді великі.

Схему водопостачання з послідовним (або повторним) використанням води застосовують у тих випадках, коли воду, що скидається після одного технологічного циклу, можна використовувати в другому, а іноді й у третьому технологічному циклі промислового підприємства. Воду, використану в декількох циклах, видаляють потім у каналізаційну мережу. Застосування такої схеми водопостачання економічно доцільно, коли необхідно скоротити витрату «свіжої» води.

### Схеми водопостачання промислових підприємств

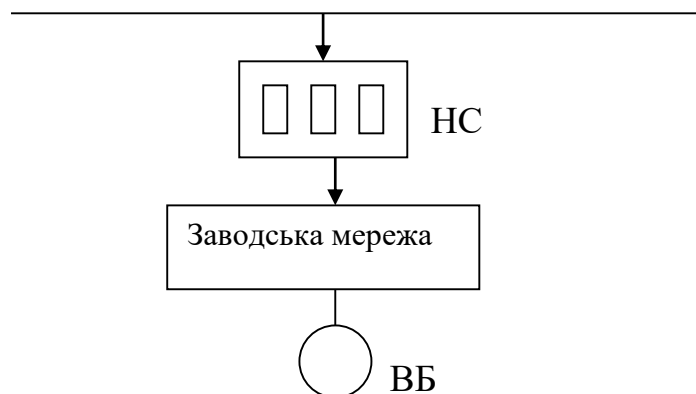
Для підприємств з об'єднаними системами водопостачання використовують три схеми подачі води.

Подача води проводиться від міської мережі.

1-а схема – витрати води (загальні)  $Q_{М.М}$  більші за господарчо-питні і протипожежні підприємства.

$$Q_{М.М} > Q_{Г.П} + Q_{П.П.}$$

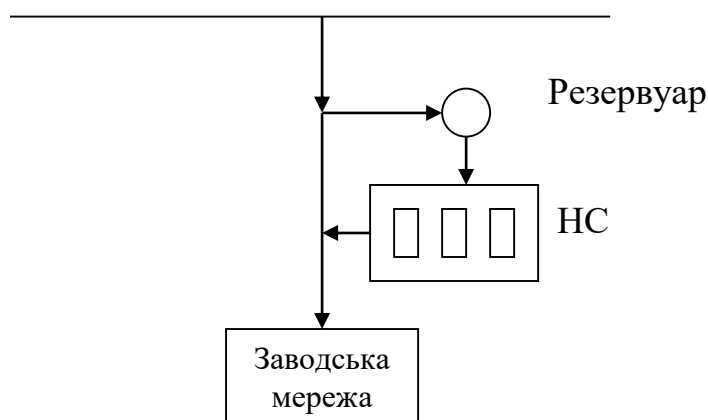
1-а схема



2-а схема – витрати води (загальні)  $Q_{М.М}$  задовольняють господарсько-питні потреби, але менші від протипожежних витрат підприємства

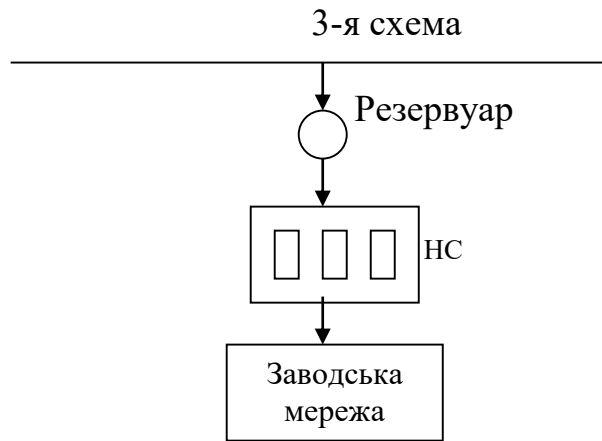
$$Q_{М.М} = Q_{Г.П.} \quad Q_{М.М} < Q_{П.П.}$$

2-а схема



3-я схема – витрати води (загальні)  $Q_{М.М}$  менші ніж необхідні господарсько-питні та протипожежні підприємства.

$$Q_{М.М} < Q_{Г.П.} + Q_{П.П.}$$



Є чотири системи водопостачання:

1) високого тиску – це системи, в яких у зовнішньому водопроводі тиск дозволяє одержати вільний напір  $H_v = 10$  м на рівні найвищої точки найвищої будівлі за умови повної витрати води на гасіння пожежі,  $Q = 5$  л/с;

2) низького тиску. Вільний напір повинен відповідати умовам забору води із гідрантів пожежними насосами.  $H_{v, \min} = 10$  м на рівні землі (з урахуванням втрат напору в гідранті, пожежній колонці і у всмоктувальних рукавах);

3) системи постійного тиску;

4) системи змінного тиску.

В гірській місцевості вибирають місце для розташування пожежного водоймища з напором  $H_n$  самоплинно вода подається до місця пожежі. Гасіння пожеж проводиться спеціальними командами без використання машин.

*I. Господарсько-протипожежний водопровід промислового підприємства може забирати воду від:*

1) загального міського водопроводу;

2) районного водопроводу;

3) самостійного джерела водопостачання.

Якщо  $H_n > H_{гар.}$ , то необхідно влаштувати підвищувальні установки.

Ємність резервуарів розраховують з урахуванням води на пожежогасіння.

1. На гасіння пожежі вода подається пожежними насосами заводської підвищувальної станції через господарсько-протипожежний водопровід.

2. Якщо дуже великі витрати на пожежогасіння, то влаштовують додаткові пожежні гідранти на виробничих водопроводах.

3. В критичні періоди пожежогасіння можна використовувати воду ставків бризкальних басейнів, охолоджувачів та градирень, в котрих вода ніколи не замерзає. Тут повинні бути спеціальні під`їзди та колодязі. Воду з температурою більше  $+60^{\circ}\text{C}$  забирати відцентровим насосом неможливо (зрив вакууму). Виробничі корпуси (окремі цехи) обладнують спринклерними або дренчерними установками пожежогасіння з водою від господарсько-протипожежного водопроводу.

*II. Забирання води з водоймищ та резервуарів.* За вимогами п. 6.2.1 ДБН В.2.5-74:2013 ця схема використовується в населених пунктах чисельністю жителів до 5000 та для окремих будівель  $W = 1000 \text{ м}^3$ , що розташовані в населених пунктах без кільцевого водопроводу; для підприємств з виробництвами В, Г і Д

та витратою води на гасіння пожеж до 10 л/с; для складів грубих кормів з  $W = 1000 \text{ м}^3$  і мінеральних добрив  $W = 5000 \text{ м}^3$ .

**Основні вимоги до схем протипожежного водопостачання:**

- 1) подавання необхідних витрат води ( $Q_H$ );
- 2) забезпечення  $H_H$ ;
- 3) наявність води для розрахункової кількості пожеж протягом розрахункового часу (3 години), їхнього гасіння;
- 4) достатня надійність та безперебійність роботи;
- 5) влаштування під'їздів  $\alpha = 4 \text{ м}$  і майданчиків для розвороту машини  $12 \times 12 \text{ м}$ ;
- 6) влаштування пірсів на палях з дерев'яним настилом (на крутих берегах);
- 7) на заболочених ділянках влаштувати берегові колодязі діаметром 1 м;
- 8) мінімальна глибина водоймища повинна бути  $h_{\text{мін}} = 1,5 \text{ м}$ , а відстань всмоктувальних оголовоків від дна – 0,5 м;
- 9) розтруб повинен бути обладнаний сіткою;
- 10) запас води за вимогами п. 6.2.13 ДБН В.2.5-74:2013 поповнюється:
  - за 24 години в населених пунктах та промислових підприємствах з категорією А, Б та В;
  - за 36 годин на підприємствах категорії Г, Д та Е;
  - за 72 години в сільських населених пунктах та сільгосп підприємствах.

*Контрольні питання та завдання*

1. Класифікація систем водопостачання.
2. Схема водопостачання від відкритого вододжерела.
3. Схема водопостачання з підземних вододжерел.
4. Схема водопостачання промислових підприємств.

## ГЛАВА 2. НОРМИ І РЕЖИМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

### § 2.1. Вимоги водоспоживачів до якості води

Існує три основні категорії водоспоживачів:

– I категорія – житловий сектор – вода витрачається на господарсько-питні потреби населення (до цієї категорії належать всі витрати води, що пов'язані з побутом людей: пиття, приготування їжі, прання білизни, особиста гігієна та гігієна житла; забезпечення благоустрою населеного пункту).

– II категорія – підприємства (до цієї категорії належать всі витрати води для транспорту, енергетики, сільського господарства, промислових підприємств, що пов'язані з випуском тої чи іншої продукції за технологічним регламентом).

– III категорія – пожежогасіння (до цієї категорії належать всі витрати води на гасіння зовнішніх та внутрішніх пожеж).

Для пожежогасіння використовується як питна, так і технічна вода. Спеціальної очистки вода не потребує.

Для виробництва використовується вода тієї якості, яка передбачена технологічним регламентом на випуск продукції. Іноді доводиться застосовувати спеціальну обробку води. Деякі води необхідно знесолити, тобто з води вилучаються розчинені в ній солі. Деколи під час очищення необхідно видаляти розчинені гази, тобто проводити дегазацію. У разі використання підземних вод, що містять підвищену кількість заліза і марганцю, необхідно провести знезалізнення і видалення марганцю шляхом аерації, та здійснити обробку води за допомогою перманганата калію, озону тощо.

Пом'якшення води проводиться шляхом декарбонізації за допомогою вапна або вапняно-содової суміші. Також можливе воднево-катіонітне та воднево-натрієве катіонітне пом'якшення.

Для запобігання корозії трубопроводів та апаратури проводиться стабілізація води, яка полягає в наданні їй властивостей, за яких вона втрачає здатність викликати корозію і відкладати солі, перешкоджає біологічному обростанню.

Стабілізація води необхідна в промислових системах оборотного водопостачання, коли через випаровування води в охолоджувальних спорудах у ній підвищується концентрація речовини. Стабілізація води в таких системах запобігає утворенню шумовиння і розвитку корозії в теплообмінних апаратах та охолоджувальних пристроях. Для стабілізації води застосовують підкислення, рекарбонізацію і фосфатування. Підкислення води полягає в додаванні до неї соляної або сірчаної кислоти. При рекарбонізації у воду вводять вуглекислоту для стабілізації карбонатів, що утримуються в ній. Для цього звичайно використовують димові гази, до складу яких входить вуглекислота. У випадку фосфатування у воду додають фосфати (гексаметафосфат натрію, тринатрій-фосфат і суперфосфат). Фосфати перешкоджають утворенню відкладень у трубопроводах і, крім того, утворюють на поверхні металу плівку, що запобігає розвиткові корозії.

Для боротьби з біологічним обростанням трубопроводів і устаткування в системах оборотного водопостачання періодично застосовують купоросування або хлорування води.



У системах промислового водопостачання для охолодження води застосовують охолоджувальні ставки, бризкальні басейни і градирні.

Охолоджувальні ставки – це штучні водойми, у хвостову частину яких скидають воду, що нагрілася, а з головної частини забирають охоложену воду. Охолодження води відбувається внаслідок її випаровування з поверхні і конвекції. Охолоджувальний ефект залежить від температури зовнішнього повітря, сили і напрямку вітру. Для охолодження 1 м<sup>3</sup> води необхідна площа ставка 15–40 м<sup>2</sup>. До недоліків ставків відносять їх заростання у результаті інтенсивного розвитку водних організмів і мінералізацію води. У зв'язку з цим ставки звичайно влаштовуються тільки в тих випадках, коли необхідне регулювання водного стоку.

Бризкальні басейни виконують у вигляді прямокутних водонепроникних резервуарів глибиною до 1,5 м. Воду, що нагрілася, розприскують по поверхні води за допомогою розпилювачів. В процесі розпилення води відбувається її охолодження.

Градирні бувають краплинними і плівковими. Найбільш поширені градирні баштового типу. Воду, що нагрівається, подають у верхню частину вежі і по жолобах розводять по всій її площі. Зрошувачем є система дерев'яних рейок. Вода з жолобів падає на розетки, розприскується і стікає вниз. Холодне повітря надходить через вікна в нижній частині зрошувача і піднімається на гору, охолоджуючи воду. Загальна висота градирень складає 30-80 м. Охолоджена вода збирається під градирнею. Площа зрошувача, що необхідна для охолодження 1 м<sup>3</sup> води, складає 0,25–0,3 м<sup>2</sup>. У плівкових градирнях вода обтікає тонкою плівкою великі поверхні зрошувача.

Застосовують також градирні зі штучною подачею повітря вентиляторами. У цьому випадку витяжна вежа не влаштовується.

Градирні виконують з дерева або з залізобетону. Під час визначення якості води враховують її фізичні, хімічні та бактеріологічні властивості. До питної води висуваються вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Залежно від якості води вододжерела вибирається схема водопідготовки.

Кожен технологічний регламент для підготовки питної води включає наступні вимоги:

#### Мікробіологічні показники

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Число мікроорганізмів в 1 дм <sup>3</sup>                      | ≤ 100 |
| 2. Число бактерій групи кишечних паличок в 1 дм <sup>3</sup> води |       |
| колі-індекс   | ≤ 3   |
| колі-титр   | ≤ 1   |

#### Токсикологічні показники

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Алюміній залишковий      | ≤ 0,5 мг/дм <sup>3</sup>    |
| 2. Берилій                  | ≤ 0,0002 мг/дм <sup>3</sup> |
| 3. Молібден                 | ≤ 0,25 мг/дм <sup>3</sup>   |
| 4. Миш'як                   | ≤ 0,05 мг/дм <sup>3</sup>   |
| 5. Нітрати                  | ≤ 45 мг/дм <sup>3</sup>     |
| 6. Поліакриламід залишковий | ≤ 2,0 мг/дм <sup>3</sup>    |

7. Свинець	$\leq 0,03$ мг/дм <sup>3</sup>
8. Селен	$\leq 0,001$ мг/дм <sup>3</sup>
9. Стронцій	$\leq 7,0$ мг/дм <sup>3</sup>
10. Фтор	$\leq 1,2$ мг/дм <sup>3</sup>

#### Органолептичні показники води

1. Запах за + 20 <sup>0</sup> С та під час нагрівання до +60 <sup>0</sup> С, в балах	$\leq 2$
2. Смак та присмак за + 20 <sup>0</sup> С, в балах	$\leq 2$
3. Кольоровість, в градусах	$\leq 20$
4. Мутність за стандартною шкалою в мг/дм <sup>3</sup>	$\leq 1,5$

#### Хімічні показники води

1. Водневий показник, рН	6,0..9,0
2. Жорсткість загальна	$\leq 7,0$ мг/дм <sup>3</sup>
3. Залізо	$\leq 0,3$ мг/дм <sup>3</sup>
4. Марганець	$\leq 0,1$ мг/дм <sup>3</sup>
5. Мідь	$\leq 1,0$ мг/дм <sup>3</sup>
6. Поліфосфати залишкові	$\leq 3,5$ мг/дм <sup>3</sup>
7. Сульфати	$\leq 500$ мг/дм <sup>3</sup>
8. Хлориди	$\leq 350$ мг/дм <sup>3</sup>
9. Сухий залишок	$\leq 1000$ мг/дм <sup>3</sup>
10. Цинк	$\leq 5,0$ мг/дм <sup>3</sup>
11. Вміст залишкового активного хлору у воді після РЧВ повинен бути в межах, що вказані в табл. 2.1	—

Таблиця 2.1. Концентрація залишкового хлору

№ п/п	Хлор залишковий	Концентрація залишкового хлору, мг/дм <sup>3</sup>	Час, який необхідний для контакту хлору з водою, в хв. не менше
1.	Вільний	0,3..0,5	30
2.	У сполуках	0,8..1,2	

В окремих випадках по вказівці органів санітарно-епідеміологічної служби допускається підвищення дози залишкового хлору в воді.

## § 2.2. Водопідготовка для забору води з поверхневих та підземних вододжерел

Метод очищення води і склад очисних споруд залежать від якості води в джерелі водопостачання, призначення водопроводу, продуктивності станції і місцевих умов. До найбільш розповсюджених методів очищення води належить освітлення і знезаражування.

Освітлення може здійснюватися відстоюванням води у відстійниках, пропуском її через завислий шар осаду в освітлювачах і фільтруванням через зернисте завантаження у фільтрах. Для поліпшення процесу відстоювання застосовують коагулювання, тобто вводять у воду хімічні реагенти (коагулянти), що, взаємодіючи з дрібними колоїдними частками, які знаходяться у воді,

утворюють агрегати злиплих часток, що швидко випадають в осад. Приготування і дозування реагенту здійснюють на установках, що входять до складу так званого реагентного господарства. Розчин коагулянту ретельно перемішується з оброблюваною водою в змішувачі. Зі змішувача вода направляється в камеру створення шумовиння, а потім надходить у відстійник, де відбувається її освітлення, тобто випадання шумовиння з адсорбованими на них зваженими частками. Якщо застосовуються освітлювачі із завислим осадом, то камера створення шумовиння не влаштовується. Знезаражування води здійснюють з метою знищення бактерій, головним чином патогенних. Найбільш розповсюдженими способами знезаражування є хлорування, озонування і бактерицидне опромінення.

Таким чином, очисна станція – це комплекс споруд, в яких вода піддається очищенню, набуваючи якості і властивості, які необхідні споживачеві. Очисні споруди, як правило, розташовують так, щоб вода могла передаватися від одної споруди до іншої самопливом.

### **Водопідготовка у випадку забору води з поверхневого вододжерела (на прикладі забору води з річки Дніпро)**

Подача води на очистку з річки Дніпро проводиться комбінованим, берегорушловим двосекційним водозабором, що суміщений з насосною станцією I-го підйому за схемою, наведеною на рис. 2.1.

З водоприймального ковша, через сітковий рибозагороджувач із чарункою 3×3 мм, двома самопливними трубопроводами  $d = 1400$  мм, отвори яких захищені решітками із металевих стержнів (розмір чарунки 150×150 мм) через засувки  $d = 1400$  мм вода поступає у дві водоприймальні камери.

В отвір перегородки між приймальною і всмоктуючими камерами встановлена металева сітка, що обертається із чарунками розміром 5×5 мм. Під час проходження води через сітки відбувається її очищення від сміття, водоростей і риби, час що попереджує руйнування обладнання.

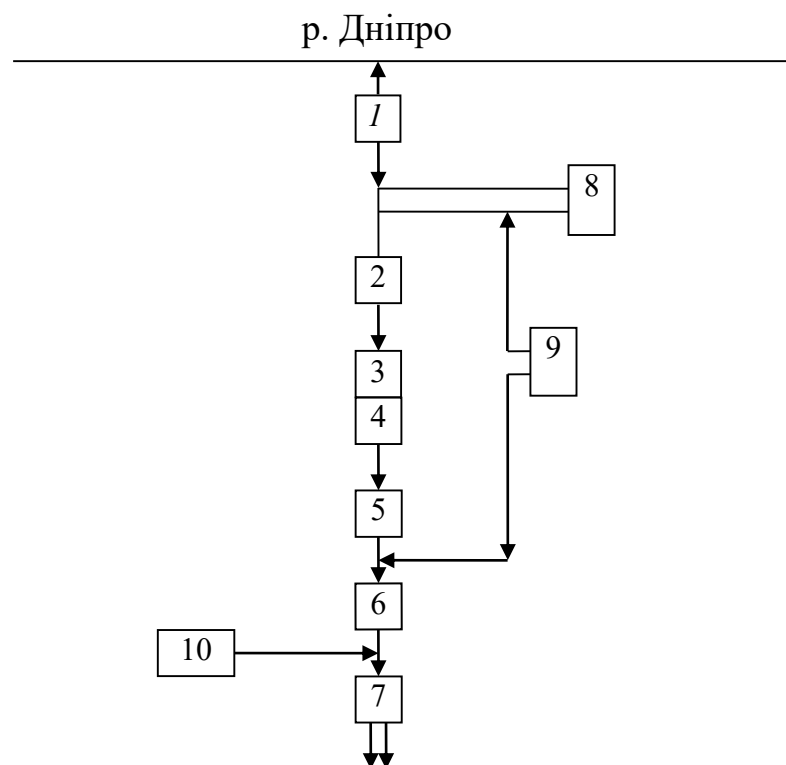
На водоприймальних вікнах берегового водозабору теж встановлені решітки з чарункою 150×150 мм, що затримують сміття. Через ці вікна забираються верхні освітлені шари паводкових вод. В час, коли їх не використовують, вони закриті шандорами.

У машинному залі НС I підйому встановлюють розрахункову кількість робочих та резервних насосів відповідно до п. 11.2 та табл. 35 ДБН В.2.5-74:2013. (В нашому прикладі встановлено 4 насоси під заливом).

Кількість всмоктувальних ліній до насосної станції відповідно до п. 11.4 повинна бути не менше двох.

Кількість напірних ліній від насосних станцій підбирають відповідно до п. 11.5.

Арматуру розміщують відповідно до п. 11.6 та п. 11.7. Діаметри труб, фасонних частин та арматури слід робити за вимогами п. 11.8 та табл. 36. На парних трубопроводах між насосом і засувкою встановлені зворотні клапани, а між насосами і камерами на всмоктувальних трубопроводах теж встановлюють засувки.



**Рис. 2.1.** Схема очищення води

1 – НС I підйому, що суміщена із комбінованим водозабором; 2 – змішувач; 3 – камера реакції; 4 – відстійники; 5 – фільтри; 6 – РЧВ; 7 – НС II підйому; 8 – реакгентне господарство; 9 – хлордозувальна; 10 – фтораторна

Для захисту машинного залу від дренажних вод використовується трьохступеневий захист, що складається із насосних агрегатів. Включення насосних агрегатів автоматично послідовне. Разом зі включенням III ступеня відкачки спрацьовує звукова і світлова сигналізація на пульті диспетчерської.

Управління насосним обладнанням насосної станції I підйому – ручне (місцеве і дистанційне з диспетчерської).

Через трубопровід  $d = 1200$  мм вода з насосної станції I підйому надходить на очищення.

В голові блоку очисних споруд розташований змішувач вихрового типу, в якому передбачено, за необхідності, примусове перемішування води з повітрям, що надходить від нагнітачів повітря реакгентного господарства через барабанну гребінку. Нагнітачі повітря вмикають у випадку пониженої температури  $\leq +12^{\circ}\text{C}$  та у разі наявності у воді  $\text{CO}_2$ .

Робочий розчин коагулянта ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 18 \text{H}_2\text{O}$ ) 10 % концентрації. Він додається через гравійний фільтр і відстійник із затворних баків у трубопровід сирієї води насосом-дозатором. Візуальний контроль за дозами здійснюється ротаметром РМ–УЗ, а дистанційний – в диспетчерській електричним ротаметром марки РЕ–10 ЖУЗ з вторинним приладом КСД 2-003. Первинне хлорування (бактерицидна обробка) води здійснюється хлорною водою з концентрацією 1,5–4 г/дм<sup>3</sup> шляхом введення у трубопровід холодної води або за 30 м до змішувача, або безпосередньо перед змішувачем. Протягом 2 хвилин перемішується вода з реагентами у змішувачі. Після змішування, через 2 засувки  $d = 800$  мм, вода

надходить до колектора сиріої води, що сполучений з чотирма камерами. Вода рівномірно розподіляється по камерах реакції і далі по відстійниках.

Важкі шумовиння залишаються в камерах реакції і створюють завислий осад висотою 3 м.

Горизонтальні відстійники використовують для осідання завислих часток на дно, у разі малих швидкостей руху води у горизонтальному напрямку (вода ще може рухатись у вертикальному або радіальному напрямках, і відповідно відстійники можуть бути вертикальні та радіальні), відносно рівномірний рух води по всьому поперечному перерізі відстійника досягається пристроєм дірчастих перегородок, водозливів, розподільних і збірних жолобів.

Для рівномірного відводу води з відстійника на відстані 1–2 м перед задньою торцевою стінкою встановлюють дірчасту перегородку. Нижню частину перегородки на 0,3–0,5 м вище зони нагромадження й ущільнення осаду роблять суцільною (без отворів).

Глибина зони осадження береться рівною 10,5–3,5 м, а ширина секції відстійника – не більш 6 м.

Днище горизонтальних відстійників має ухил до приямка для осаду, розташованого на початку відстійника. Осад, що накопичується у відстійнику, періодично видаляють або механізованим, або гідравлічним способами. Гідравлічна продувка відстійника проводиться раз на 4 доби протягом 20 хвилин. Через перфоровані жолоби осад виноситься потоком води у промколектор.

Повне спорожнення, чистка і плановий ремонт відстійників проводиться 2 рази на рік (навесні та восени).

Освітлена вода із карманів від відстійників через трубопроводи і засувки  $d = 500$  мм надходить в коридори фільтрів, а потім через вікна на швидкі одношарові з дренажем великого опору системи АКХ фільтри, після чого вода надходить до резервуарів чистої води.

В технології знезараження використовується хлор-газ, для чого рідкий хлор переводиться у газоподібний стан на спеціальних установках – випарника. Рідкий хлор надходить і зберігається в контейнерах під тиском. Дозування хлору відбувається за допомогою хлораторів у автоматичному режимі. У системі дозування хлору використовується вакууметричний тиск. За технологією хлор додається тричі – перед змішувачем, після відстійників та після фільтрів. Для зменшення у хлорованій воді вмісту хлорорганічних сполук – похідних процесу хлорування, запроваджується технологія амонізації (автоматична система приготування та дозування розчину сульфату амонію з сухих реагентів). В процесі технології обробки питна вода набуває агресивних властивостей щодо поверхні трубопроводів, якими вона рухається до споживачів. Внаслідок корозії сталевих трубопроводів питна вода насичується речовинами, що погіршують її смакові властивості.

Великі дози реагентів, що використовуються для очистки води, спричиняють зниження загальної лужності та рН питної води і утворення вільної вуглекислоти. Для запобігання цього явища проводять стабілізаційну обробку води з використанням гашеного вапна вищого сорту.

З резервуарів чистої води очищена, придатна для пиття вода, насосами насосної станції II підйому подається через водогони до міста.

### **Водопідготовка під час забору води з підземних вододжерел**

*Підземні вододжерела* – це міжпластові напірні води (водоносний горизонт знаходиться між двома шарами водоупору), безнапірні води, верховодка.

Підземна вода накопичується в тріщинах, порожнинах, порах та верхніх шарах земної кори.

Під час вибору джерела водопостачання необхідно враховувати гідрогеологічну характеристику горизонту, санітарну характеристику місцевості в районі водозабору, балансові запаси підземних вод.

Вода із свердловин піднімається глибинними насосами і системою трубопроводів подається на станцію знезалізнення (якщо вміст заліза перевищує нормативний).

Метод знезалізнення води фільтруванням оснований на властивості води, яка вміщує двовалентне залізо і розчинений кисень, під час фільтрації через зернистий шар завантаження виділяти на поверхні зерен плівку, яка складається в основному із гідрату окису заліза.

Ця плівка активно впливає на процес окислення і виділення заліза із води та значно інтенсифікує цей процес.

Знезалізнення води в завантаженні, що покрите плівкою, є гетерогенним автокаталітичним процесом, в результаті якого забезпечується безперервне оновлення плівки як каталізатора, безпосередньо під час роботи фільтра. Необхідною умовою утворення і дії плівки є наявність кисню у воді.

Метод фільтрування не потребує попереднього окислення двовалентного заліза на спеціальних спорудах.

Процес утворення плівки супроводжується поступовим зниженням концентрації заліза у фільтрі. Проходить «зарядка» завантаження, після завершення якої досягається повний і стабільний ефект знезалізнення. Термін зарядки залежить від якості води, параметрів завантаження і швидкості фільтрування.

#### *Схема установки:*

Вода насосами із свердловини подається на аератори фільтрів, де збагачується киснем, проходить зверху вниз через шар фільтруючого завантаження і через дренаж фільтру відводиться в резервуар чистої води. На шляху до резервуара воду хлорують.

#### *Промивання фільтрів:*

Відключення фільтрів на промивання проводиться у разі досягнення граничної втрати напору, тобто коли починається перелив.

В окремих випадках необхідність промивання може бути викликана погіршенням якості фільтрату (підвищення вмісту заліза вище 0,3 мг/л).

Промивання фільтрів проводиться водою та повітрям – роздільною водоповітряною системою.

Вода на промивання подається з інтенсивністю 15...16 л/с/м<sup>2</sup>.

Подача повітря проводиться від повітродувки марки РМК–4 через повітропровід у повітряну розподільчу систему. Інтенсивність подачі повітря 29,6 л/с/см<sup>2</sup>.

Витрати води на власні потреби складають 1,2 % потужності фільтрів за швидкості фільтрування  $V = 25$  м/год.

Перший фільтрат після промивання фільтрів необхідно скинути в каналізацію.

Час скидання води 10 хвилин з об'ємом 76 м<sup>3</sup>.

*Порядок промивання:*

- закрити засувку подачі води на фільтр та засувку трубопроводу, що відводить фільтрат;
- відкрити промивну засувку;
- промивати тільки водою протягом 1 хвилини;
- включити повітродувку та одночасно відкрити засувку на повітряно-розподільчу систему;
- промивати фільтр водою і повітрям протягом 12 хвилин;
- відключити повітродувку і одночасно перекрити засувку на повітряну розподільчу систему;
- промивати тільки водою протягом 3 хвилин.

Щоб не сталось виносу на фільтр залізовмісних відкладень, які можуть накопичитись у подавальному трубопроводі від свердловини до фільтрів, подачу води на фільтр слід починати за 1 хвилину до закінчення промивання, щоб перші порції води поступали в каналізацію.

*Після промивання фільтру:*

- закрити промивну засувку на подавальному трубопроводі;
- відкрити засувку на подавальному трубопроводі;
- відкрити засувку скидання першого фільтрату на 10 хвилин;
- закрити засувку скидання першого фільтрату;
- відкрити засувку на трубопроводі фільтрованої води.

*Завантаження фільтру:*

Ревізія завантаження проводиться не рідше 1 разу на рік. При цьому видаляється частина завантаження з невідмитими забрудненнями та досипається чисте фільтрувальне завантаження, щоб шар завантаження був не менший 2,4 м.

Первинне завантаження фільтру складається із шару 400 мм щебеню фракції 20–40 мм та із шару 2000–2100 мм щебеню фракції 5–10 мм.

### **Порядок відбору проб та проведення лабораторного контролю**

1. Аналіз вихідної води на вміст загального заліза проводиться 1 раз на добу.
2. Аналіз води з поверхні фільтру на вміст загального та окисного заліза – 4 рази на добу.
3. Аналіз очищеної води на загальний вміст заліза – 1 раз на добу.
4. Бактеріологічний аналіз очищеної води – 1 раз на добу.

### § 2.3. Водопідготовка у випадку надзвичайних ситуацій

З метою створення умов безпечного проживання населення на території з підвищеним техногенним навантаженням та ризиком виникнення надзвичайних ситуацій здійснюються заходи інженерного захисту території з розробкою комплексних систем захисту населених пунктів та об'єктів від небезпечних природних процесів шляхом організації будівництва протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення. Відповідно до ст. 17 Закону України «Про правові засади цивільного захисту» під час надзвичайних ситуацій необхідно проводити контроль за якістю харчових продуктів і продовольчої сировини, питної води і джерел водопостачання.

Відповідно до ДБН В.2.5-74:2013 основні способи хімічної обробки води призначають відповідно до показників якості води (табл. 2.2).

У випадку виведення з ладу водозабору можна використати плавучий водозабір-освітлювач. Плавучі водозабори-освітлювачі призначені для освітлення високомутних вод поверхневих вододжерел із вмістом мулистих завислих часток від 1500 до 20000 мг/л (потужність освітлювача знижується на 30 %). Орієнтовно водозабір-освітлювач очищує 100 тис. м<sup>3</sup>/добу.

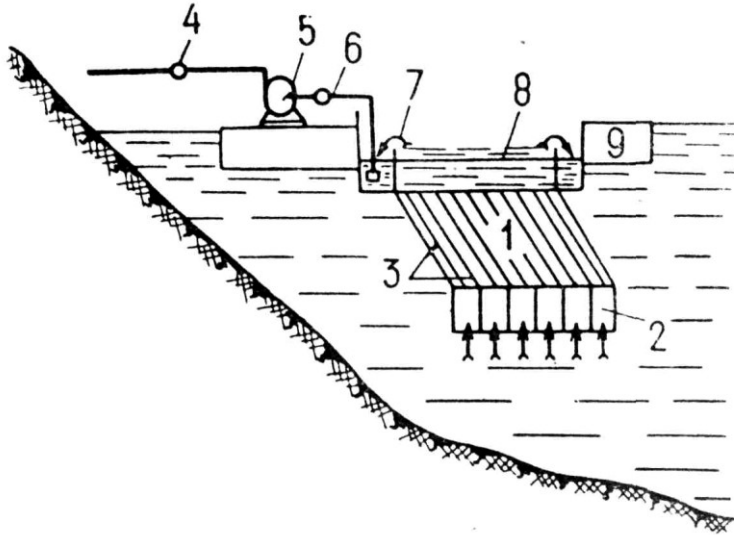
Таблиця 2.2. Хімічні способи обробки води

Показники якості води	Спосіб обробки	Реагенти, що рекомендуються
Мутність	Коагулювання, обробка флокулянтами	Коагулянти (Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> сульфат алюмінію – глинозем, хлорне залізо тощо
Бактеріальне забруднення	Хлорування, озонування	Хлор, озон, гідрохлорити, срібло, ультрафіолет, опромінення
Надлишок фтору (>1,5 мг/л)	Знефторення	(Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> - глинозем
Надлишок заліза	Аерація, хлорування, коагулювання, катіонування	Хлор, вапно, сода, коагулянти
Надлишок солей жорсткості	Декарбонізація, вапняно-содове пом'якшення	Вапно, кальціонована сода, коагулянти (хлор, залізо чи залізний купорос), поварена сіль, сірчана кислота.

Плавучий водозабір-освітлювач – це прямокутна в плані ємність без донної осадової частини, яка обладнана похилими тонкошаровими елементами у вигляді пакета трубок чи пластин (полиць).

У днищі освітлювача до країв тонкошарових каналів прикріплені вертикальні поперечні та продовгуваті перегородки, що утворюють комірчасті блоки (решітки). Плавучий освітлювач оснащений жолобами для збору освітленої води, з яких вона поступає в збірний «карман», що з'єднаний за допомогою гнучкої труби чи шарнірного приладу із всмоктуючими лініями плавучої насосної станції. Тонкошаровий водозабір-освітлювач утримується на плаву завдяки понтону.





**Рис. 2.2.** Плаваючий водозабір-освітлювач:

1 – обійма тонкошарових елементів; 2 – комірчаста решітка; 3 – тонкошарові елементи;  
4 – шарнірний з'єднувальний пристрій; 5 – плавуча насосна станція; 6 – гнучкий з'єднувальний пристрій; 7 – «карман» збору освітленої води; 8 – жолоби для збору освітленої води; 9 – понтон

Гранично допустима продуктивність плаваючого освітлювача визначається на основі поданого нижче відношення, що відповідає дійсним правилам охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами:

при цьому

$$\frac{(C_3 - C_0) \cdot 100}{C_0} \leq 5\% ,$$

$$C_3 = \frac{C_0 Q_0 - C_{осв} Q_{осв}}{Q_0 - Q_{осв}} , \quad (2.1)$$

де  $C_3$  – концентрація завислих часток у вододжерелі після водозабору,  $г/м^3$ ;  
 $C_0$  – концентрація завислих часток у вододжерелі,  $г/м^3$ ;  
 $Q_0$  – витрата води у вододжерелі,  $м^3/с$ ;  
 $C_{осв}$  – концентрація завислих часток у воді, що збирається водозабором,  $г/м^3$ ;  
 $Q_{осв}$  – кількість води, що забирається з вододжерела,  $м^3/с$ .  
 Для розрахунків величину  $C_{осв}$  слід вважати рівною 30–50 %  $C_0$ , концентрації слід виражати в  $г/м^3$ , а витрати – в  $м^3/с$ .

Площу плаваючого освітлювача  $F$ ,  $м^2$ , слід визначати за формулою:

$$F = \beta \frac{Q}{3,6 v_{кр} \cos \alpha} , \quad (2.2)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, що враховує товщину тонкошарових елементів ( $\beta = 1,1-1,4$  залежно від товщини стінок тонкошарових каналів);  
 $Q$  – продуктивність плаваючого освітлювача,  $м^3/год$ ;  
 $\alpha$  – кут нахилу тонкошарових каналів,  $45-60^\circ$ ;  
 $v_{кр}$  – критична швидкість руху потоку в нахилених каналах,  $мм/с$ :  
 $v_{кр} = k \cdot u_0$ ,

де  $k$  – коефіцієнт, рівний 40 – 60;  
 $u_0$  – швидкість випадання завислих часток, приймається 0,12–0,15 мм/с.  
 Під час розрахунку тонкошарових елементів слід виходити з умови:

$$\frac{l}{H} \quad \text{береться рівним 15–20;}$$

$$Re = \frac{v_{кр} H}{\nu} \leq 500 \quad (2.3)$$

де  $l, H$  – відповідно довжина та висота нахилених елементів, мм;

$Re$  – число Рейнольдса;

$\nu$  – кінематична в'язкість води, що залежить від її температури, м<sup>2</sup>/с.

Висоту  $H$  слід приймати рівною 4–10 мм (переважно 6–8 мм).

Великочарункові решітки мають вічка 30x30 см, що встановлюються в нижній частині водозабору освітлювача.

Решітка захищає тонкошарові канали і вирівнює потік води перед входом до них. Відстань від низу решітки до дна водоймища в місці водозабору повинна бути не менше 120 см.

Збір освітленої води цілеспрямовано здійснюють за допомогою жолоба з трикутними водозливами та кутом  $\alpha = 90^\circ$ . Відстань між осями жолобів  $l_{ж} = 2,5–3,0$  м. Поперечний переріз одного жолоба  $F_{ж}$ , м<sup>2</sup>, слід визначати за такою формулою:

$$F_{ж} = \frac{Q}{n_{ж} v_{ж}}, \quad (2.4)$$

де  $Q$  – витрата води, що подається плавучим водозабором-освітлювачем, м<sup>3</sup>/с;

$n_{ж}$  – кількість жолобів;

$v_{ж}$  – швидкість руху води на виході із жолобів, рівна 0,5 – 0,6 м/с.

Для водозабору малої продуктивності (до 10 – 15 тис.м<sup>3</sup>/добу) збір освітленої води може здійснюватись периферійними чи радіальними жолобами. Для рівномірного збору води жолобами відстань між верхом тонкошарових елементів та низом трикутних вирізів водозливів у жолобах повинна бути 35 – 50 см.

Відмінність відміток рівня води у вододжерелі та в збірній «кишені» складає 5–10 см.

Конструкція понтона плавучого водозабору-відстійника повинна забезпечувати стійкість споруди. Під час розрахунку понтона слід враховувати гідроморфологічний режим потоку, хвильові коливання і т.д.

Знезаразити освітлену воду можна за допомогою бактерицидних ламп, шляхом озонування, традиційним шляхом – додаванням хлору. Знезараження води можна проводити прямим електролізом – це різновид хлорування. Цей метод полягає в прямій дії електроструму на воду, що подається знизу вверх під тиском в електролізер. Електроди знаходяться під постійною напругою. Під дією електроструму із хлоридів, що є у воді, утворюється активний хлор, який і обеззаражує воду в потоці.

Такий спосіб можна використовувати, якщо у воді вміст хлоридів  $\geq 20$  мг/л, а жорсткість води не більше 7 мг – екв./л.

Є ще електролізні установки для обеззараження води. Із розчину поваренної солі виготовляється гіпохлорид натрію ( $\text{NaClO}$ ), який є сильним окислювачем. По своїй бактерицидній ефективності він прирівнюється до рідкого хлору, вапна та порошкового гіпохлориду кальцію.

Для очистки води від сірководню розроблені аераційний, хімічний та біохімічний метод.

### Аераційний метод

Аераційний метод видалення сірководню допускається застосовувати у випадку вмісту сірководню до 3 мг/л чи продуктивністю установки до 500 м<sup>3</sup>/добу.

Видалення сірководню аерацією слід здійснювати в дегазаторах з дерев'яною хордовою насадкою (градирнях).

Технологічні параметри роботи дегазаторів визначаються розрахунком. Для попереднього оцінювання слід брати навантаження, що є рівним 30 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>год) на градирню, витрата повітря – 30 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup>, висоту шару насадки – 3 м.

Ефективність видалення сірководню під час аерації води в дегазаторах  $E$  залежить від її рН і не перевищує значень, що вказані в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 Ефективність видалення сірководню

рН	6,0	6,5	7,0	7,5
$E$ , %	90	80	60	40

Дегазатори слід розташовувати на відкритому повітрі чи в приміщенні. Сірководень токсичний, у разі концентрації суміші сірководню в повітрі 4,3–46% є вибухонебезпечним, тому приміщення дегазаторів слід обладнати витяжно-припливною вентиляцією з 12-кратним обміном повітря.

### Хімічний метод

Хімічний метод очистки води від сірководню слід застосовувати, якщо вміст сірководню до 10 мг/л. Метод оснований на реагентному окисленні сірководню, коагуляції і фільтруванні через швидкі фільтри.

Для окислення сірководню застосовують хлор чи хлоровмісні окислювачі, озон, перманганат калію, а також електрохімічний метод.

Дози окислювачів та переважаючі продукти реакції наведені в табл. 2.4.

Під час визначення загальних витрат реагентів-окислювачів для обробки води необхідно враховувати їх споживання також іншими (крім сірководню) сполуками, що окислюються, які знаходяться у воді.

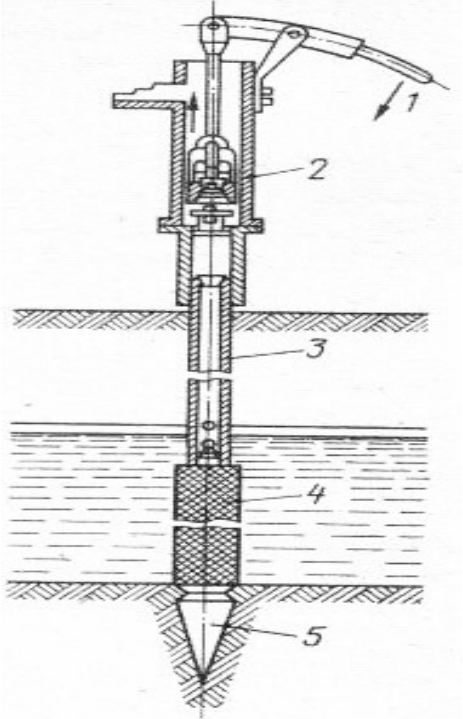
Таблиця 2.4. Дози окислювачів

Реагент	Доза реагенту, мг на 1 мг сірководню	Переважаючі продукти реакції
Хлор	5	Сірка
	8,4	Сульфати
Озон	1,4	Сірка
	1,9	Сульфати
Перманганат калію	3	Сірка
	6,2	Сульфати

Розподільвачі та змішувачі реагентів з водою слід застосовувати закритого типу. Фільтри необхідно проектувати з водоповітряною промивкою, беручи дозу коагулянту на основі дослідних визначень. Орієнтовно вона може бути взята 25 – 30 мг/л за безводним сірчаноокислм алюмінієм.

### Обеззараження води в колодязях

З гігієнічної точки зору найпридатнішим вважається водопостачання з артезіанських свердловин. Але там, де це з яких-небудь причин неможливо, наприклад, користуються буровими (трубчастими) колодязями (Рис. 2.3).



**Рис. 2.3.** Буровий (трубчастий) колодязь: 1 – рукоятка; 2 – водорозбірна колонка з поршневым насосом; 3 – обсадні труби малого діаметра; 4 – сітчастий фільтр; 5 – пірамідальний наконечник

Вони зручні в експлуатації, хоча деколи обходяться дорожче за інші вододжерела. Річ у тому, що, наприклад, артезіанська свердловина забезпечує водою тривалий час, тоді як бурові колодязі часто виходять з ладу і їх доводиться неодноразово обладнувати наново.

Як же споруджують бурові колодязі? Для них вибирають місце не ближче ніж 15–20 метрів від джерел можливого забруднення. Будується буровий колодязь за допомогою труб діаметром 100–150 міліметрів глибиною від 10 до 20 метрів.

Щоб вода в колодязі не забруднювалася, навкруги нього роблять бетонну або глинощобеневу відмостку. Якщо через якийсь час свердловина вийде з ладу, її слід обов'язково тампонувати і закрити. Цим унеможливується забруднення підземних вод.

Найпоширенішими пристроями для отримання підземних вод в сільській місцевості до цих пір є колодязі.

У селах Молдови колодязі можна побачити не тільки у дворі, але і на вулиці, і на узбіччі дороги, і в полі. Ці ажурні споруди, чи то висічені з білого каменя, чи то прикрашені витіюватим різьбленням по дереву, – не музейна приналежність і не надбаня художньої виставки. Але вони, немов би будучи складовою частиною місцевого пейзажу, викликають у жителів позитивні емоції, які, як відомо, дуже потрібні людині для зміцнення здоров'я.

Надвірні колодязі споруджуються за допомогою спеціальних землерийних машин. Ще недавно, щоб вирити в селі колодязь, ціла бригада повинна була трудитися протягом декількох днів, а то й тижнів. Тепер на це йде всього один-два дні. Використовують для цього так званій копач шахтних колодязів, який може за добу вирити колодязь діаметром близько півтора метри і глибиною до 20 метрів. Роботи закінчуються тим, що в готову шахту за допомогою крана опускаються залізобетонні кільця, встановлюється зруб, і колодязь готовий. Щорічно за допомогою вказаних шахтокопачів у селах споруджують сотні

колодязів. Вони обходяться замовникам в три-чотири рази дешевше і є набагато надійнішими в експлуатації, ніж відриті вручну.

Про один цікавий колодязь варто розказати докладніше. Кожний, хто побуває в селі Яківці під Полтавою, там, де в червні 1709 року «пролунав бій, Полтавський бій», не забуде випити стакан холодної, смачної води з Петровського колодязя.

Легенда говорить, що цей колодязь викопав власноручно Петро Перший під час боїв під Полтавою. На місці колодязя з-під землі било джерело. Чутка про смакові і цілющі якості води з Петровського колодязя переходить з покоління в покоління. У наш час фахівці курортології встановили, що вода ця насичена мінеральними солями і належить до типу нарзанових. Ну а геологи визначили, що запаси води тут по суті невичерпні, оскільки під колодязем знаходиться підземне озеро.

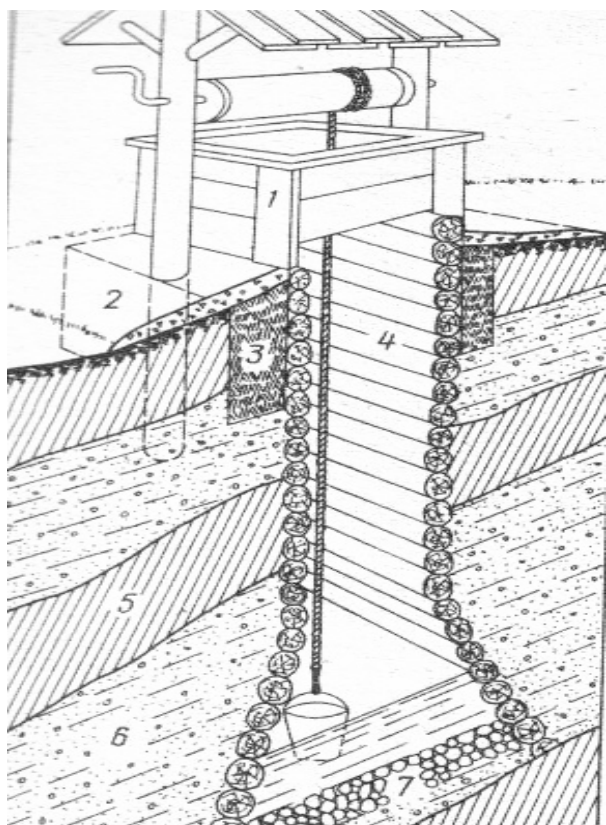
Полтавчани надають велику увагу Петровському колодязю. За 268 років його існування неодноразово замінювався зруб. Спочатку він був сплетений з лози, потім його виготовляли з осики, берези, а кілька років тому замінили на дубовий.

Тепер поговоримо про якість колодязної води, яка значною мірою залежить від правильного вибору місця для устрою колодязя. Краще всього викопати колодязь на підвищеній ділянці, яка не затопляється під час паводків і сильних злив, і не менше ніж на 20 метрів віддалена від вбиралень, вигрібних ям, скотних дворів і стічних каналів. Не рекомендується розташовувати колодязі загального користування в місцях великого скупчення людей і худоби, наприклад, посеред ринкової площі або на узбіччі дороги жвавих проїжджих вулиць, тобто на ділянках, де ґрунт піддається найсильнішому забрудненню.

Для облицьовування шахтного колодязя рекомендується використовувати бетонні або залізобетонні кільця, оскільки вони найбільш надійно захищають воду від потрапляння в неї забруднень з ґрунту, особливо з його поверхневих шарів. Якщо цих матеріалів немає, можна зробити дерев'яний зруб з найміцніших порід дерев: модрини, сосни, вільхи, в'яза. Колоди для зрубу потрібно вибирати з непошкодженого дерева діаметром не менше 15 сантиметрів. Колоди перед використанням витримують біля півроку для того, щоб вони добре просохли.

Щоб запобігти потраплянню в колодязь поверхневих забруднених вод, зруб колодязя повинен підноситися над землею приблизно на метр (рис. 2.4.). Навкруги колодязя потрібно укласти шар жирної, добре пром'ятої і пошарово утрамбованої глини на глибину півтора-два метра і ширину півметра. Шар цей, званий «глиняним замком», перегороджує доступ забрудненим водам. Поверх «глиняного замка» роблять відмостку – бетонний настил з ухилом у бік від колодязя.

Для збереження чистоти води в колодязі його дно засипають шаром гравію, а нижню частину зрубу колодязя роблять у вигляді розтруба або шатра. Такі шатрові зруби значно збільшують накопичення води в колодязі; при цьому вода не стає каламутною навіть під час посиленого водокористування.



**Рис. 2.4.** Устрій колодязя: 1 – надземна частина – зруб; 2 – відмостка для стоку води; 3 – «глиняний замок»; 4 – підземна частина; 5 – водотривкий глиняний шар; 6 – водоносний шар; 7 – фільтрувальний шар гравію

Колодязь повинен мати кришку і навіс. Абсолютно неприпустимо брати воду із загального колодязя відром, яке приносять з собою з будинку. Відомі випадки, коли жителі, в будинку яких знаходилися хворі, черпаючи воду власним відром, заносили в колодязь збудників черевного тифу, дизентерії та інших кишкових інфекційних захворювань. От чому кожний шахтний колодязь повинен мати окреме відро.

В безпосередній близькості від колодязя категорично забороняється поїти худобу.

Важливою умовою, що забезпечує доброякісність колодязної води, є правильна експлуатація колодязя. Після закінчення будівництва або ремонту колодязя, а також у тому випадку, коли колодязною водою довго не користувалися, необхідно провести дезінфекцію колодязя.

Дезінфекцію колодязя (як споруди) потрібно відрізнити від хлорування самої води в колодязі. Це окремі стадії дезінфекції, і плутати їх не слід. Перед дезінфекцією колодязя спочатку потрібно відкачати воду, потім очистити колодязь від будівельного сміття і забруднень і протерти або рясно окропити стінки трипроцентним розчином очищеного хлорного вапна. Для приготування такого розчину беруть 300–400 грамів сухого хлорного вапна і розводять його у відрі води. Після того, як колодязь знов наповниться до первинного рівня, в нього заливають розчин хлорного вапна, приготований з розрахунку кілограм на 80–100 відер води.

Природно, потрібно визначити об'єм води в колодязі. Для цього площу дзеркала води множать на висоту стовпа води, яку заміряють, опустивши в колодязь жердину або мотузок з вантажем. По довжині змоченого кінця встановлюють висоту стовпа води. Площу дзеркала води в колодязі визначають вимірюванням двох його сторін.

Розрахунок об'єму води в колодязі проводять таким чином. Припустимо, що глибина води в колодязі сім метрів, а ширина кожної з двох сторін зрубу дорівнює метру. При множенні всіх вказаних величин одержимо об'єм води в колодязі – сім кубічних метрів або 7000 літрів. Для дезінфекції такої кількості води потрібно два кілограми 800 грамів сухого хлорного вапна.

Розчин для дезінфекції готують так: хлорне вапно ретельно розтирають у невеликій кількості води, поки не утворюється кашка, яку потім переливають у

відро, додають води, добре перемішують і дають відстоятися. Підготовлений білий розчин заливають в колодязь і перемішують жердинами протягом 10–15 хвилин. Після цього колодязь закривають кришкою на шість – вісім годин. Брати воду в цей час не можна. Після закінчення шести–восьми годин з колодязя відкачують воду, причому до тих пір, поки не зникне запах і присмак хлору.

При проведенні хлорування потрібно стежити за якістю хлорного вапна, яка значною мірою залежить від тривалості і способу його зберігання. Хороше хлорне вапно має вид порошку і сильно пахне хлором. Вапно, яке довго і неправильно зберігалось, підмочене або насичене вологою з повітря втрачає запах, позбавляється дезінфікуючих властивостей, перетворюється на кашку. Діючою активною частиною хлорного вапна є активний хлор. В середньому в хлорному вапні міститься 20–25 % активного хлору. Таким чином, тільки четверта-п'ята частина хлорного вапна є діючою.

Про ефективність хлорування можна судити по запаху. Якщо після дезінфекції вода абсолютно не пахне хлором, необхідно повторити хлорування, приблизно втричі збільшивши дозу хлору. Після остаточної дезінфекції воду відкачують, поки присмак хлору не зникне.

Дезінфекція колодязя повинна проводитися під *керівництвом медичного працівника*. Слід пам'ятати, що одна тільки дезінфекція колодязя – без попереднього його очищення і ремонту – недостатній захід для поліпшення якості води.

Чистити колодязь необхідно щорічно, оскільки з часом дно його замулюється, вода починає псуватися і може з'явитись неприємний запах. Крім того, в колодязь можуть потрапити різні речовини, які здатні розкладатися і загнивати.

Під час чищення колодязя, особливо глибокого, потрібно дотримуватися обережності, щоб уникнути нещасних випадків. Слід перевірити, чи не накопичились на дні колодязя шкідливі гази. Для цього в колодязь опускають відро із запаленою свічкою. Якщо там є гази, свічка гасне. Потрібно перевірити також, чи добре укріплений комір, чи міцний канат. Людина, що спускається для чищення колодязя, повинна обв'язати себе товстим мотузком по поясу і під пахвами.

У разі виникнення в населеному пункті кишкових інфекційних хвороб, а також у випадку поганого санітарного стану колодязя може виникнути небезпека зараження води. При цьому як тимчасовий захід до припинення спалаху кишкових інфекційних захворювань або до приведення колодязя в належний санітарний стан доцільно воду в колодязі хлорувати щоденно.

Доза активного хлору для знезараження води потрібна у багато разів менша ніж для хлорування колодязя як споруди – не 100–150, а чотири-п'ять міліграмів на літр. Проте для того, щоб хлорування води було достатньо ефективним, слід більш точно визначати необхідну дозу хлору.

Робиться це так: в три стакани наливають по 200 мілілітрів води з колодязя. В перший стакан закачують піпеткою дві краплі однопроцентного розчину хлорного вапна (10 грамів хлорного вапна на літр води), в другу – чотири краплі і в третій стакан – шість крапель. Воду в стаканах добре перемішують склянкою

паличкою, закривають кришками і залишають на 30 хвилин (влітку) або на одну годину (взимку). Після закінчення вказаного часу досліджують воду на запах, починаючи з того стакана, в який було додано менше всього розчину. Необхідною для хлорування **приймається** та доза, від якої вода придбала слабкий запах хлору. Якщо ні в одному із стаканів вода не матиме запаху хлору, потрібно повторити хлорування, застосовуючи більші дози хлору. Приведемо приклад розрахунку потрібної кількості однопроцентного розчину хлорного вапна для знезараження одного кубічного метра води в колодязі. Припустимо, що слабкий запах хлору з'явився в другому стакані, куди було додано чотири краплі однопроцентного розчину хлорного вапна. Звідси на хлорування літра води піде 20 крапель. На один кубічний метр води (1000 літрів) піде  $20 \text{ крапель} \times 100 = 20\,000$  крапель. В одному мілілітрі одновідсоткового розчину хлорного вапна міститься 25 крапель. Отже, для хлорування 1000 л води необхідні  $20\,000:25 = 800$  мілілітрів одновідсоткового розчину хлорного вапна.

Потрібно враховувати, що необхідний ефект хлорування води в колодязі може бути досягнутий тільки у разі точного співвідношення дози хлору і об'єму знешкоджуваної води. Оскільки вода з колодязя постійно відбирається, а на її місце з водоносного горизонту поступає нова, концентрація хлору знижуватиметься. Тому розчин хлорного вапна в колодязну воду доводиться систематично додавати, що становить певні труднощі.

Останніми роками розроблений метод безперервного хлорування води колодязів за допомогою так званих дозуючих патронів, які виготовляють зі спеціальної пористої кераміки (шамотна глина). Патрони наповнюють хлорним вапном, закривають гумовою пробкою і підвішують в колодязі приблизно на півметра нижче за рівень води. Через пористі стінки посудини активний хлор надходить у воду і забезпечує її знезараження протягом 30–90 днів. Тривалість роботи патрона залежить від його місткості і об'єму води в колодязі. Коли концентрація активного хлору у воді знизиться, потрібно заповнити його свіжим хлорним вапном, і дезінфекція може бути продовжена. Вказані дозуючі патрони можна придбати в магазинах, де продаються дезінфекційні засоби.

Проте необхідно мати на увазі, що проводити знезараження води за допомогою дозуючих патронів дозволяється тільки громадським санітарним інспекторам під контролем працівників санітарно-епідеміологічної станції.

Значно складніше забезпечити задовільну якість питної води в умовах арікового водопостачання, де вода містить велику кількість мулі й завислих речовин, а часто має і значне бактеріальне забруднення. В цих умовах необхідно мати навички правильного водокористування, знати найпростіші методи очищення і знезараження води в домашніх умовах.

Для очищення невеликих кількостей води від мулі та завислих речовин воду наливають в діжки або інші ємності, де вона відстоюється протягом 10–12 годин. Чисту воду відсмоктують через верхній край діжки сифоном. Для цього в діжку опускають гумову трубку невеликого діаметру так, щоб її кінець був на 15–20 сантиметрів вище за рівень осаду на дні бочки. Потім через вільний кінець трубки відсмоктують повітря до тих пір, поки не піде струмінь води, після чого опускають трубку у відро або іншу ємність, куди збиратиметься відстоювана вода.



Для фільтрації води можуть застосовуватися фільтри-бочки, на дно яких укладається шар хмизу з висотою три–чотири сантиметри, потім гравій і щебінь (5–10 сантиметрів) і, нарешті, пісок (40–50 сантиметрів). Шар піску періодично промивають або замінюють новим. Профільтровану воду випускають через отвір у дні бочки.

Одним із основних методів знезараження води в домашніх умовах є кип'ятіння. Кип'ятіння води протягом 5–10 хвилин забезпечує загибель збудників кишкових інфекційних захворювань, що потрапили до неї.

З давніх часів відомо, що знать пила із срібних чаш і їла із срібного посуду. Коли в сім'ї народжувалась маленька дитина, на час появи першого зубчика дарувалась срібна ложечка і чаша, бо дитина могла погодувати улюблену тваринку і сама поїсти нею з однієї ложки, а срібло вбиває всі бактерії.

У християнських храмах стоїть срібна купіль для хрещення дітей, срібна ложечка для причастя та срібна чаша для вина. Взимку освячується срібними хрестами вода, яка цілий рік має цілющі властивості. Ось тому можна будь-якими виробами із срібла знезаражувати воду.

Для миття овочів, фруктів та інших продуктів можна використати воду з додаванням декількох кристалів марганцевокислого калію (перманганату калію).

Універсальним антидотом є вугілля. На початку XVII століття було виявлено, що розчини солей під час проходження через вугілля втрачають метали. Навіть сильнодіючі отрути адсорбуються на вугіллі. Один грам вугілля може зв'язати сотні міліграм сулеми та стрихніну, тому для знезараження воду можна профільтрувати через шар активованого вугілля. Якщо активованого вугілля немає, спалюємо березу і використовуємо вугілля, що утворилось.

У польових умовах воду можна знезаразити однопроцентним розчином хлорного вапна. Для виготовлення такого розчину беруть три чайні ложки свіжого хлорного вапна і розтирають в невеликій кількості води до утворення кашки. Потім додають ще воду з таким розрахунком, щоб вийшов один літр розчину. Його переливають у посуд, збовтують і фільтрують. Для знезараження одного відра води достатньо взяти дві столові ложки однопроцентного розчину хлорного вапна. Хлоровану таким чином воду можна використовувати для пиття через 30–40 хвилин. Розчин хлорного вапна потрібно берегти в темному місці, у щільно закритому посуді і використовувати протягом трьох-п'яти днів.

## **§ 2.4. Норми та режими водоспоживання**

Благоустрій будівель та підвищення життєвого рівня людей обумовлюють зміну кількості витраченої води. Тому норми водопостачання періодично переглядаються.

Під час проектування систем водопостачання в першу чергу визначають скільки води і якої якості необхідно подавати конкретному об'єкту (населенню, промислового підприємству, об'єкту сільськогосподарського призначення тощо).

Вода витрачається різними споживачами на різноманітні потреби.

Напрямки водопостачання:

1. *Витрати води на господарсько-питні потреби населення.* До цієї категорії належать витрати води, необхідні для:

- вирішення побутових потреб людей (пиття, приготування їжі, прання білизни, особисту гігієну та ін.);
- забезпечення благоустрою населеного пункту, промислового об'єкту (поливання вулиць, тротуарів, зелених насаджень, робочих фонтанів, полив теплиць тощо);
- вирішення потреб працівників на промислових об'єктах (особиста гігієна, приготування їжі тощо).

2. *Витрати води на виробничі потреби:*

На підприємствах промисловості, транспорту, енергетики, сільського господарства та іншого для:

- виготовлення різних виробничих матеріалів;
- промивання продукції;
- охолодження;
- пароутворення;
- конденсації пари тощо.

3. *Витрати води для пожежогасіння:*

Під час гасіння пожежі водопровідні споруди повинні пропускати одночасно об'єм води, що необхідний для пожежогасіння і задоволення господарсько-питних і виробничих потреб.

*Норми водоспоживання – це та кількість води, яка необхідна для забезпечення потреб (господарсько-питні, виробничі, на гасіння пожеж).*

Всі норми визначаються за ДБН В.2.5-74:2013 та ДБН В.2.5-64:2012.

Використання води водоспоживачами протягом години, доби, тижня, місяця, року нерівномірне.

Середнє значення подачі води водоспоживачам визначається згідно з рис. 2.5. за формулою 2.5.

$$Q_{cp} = \frac{Q_{max}}{24} = 100\% = 4,17\% \quad (2.5)$$

Величина добового коефіцієнта залежить від ступеня благоустрою будинку. Зі збільшенням ступеня благоустрою коефіцієнт добової нерівномірності зменшується.

На промислових підприємствах коефіцієнт добової нерівномірності господарсько-питного водоспоживання вважають рівним одиниці, тобто вважають, що водоспоживання рівномірне протягом року. Нерівномірність споживання виробничої води залежить від побраної технології, кількості продукції, що виробляється, а для деяких – від пори року. Останнє стосується насамперед до виробництв, що витрачають воду на охолодження. Коефіцієнт добової нерівномірності споживання виробничої води встановлюють технологи відповідних виробництв.

Протягом доби споживання води також нерівномірне: уночі воно менше ніж удень. Коливання споживання води по годинах доби залежить від розрахункового

числа мешканців. Чим менший населений пункт, тим нерівномірність більша. Споживання води змінюється і протягом години. Однак для спрощення розрахунків умовно вважають, що протягом години споживання води залишається незмінним.

Нерівномірність водоспоживання визначається як співвідношення максимальних добових витрат до середніх.

$$K_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{max доб}}}{Q_{\text{сер доб}}} \quad (2.6)$$

Коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання визначається за формулою:

$$K_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{max год}}}{Q_{\text{сер год}}} \quad (2.7)$$

Значення коефіцієнтів нерівномірності водоспоживання беруть залежно від категорії міст:

- для малих міст  $K_{\text{год}} = 1,5$ ;
- для середніх міст  $K_{\text{год}} = 1,35$ ;
- для великих міст  $K_{\text{год}} = 1,25$ .

Для врахування нерівномірностей водоспоживання будують розрахункові графіки водоспоживання згідно з ДБН В.2.5-74:2013 п. 6.1.6.

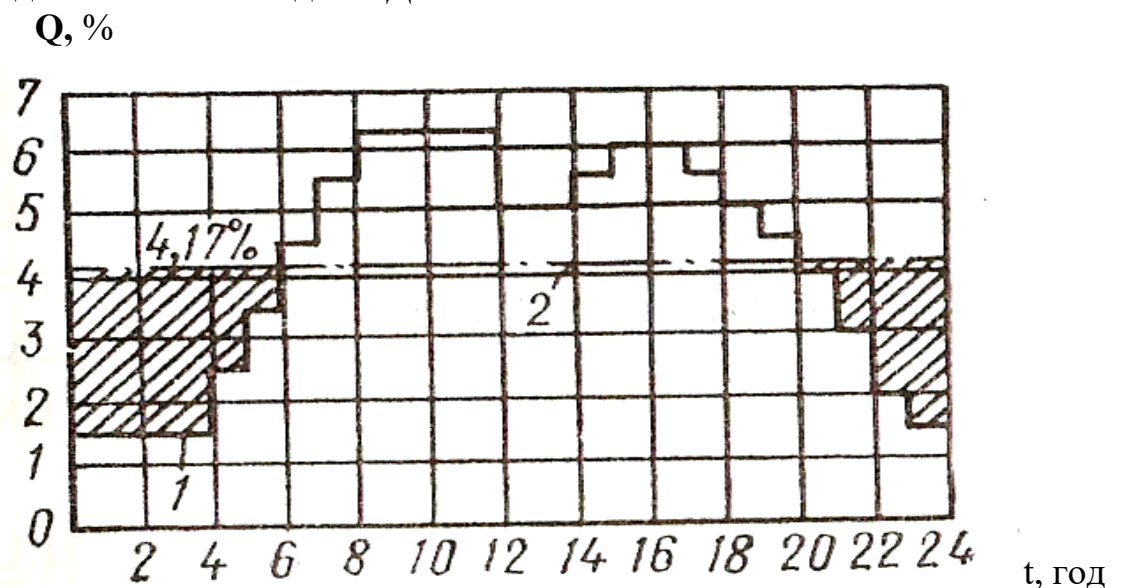


Рис. 2.5а. Ступінчатий графік водоспоживання

Режим водоспоживання, тобто зміну витрати води по годинах доби, заведено представляти у вигляді таблиць або графіків. Графіки водоспоживання бувають ступінчастими та інтегральними. На рис. 2.5а наведений ступінчатий графік водоспоживання. На цьому графіку по осі ординат відкладені значення годинної витрати у відсотках добової витрати. Іноді годинну витрату виражають не у відсотках, а в кубічних метрах. Як видно з рис. 2.5а, протягом доби вода витрачається нерівномірно. На інтегральному графіку по осі ординат відкладають витрату води також у відсотках добової витрати (рис. 2.5 б).

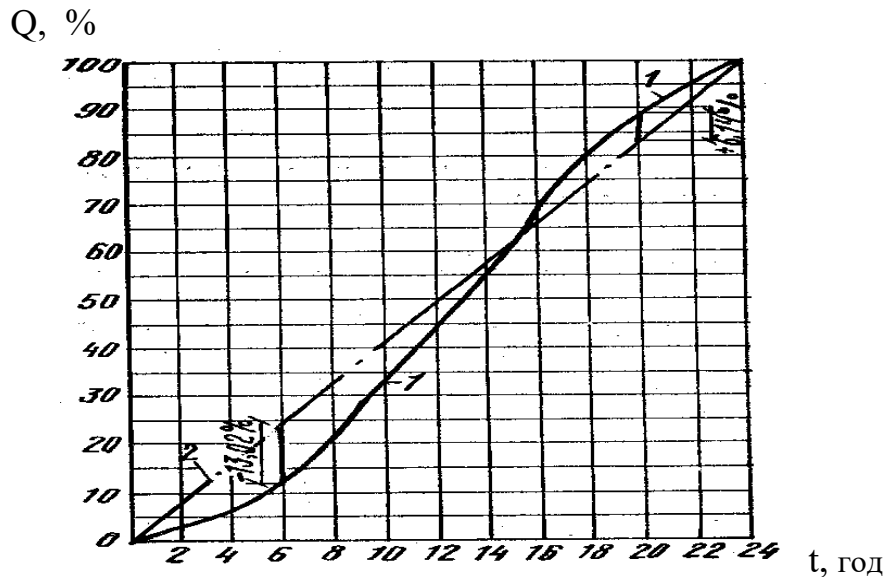


Рис. 2.5б. Інтегральний графік водоспоживання

### § 2.5. Визначення розрахункових витрат води і вільного напору

Середньодобові витрати води на господарсько-питні потреби в населених пунктах визначаються за формулою:

$$Q_{\text{доб сер}} = \frac{q_{\text{ж}} N}{1000}, \quad (2.8)$$

де  $q_{\text{ж}}$  – норма водоспоживання на 1 жителя за табл.1 ДБН В.2.5-74:2013 (питоме водоспоживання);  $N$  – розрахункове число жителів.

Таблиця 2.5. Питоме водоспоживання

Ступінь благоустрою забудови	Норма на 1 жителя, середньодобове $q_{\text{ж}}$ (л/доб)
1. Будівлі з водопроводом без ванн	125-160
2. Будівлі з водопроводом з ваннами і місцевим водонагрівачем	160-230
3. Будівлі з водопроводом з централізованим гарячим водопостачанням	230-350
4. Водорозбірні колонки	30-50

Добові розрахункові витрати води за найбільшого і найменшого водоспоживання:

$$Q_{\text{доб макс}} = K_{\text{доб макс}} Q_{\text{доб сер}}, \quad (\text{м}^3/\text{добу}) \quad (2.9)$$

$$Q_{\text{доб мін}} = K_{\text{доб мін}} Q_{\text{доб сер}}, \quad (\text{м}^3/\text{добу}) \quad (2.10)$$

$K_{\text{доб}}$  – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання (враховує уклад життя людей, режим робочих об'єктів, ступінь благоустрою будівель, зміну водопостачання залежно від пори року, та днів тижня).

$$K_{\text{доб макс}} = 1,1 \div 1,3$$

$$K_{\text{доб мін}} = 0,7 \div 0,9$$

Максимальні й мінімальні годинні витрати води:

$$q_{ч.макс} = K_{ч.макс} \cdot \frac{Q_{доб.макс}}{24} \quad (\text{м}^3/\text{год}) \quad (2.11)$$

$$q_{ч.мін} = K_{ч.мін} \cdot \frac{Q_{доб.мін}}{24} \quad (\text{м}^3/\text{год}) \quad (2.12)$$

$K_{ч.мін}$ ,  $K_{ч.макс}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання визначається за формулою:

$$K_{ч.макс} = \alpha_{макс} \cdot \beta_{макс} \quad (2.13)$$

$$K_{ч.мін} = \alpha_{мін} \cdot \beta_{мін} \quad (2.14)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будівель, режим роботи об'єктів та інші місцеві умови;

$$\alpha_{макс} = 1,2 \div 1,4$$

$$\alpha_{мін} = 0,4 \div 0,6$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, що враховує число жителів в населеному пункті за табл. 2 ДБН В.2.5-74:2013.

Добові витрати води в населеному пункті у випадку існування районів з різним ступенем благоустрою житлової забудови треба визначати як суму добових витрат води за окремими районами (які розраховуються за числом жителів та відповідній нормі водоспоживання).

*Господарсько-питні витрати води робочими промислових об'єктів* визначають за п. 6.1.4 ДБН В.2.5-74:2013.

У випадку тепловиділення  $> 20$  ккал на  $1 \text{ м}^3/\text{год}$  норма на 1 робочого  $q_p = 45 \text{ л}/\text{змін}$ , коефіцієнт часової нерівномірності  $K_{год} = 2,5$ ; в інших цехах – на 1 робочого  $q_p = 25 \text{ л}/\text{змін}$ ,  $K_{год} = 3,0$ .

*Середня витрата води за зміну складає:*

$$Q_{зм сер} = \frac{q_{роб} N}{1000}, \text{ м}^3/\text{зм}; \quad (2.15)$$

де  $N$  – кількість працюючих у зміну.

*Середня годинна витрата води за зміну:*

$$Q_{год сер} = \frac{Q_{зм сер}}{t_{зм сер}}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (2.16)$$

де  $t_{зм}$  – час роботи зміни.

*Максимальна годинна витрата:*

$$Q_{год макс} = K_{год} Q_{год сер} \quad (2.17)$$

*Витрати води для миття в душі* на виробництві розраховують із нормативної витрати  $Q_n = 500 \text{ л}/1\text{д.с.}$  на одну душову сітку, враховуючи, що 1 сітка працює протягом  $t = 45$  хвилин.

*Кількість душових сіток* визначається залежно від кількості працівників у максимальну зміну та від характеристики виробничого процесу.

### **Норми витрати води на виробничі потреби** (промислових та сільськогосподарських об'єктів)

Витрати води на виробничі потреби промислових, сільськогосподарських об'єктів повинні визначатися на основі технологічних даних (п. 6.1.6 ДБН В.2.5-74:2013).

Розподіл витрат води за годинами доби в населеному пункті, на промислових, сільськогосподарських об'єктах необхідно брати на основі розрахункових графіків водоспоживання (п. 6.1.7 ДБН В.2.5-74:2013).

Для визначення витрат води на виробничі потреби користуються питомими нормами витрати води на одиницю продукції (наприклад, загальна потреба води металургійного комбінату досягає 240 м<sup>3</sup> на 1 т виплавленого чавуну; 500 м<sup>3</sup> на виготовлення 1 т паперу).

*Витрата води на одиницю продукції залежить від:*

- типу обладнання, що застосовується;
- схеми технологічного процесу;
- місцевих умов.

Необхідно враховувати повну витрату води (для потреб виробництва) та витрату «свіжої» води для компенсації витрат в оборотних циклах (наприклад, на нафтопереробному заводі на 1 т переробки нафти витрачається до 120 м<sup>3</sup> води для охолодження, конденсації, очистки нафтопродукту) та зворотних. При цьому в виробництво повертається біля 93 % води, губиться 3 %, скидається в стічні води 4 %, а «свіжої» води потрібно 7 %.

*Витрата води для виробничого сектора сільськогосподарських об'єктів* (ремонтно-механічні майстерні, переробка сільськогосподарських продуктів, кормоцехи тощо) визначається відповідно до вимог технологічної частини проектів цих об'єктів. Багато води в системах сільськогосподарського водопостачання використовується на потреби тваринництва. Витрати води для сільськогосподарських ферм, комплексів розраховується залежно від типу споживачів з урахуванням коефіцієнта годинної нерівномірності водоспоживання.

*Загальні витрати води на поливання газонів у населених пунктах* залежать від типу покриття території, способу поливання, виду насаджень, кліматичних та інших місцевих умов.

Якщо відсутні такі дані, то витрати на поливання визначають за кількістю жителів, беручи норму на 1 жителя  $q_n = 50...90 \text{ л/добу}$ .

### **Норми витрат води для пожежогасіння**

Загальні розрахункові пожежні витрати води у випадку об'єднаного водопроводу складаються з витрат на:

- зовнішнє пожежогасіння від ПГ ( $Q_z$ );
- внутрішнє пожежогасіння від ПКК ( $Q_{вн}$ );
- стаціонарні установки автоматичного пожежогасіння ( $Q_{уст}$ ).

$$Q_{розр\ заг}^{пож} = Q_z^{пож} + Q_{вн}^{пож} + Q_{уст} \quad (2.18)$$

$Q_{\text{розр}}^{\text{пож}}$  повинна бути забезпечена у разі найбільшої витрати води на інші потреби. При цьому на промисловому об'єкті  $Q$  на поливку території, душ, полив, миття технологічного обладнання не враховується.

*Витрати води на зовнішнє пожежогасіння*

$$Q_{\text{зовн}}^{\text{пож}} = n_{\text{пож}} q_{\text{пож}}, \text{ (л/с)}, \quad (2.19)$$

де  $Q_{\text{зовн}}^{\text{пож}}$  залежить від розрахункової кількості одночасних пожеж ( $n_{\text{пож}}$ ) та витрат води на 1 пожежу ( $q_{\text{пож}}$ ).

$n_{\text{пож}}$  та  $q_{\text{пож}}$  – визначаються за ДБН В.2.5-74:2013 (пп.6.2.1-6.2.13).

$Q_{\text{зовн}}^{\text{пож}}$  – використовується для розрахунку магістральних (розрахункових кільцевих) ліній водопровідної мережі.

$n_{\text{пож}}$  – визначається залежно від:

- числа жителів населеного пункту (табл. 3) від 1–3 (2 – від 10 – 100 тис. чол.);
- площі промислових і сільськогосподарських об'єктів (6.2.11) 1-а пожежа площею до 150 га, 2-і пожежі площею більше 150 га.
- у випадку об'єднаного протипожежного водопроводу населеного пункту і промислового об'єкта, розташованого поза населеним пунктом:
  - 1 пожежа – за  $F_{\text{об}} \leq 150$  га і  $N \leq 10$  тис. чоловік;
  - 2 пожежі – за  $F_{\text{об}} \leq 150$  га і  $N = 10 - 25$  тис. чоловік, за  $F_{\text{об}} > 150$  га і  $N \leq 25$  тис. чол.

Якщо  $N > 25$  тис. чоловік в населеному пункті → згідно з 6.2.11, та табл. 3.

$q_{\text{пож}}$  визначають залежно від:

- для населеного пункту:
  - числа жителів (табл. 3);
  - кількості поверхів будинків;
- для житлових і громадських будинків:
  - об'єму будинків (табл. 4) (тис. м<sup>3</sup>);
  - призначення будинків;
  - кількості поверхів будинків;
- для промислових і сільськогосподарських об'єктів:
  - наявності ліхтарів і ширини будівлі (до 60 м і > 60 м);
  - об'єму будинків (тис. м<sup>3</sup>);
  - ступеня вогнестійкості будинків;
  - категорії будинків за пожежною безпекою.

$Q_{\text{зовн}}^{\text{пож}}$  у разі зонного водопостачання визначають для кожної зони окремо залежно від кількості жителів у ній.

$Q_{\text{зовн}}^{\text{пож}}$  будинків, розділених на частини протипожежними стінами, визначають за найбільшою витратою води.

*Витрату води на внутрішнє пожежогасіння визначають за формулою:*

$$Q_{\text{вн}}^{\text{пож}} = n_{\text{стр}} q_{\text{стр}}, \text{ (л/с)}, \quad (2.20)$$

де  $q_{\text{стр}}$  – питома витрата 1-го струменя, л/с;

$n_{\text{стр}}$  – кількість струменів для зрошення одної точки.

За ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди»:

- для житлових, громадських будівель за табл. 1;
- для промислових будівель, складів за табл. 2;
- для громадських, промислових будівель за 10.1.2, 10.1.3.

$n_{\text{стр}}$ ,  $Q_{\text{стр}}$  визначають залежно від:

- призначення;
- кількості поверхів;
- об'єму будинків.

Витрати води на стаціонарні АУП –  $Q_{\text{уст}}$  (спринклерних, дренчерних установок) визначають згідно з вимогами «Інструкції з проектування установок автоматичного пожежогасіння», ДБН В.2.5-13-98 «Пожежна автоматика будинків і споруд».

### Вільні напори в системах

1. В системах низького тиску  $H_g \geq 10\text{м}$  на рівні поверхні землі біля пожежного гідранта.

2. В системах високого тиску  $H_g = 10\text{м}$  в найвищій точці будівлі, за  $q = 5\text{л/с}$ .

$$H = 28 + T, \quad (2.21)$$

де  $T$  – висота будівлі,  $28 = \sum h$  з урахуванням, що для ПГ  $Q = 39,5 \frac{\text{л}}{\text{с}}$  л/с, тоді втрати напору в гідранті  $h = 0,16$ . Опір пожежної колонки  $S_k = 0,0035$ , опір пожежного рукава  $d = 77\text{ мм}$   $S_p = 0,0033$ . Звідси сумарні втрати напору:

$$\sum h = h_i + h_k + h_p = (S_r + S_k + S_p) \cdot Q^2 = 28.$$

3.  $H_{\text{гідростатичне}}$  в мережі зовнішнього і внутрішнього господарсько-питного та господарсько-протипожежного водопроводу  $H \leq 60\text{м}$ .

4. Для внутрішнього протипожежного водопроводу  $H_{\text{макс}} \leq 90\text{м}$  на 1-му поверсі.

5. Для водопроводів з лафетними стволами (підприємства нафтохімічної та нафтової промисловості)  $H = 150\text{м}$ .

### Контрольні питання та завдання

1. Які вимоги різних водоспоживачів до якості води?
2. Водопідготовка у разі забору води з поверхневих джерел.
3. Водопідготовка у разі забору води із свердловини.
4. Способи водопідготовки під час надзвичайних ситуацій.
5. Дати визначення норм води для господарсько-питних, промислових потреб та на гасіння пожежі.
6. Як визначити витрати води для різноманітних водоспоживачів?



## ГЛАВА 3. ДЖЕРЕЛА ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОЗАБІРНІ СПОРУДИ

### § 3.1. Вибір джерела водопостачання

Під час будівництва господарсько-питних водопроводів звичайно максимально використовують існуючі ресурси підземних вод, що задовольняють санітарно-гігієнічні вимоги.

За умов залягання виділяють три основні типи підземних вод: *верховодка*; *грунтові води*; *артезіанські*.

До *верховодки* відносять підземні води, що залягають найбільш близько до земної поверхні.

Унаслідок неглибокого залягання і відсутності водотривкого покриття верховодка легко забруднюється, тому, як правило, вона в санітарному відношенні у край ненадійна і не може вважатися хорошим джерелом водопостачання. Проте в районах, де води не вистачає або вона залягає глибоко, населення може використовувати для пиття верховодку – в цьому випадку повинні бути вжиті відповідні заходи щодо забезпечення епідеміологічної безпеки.

Безнапірні води – це води першого від поверхні або постійно існуючого водоносного горизонту. Звичайно вони не захищені суцільними водонепроникними породами. Така вода обов'язково піддається очищенню.

Напірними (артезіанськими) водами називають підземні води, що залягають між водотривкими шарами і мають напір. Будучи розкриті буровими свердловинами, вони піднімаються вище за кривлю водоносного пласта і за достатньої висоти напору виливаються на поверхню землі або фонтанують. У більшості випадків артезіанські води характеризуються високою якістю і можуть використовуватись для господарсько-питних цілей без очищення.

У колодязі, що розкриває напірний водоносний горизонт, вода піднімається до п'єзометричної лінії. Якщо п'єзометрична лінія проходить вище поверхні землі, спостерігається вилив води з колодязя (колодязь К<sub>3</sub> рис. 3.1). Такі колодязі називають *самовиливними*.

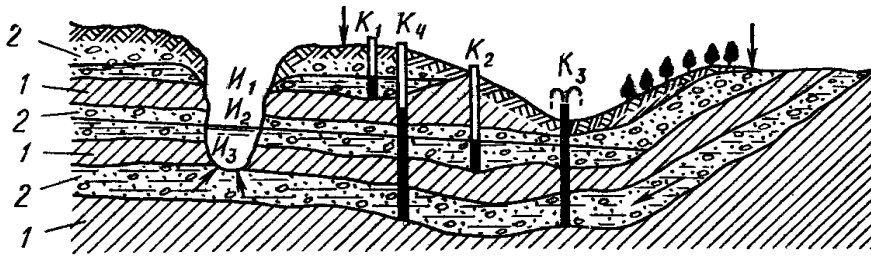
Рівень води, що встановлюється в колодязі за відсутності водовідбору, називають *статичним*. Статичний рівень безнапірних вод збігається з рівнем підземних вод, а напірних вод – з п'єзометричною лінією (рис. 3.2.).

Після відкачування води з колодязя рівень її знижується, пропорційно відкачуванню. Такий рівень називають *динамічним*.

Рівні води і п'єзометричні лінії, що встановлюються навколо колодязів під час відкачування з них води (у поперечному розрізі вони мають опуклу догори форму), називають *кривими депресії*.

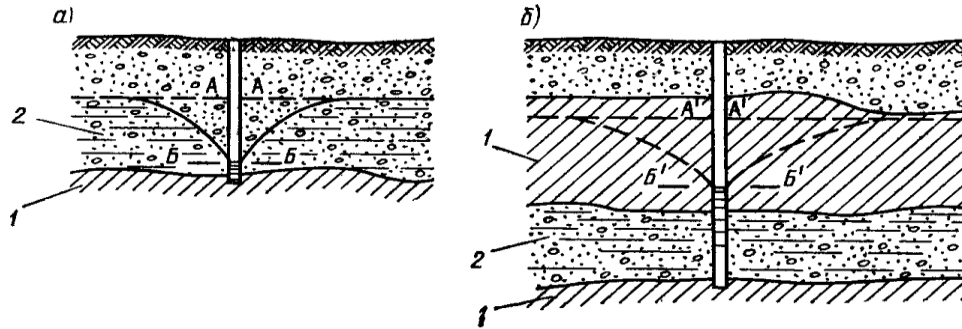
Безнапірні і напірні води можуть виходити на денну поверхню (джерела). Вихід безнапірних вод називають *спадним джерелом*, а вихід напірних вод – *висхідним джерелом*.

Джерельна вода відрізняється високою якістю і також може використовуватися для цілей водопостачання без очищення.



**Рис. 3.1.** Схема утворення і залягання підземних вод

1 – водоупорні породи, 2 – водоносні породи,  $K_1, \dots, K_4$  – колодязі,  $I_1, \dots, I_3$  – джерела



**Рис. 3.2.** Депресивні воронки

а – безнапірні води, б – напірні води; 1 – водоупорні породи, 2 – водоносні породи, AA – статичний рівень, А'А' – п'єзометрична лінія без відкачки; BB і Б'Б' – динамічні рівні

До поверхневих джерел водопостачання належать ріки, водоймища й озера. Для промислових цілей може використовуватися і морська вода. За умови відсутності в приморських районах прісної води морська вода після опріснення може використовуватися і для господарсько-питних цілей. Однак це потрібно обґрунтувати техніко-економічними показниками. Під час вибору джерела водопостачання варто враховувати якість води і його потужність, вимоги водоспоживачів до якості води та інші фактори.

Воду з поверхневих джерел рекомендується використовувати для водопостачання у випадку недостатнього дебіту або непридатності підземних вод. Перед використанням для господарсько-питного водопостачання воду з поверхневих джерел звичайно піддають очищенню, а перед використанням для водопостачання деяких виробництв, що не потребують високої якості води, її піддають тільки найпростішому очищенню або взагалі не очищують.

### § 3.2. Водозабірні споруди та вимоги до них

Вибір типу споруди для прийому підземних вод залежить в основному від глибини їх залягання і потужності водоносного горизонту. Споруди для прийому підземних вод можуть бути підрозділені на чотири види: 1) водозабірні свердловини, 2) шахтні колодязі; 3) горизонтальні водозабори; 4) каптажні камери.

*Водозабірні свердловини* використовують для прийому безнапірних і напірних підземних вод, що залягають на глибині більше 10 м. Водозабірні свердловини – найбільш розповсюджений вид водозабірних споруд для систем водопостачання міст, сільських населених пунктів і промислових підприємств.

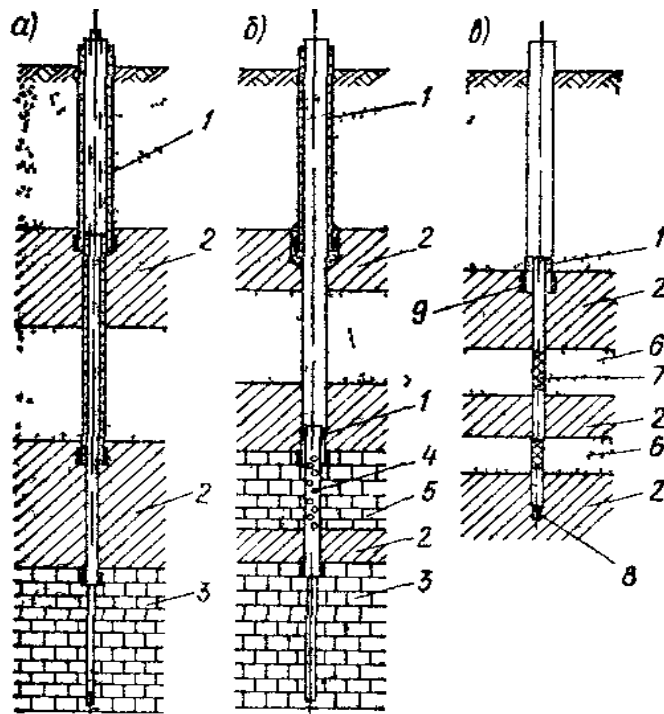
*Шахтні колодязі* використовують для прийому підземних вод, що залягають на глибині не більш 30 м.

*Горизонтальні водозабори* влаштовують для прийому ґрунтових вод, що залягають на невеликій глибині (до 8 м), у випадку малої потужності водоносного горизонту.

*Каптажні камери* застосовують при необхідності використання для цілей водопостачання джерельної води.

### Водозабірні свердловини

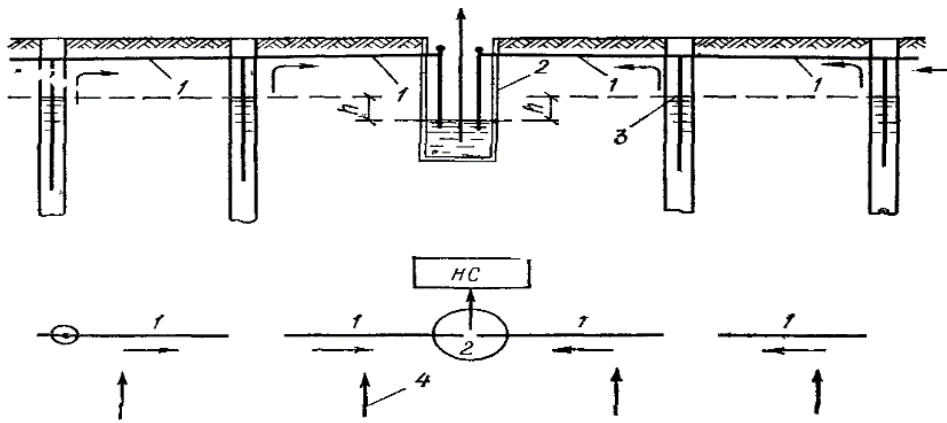
Водозабірні свердловини обладнують шляхом буріння землі, їхні стіни закріплюють обсадними сталевими трубами. Відповідно до заглиблення свердловини діаметр обсадних труб зменшують. У результаті свердловина здобуває телескопічну форму (рис. 3.3). Концентричні зазори між окремими обсадними трубами тампують цементним розчином. У скельних ґрунтах стінки не кріплять.



**Рис. 3.3.** Схеми влаштування водозабірних свердловин (а і б у випадку забору води із тріщинуватих порід, в – у випадку забору води в пісках; 1 – закриття між трубних просторів цементним розчином, 2 – глини, 3 – тверді тріщинуваті породи, 4 – перфоровані труби, 5 – вапняк, 6 – водоносний пісок, 7 – фільтр, 8 - пробка, 9 – башмак)

Оголовок свердловини обладнують цегляною, бетонною або залізобетонною камерою. У нижній частині свердловини встановлюють фільтр, що складається з надфільтрової, водоприймальної (фільтрувальної) і відстійної частин. Водозабірні свердловини можна обладнати фільтрами наступних типів: дірчастими, щільними, сітчастими, дротовими, гравійними, багатошаровими із поліетилену.

Залежно від необхідної витрати і потужності водоносного горизонту влаштовують одну або кілька водозабірних свердловин, які розташовують перпендикулярно напрямкові потоку підземних вод (рис. 3.4).



**Рис. 3.4.** Схема розташування водозабірних свердловин

Кількість води, що може бути отримана під час зниження динамічного рівня на 1 м, називається дебітом свердловини.

Спосіб одержання води зі свердловин залежить від глибини залягання динамічного рівня води. У випадку самовиливу воду відводять самопливом у збірний резервуар, з якого її відкачують насосами. У разі порівняно неглибокого залягання динамічного рівня підземні води відводять по самопливних або сифонних трубопроводах 1 у збірний колодезь 2, з якого їх відкачують насосами (див. рис. 3.4.). Застосування сифонних трубопроводів дозволяє зменшувати глибину закладення збірних трубопроводів. У разі глибокого залягання динамічного рівня 3 (більш 20 м від поверхні землі) кожен водозабірну свердловину обладнують відцентровими насосами.

### Шахтні колодязі

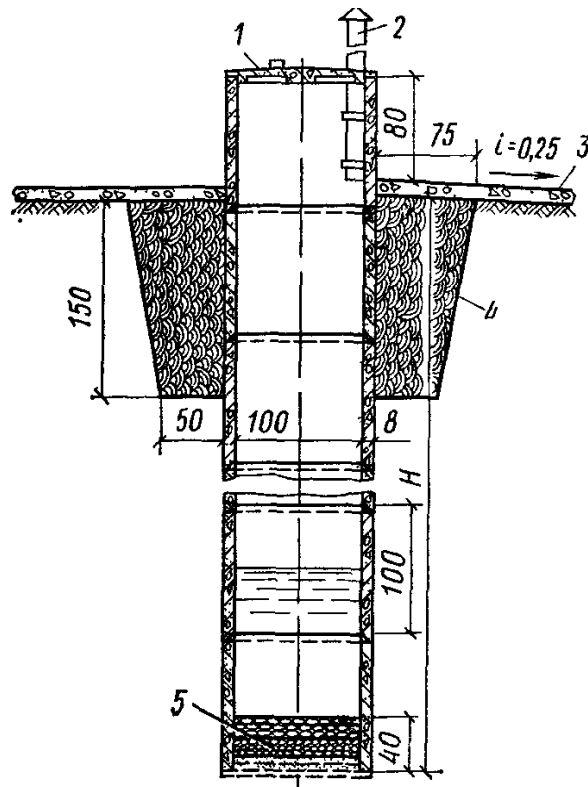
Шахтні колодязі можуть виконуватися з бетону, залізобетону, цегли, бутового каменю і дерева. Найчастіше шахтні колодязі будують опускним способом, тому звичайно вони мають круглу форму на плані. Дерев'яні колодязі, що виконані у вигляді зрубу з колод, мають квадратну форму на плані.

Для прийому води дно шахтних колодязів обладнують у вигляді так званих зворотних фільтрів шляхом пошарового засипання грубозернистих матеріалів із поступовим збільшенням крупності зерен знизу нагору.

У бічних стінках бетонних і залізобетонних колодязів створюють водоприймальні отвори шляхом закладки в них труб під час бетонування.

У цегляних і бутових колодязях водоприймальними отворами є не заповнені розчином наскрізні шви. У разі дрібнозернистих ґрунтів водоприймальні отвори в стінках шахтних колодязів доцільно обладнувати V-подібними фільтрами, заповнюючи їх піском або гравієм за типом зворотних фільтрів.

Таке завантаження не вимивається в колодезь. Для підвищення дебіту шахтних колодязів збільшують площу донного фільтру шляхом розширення їхньої основи.



**Рис. 3.5.** Шахтний колодязь із залізобетонних кілець

1 – залізобетонна кришка, 2 – вентиляційна азбестоцементна труба, 3 – відмостка щебенем, 4 – глиняний замок, 5 – зворотній фільтр

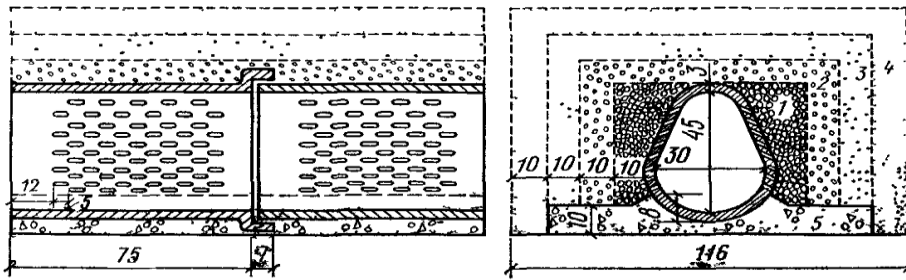
Значного збільшення дебіту можна досягти, улаштувавши радіально розташовані горизонтальні трубчасті фільтри. Такі водозабори називають променевими.

Навколо колодязів рекомендується робити глиняний замок і відмостку з каменю на піщаній основі. Стінки колодязя необхідно зводити вище поверхні землі, не менше ніж на 0,8 м. Це унеможливило б засмічення колодязя і потрапляння в нього поверхневих стоків. Для можливості одержання значних витрат води устатковують кілька шахтних колодязів, що розміщують перпендикулярно напрямкові потоку ґрунтових вод. Воду з кожного колодязя відводять сифонними, а іноді і самопливними лініями у збірний колодязь, із якого її перекачують насосами на очисну станцію або до споживачів.

### Горизонтальні водозабори і каптажні камери

Горизонтальні водозабори виготовляють із залізобетонних, бетонних або керамічних труб із круглими або щілинними отворами (рис. 3.6).

Для запобігання вимиванню часток ґрунту водою, водозабори обсипають фільтруючим піщано-гравійним завантаженням. Щоб уникнути потрапляння забруднених поверхневих стоків у водозабори, на поверхні землі над ними споруджують глиняну подушку.



**Рис. 3.6.** Горизонтальний водозабір із залізобетонних труб склепінчатого розрізу  
 1 – шар з крупністю зерен 12-15 мм; 2 – теж саме 5-7 мм; 3 – теж саме 1,5-2 мм; 4 – теж саме 0,4-0,6 мм; 5 – бетон

Найпростіші горизонтальні водозабори можуть будуватися з коротких труб із зазорами в місцях з'єднання, з цегли або буту без розчину тощо. Для огляду й очищення горизонтальних водозаборів через кожні 50–150 м по їх довжині споруджують оглядові колодязі діаметром 1 м.

### Каптаж

Для питних і господарських потреб можуть використовуватися і підземні води, що виходять на поверхню ґрунту – джерела або ключі. Як правило, вони виходять з основи землі в долинах і по берегах річок і ярів.

Місця виходу джерел на поверхню особливо легко помітити в другій половині літа, коли серед висохлої від сонця рослинності виразно виділяються злегка заболочені ділянки соковитої, яскравої зелені.

Більшість джерел живляться ґрунтовими або міжпластовими водами. Вони виходять на поверхню по ухилу водонепроникного пласта без напору або з дуже маленьким напором. Значно рідше зустрічаються джерела іншого типу – джерела, що б'ють, які виходять на поверхню землі під напором. Джерелом їх живлення є артезіанські води.

Багато джерел дають доброякісну питну воду в значній кількості. Необхідно тільки правильно їх обладнати і тримати в задовільному санітарному стані. Бувають випадки, коли джерело забруднюється сміттям. Забруднення його може відбутися і тоді, коли поблизу пасуть худобу і використовують джерело для водопою.

Для уникнення забруднення джерела необхідно його правильно устаткувати.

Місце виходу джерела заздалегідь розчищають, заглиблюють і розширюють наявний природний приймач води. Необхідно бути обережним. Якщо невміло розчистити місце виходу джерела, що живиться ґрунтовою водою, вода з нього може зникнути. На місці виходу джерела обладнують спеціальну споруду для збору води – каптаж джерела.

Типи і конструкції каптажних споруд для збору джерельної води досить різноманітні, оскільки геологічні, гідрогеологічні і топографічні умови в своїх поєднаннях визначають у кожному окремому випадку деякі індивідуальні риси їх устрою.

За допомогою каптажу можна одержувати доброякісну воду у великій кількості без виснаження водоносного шару. Каптажна споруда захищає воду від забруднення, а населенню у такому разі зручніше користуватися джерелом.

Звичайно каптажну камеру роблять із дерева, цегли, каменя або бетону, причому так, щоб каптажний матеріал відповідав тим же вимогам, що і матеріал для шахтних колодязів. Каптажна споруда над місцем виходу джерела повинна бути непроникною для води, щоб оберегти джерельну воду від забруднення поверхневими стоками. З цією метою роблять перехоплюючу канаву для відведення поверхневих вод.

Майданчик навкруги каптажу потрібно вимостити і зробити ухил для того, щоб біля джерела не застоювалася вода. Зверху або збоку в каптажній споруді роблять вхід, що призначається для ремонту і чищення внутрішньої частини каптажної камери від мулу та піску, що накопичується на дні. Вхід щільно закривається кришкою. Під час обладнання каптажу потрібно стежити, щоб стінки споруди не перерізували водоносні струмені, що живлять джерело. Брати воду з каптажу можна через трубу, виведену назовні, або за допомогою насоса.

Каптаж джерела потрібно обгороджувати, а отвір, що веде всередину каптажу, тримати щільно закритим. Особливо ретельно треба охороняти джерела, що живляться ґрунтовими водами та не мають зверху надійних водонепроникних перекриттів.

### **Водозабірні споруди для прийому води з поверхневих джерел**

Споруди для прийому води з поверхневих джерел повинні забезпечувати безперебійне постачання споживачів високоякісною водою. Вирішення цього завдання досягається правильним вибором місця їх розташування (у плані і по глибині), типу і конструкції.

Місце розташування водозабірної споруди в плані необхідно обирати якнайближче до споживача, на стійкій ділянці водойми, у районі найменшого забруднення водойми (на ріках – вище населених пунктів, промислових підприємств і ділянок скидання стічних вод), поза місцями можливого утворення шуги, зажорів, крижаних заторів, поза областями інтенсивного руху донних наносів і з урахуванням можливості організації зони санітарної охорони.

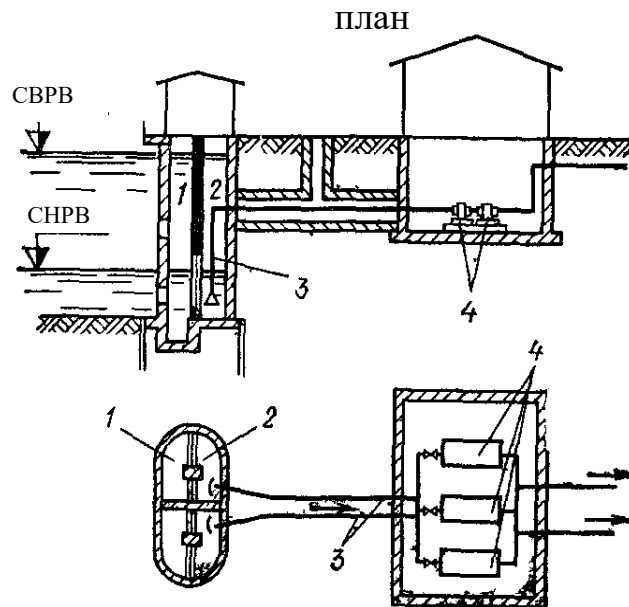
Місце розташування водозабірних споруд на ріках обирають із урахуванням типу руслового процесу (характеру зміни русла).

Глибинне положення місця забору води на річці варто визначати з огляду, щоб відстань від низу крижаного покриву (у зимовий період) до верху «прийомних вікон» водозабору складала не менше ніж 0,2–0,3 м, а «поріг» між дном ріки і низом «прийомних вікон» не менше ніж 0,7 м (це унеможливило потрапляння донних наносів у водозабірну споруду).

Для захисту водозабірних споруд від глибинного льоду необхідно передбачити наступні заходи: а) розташовувати водозабірні споруди в таких місцях, де не відбувається скупчення шуги (шугозажорів); б) зменшувати швидкість протікання води через водоприймальні отвори; в) обігрівати ґрати водоприймальних отворів за допомогою підведення теплої води; г) улаштувати плаваючі запані і короби, що обгороджують водоприймальні отвори; д) улаштувати водоприймальні ковші тощо. Закупорки водоприймальних отворів можна уникнути шляхом очищення ґрат скребковими механізмами або промиванням зворотним струменем води.

Водозабірні споруди на річках за конструкцією поділяють на наступні типи: 1) берегові (роздільні або об'єднані з насосною станцією); 2) руслові (із самопливними лініями); 3) спеціальні (ковшові, інфільтраційні, з гірських рік пересувні, плавучі тощо).

### Водозабірні споруди берегового типу



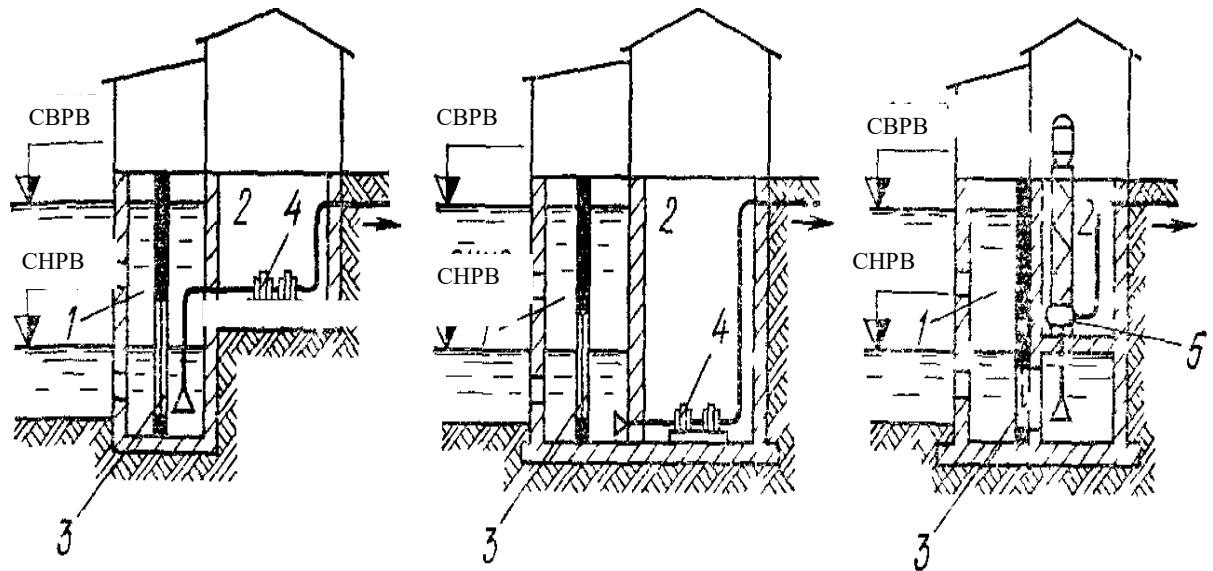
**Рис. 3.7.** Схема роздільного берегового водозабору

Водозабірні споруди берегового типу устатковують на порівняно крутих берегах річок. Принципова схема водозабору цього типу наведена на рис. 3.7.

Водозабірна споруда складається з водоприймального берегового колодязя і насосної станції. За фронтом водоприймального колодязя розділяється на окремі секції, число яких дорівнює двом або числу всмоктувальних ліній. Кожна секція водоприймального колодязя розділена перегородкою на дві камери: приймальну 1 і всмоктувальну 2, куди опускаються всмоктувальні труби 3 насосів 4.

Вода з річки надходить у приймальну камеру через отвори, обладнані з зовнішньої сторони ґратами, що знімаються, а з внутрішньої сторони – затворами дросельного або шиберного типу. Ґрати виготовляються з вертикальних сталевих стержнів із поперечним перерізом прямокутної або круглої форм. Зазор між стрижнями ґрат беруть 40–50 мм. Розміри ґрат визначають за умови пропуску води у вічках між стрижнями під час найбільшої витрати зі швидкістю 0,2–0,6 м/с. у разі великого забруднення води і наявності шуги приймають менші швидкості. У випадку великого коливання рівнів води в річці приймальні отвори виготовляють у два або три яруси. Верхні отвори призначені для забору верхніх порівняно чистих шарів води під час паводку. У прорізі перегородки між приймальною та всмоктувальною камерами встановлюють сітку з дроту товщиною 1–1,5 мм з чарунками розміром від 2х2 до 5х5 мм. Великі водозабірні споруди обладнують обертовими сітками з безперервним промиванням.





**Рис. 3.8.** Схеми водозабірних споруд берегового типу, що суміщені з насосними станціями (1 – водоприймальне відділення, 2 – насосний зал, 3 – водоприймальна сітка, 4 – горизонтальний відцентровий насос, 5 – вертикальний відцентровий насос)

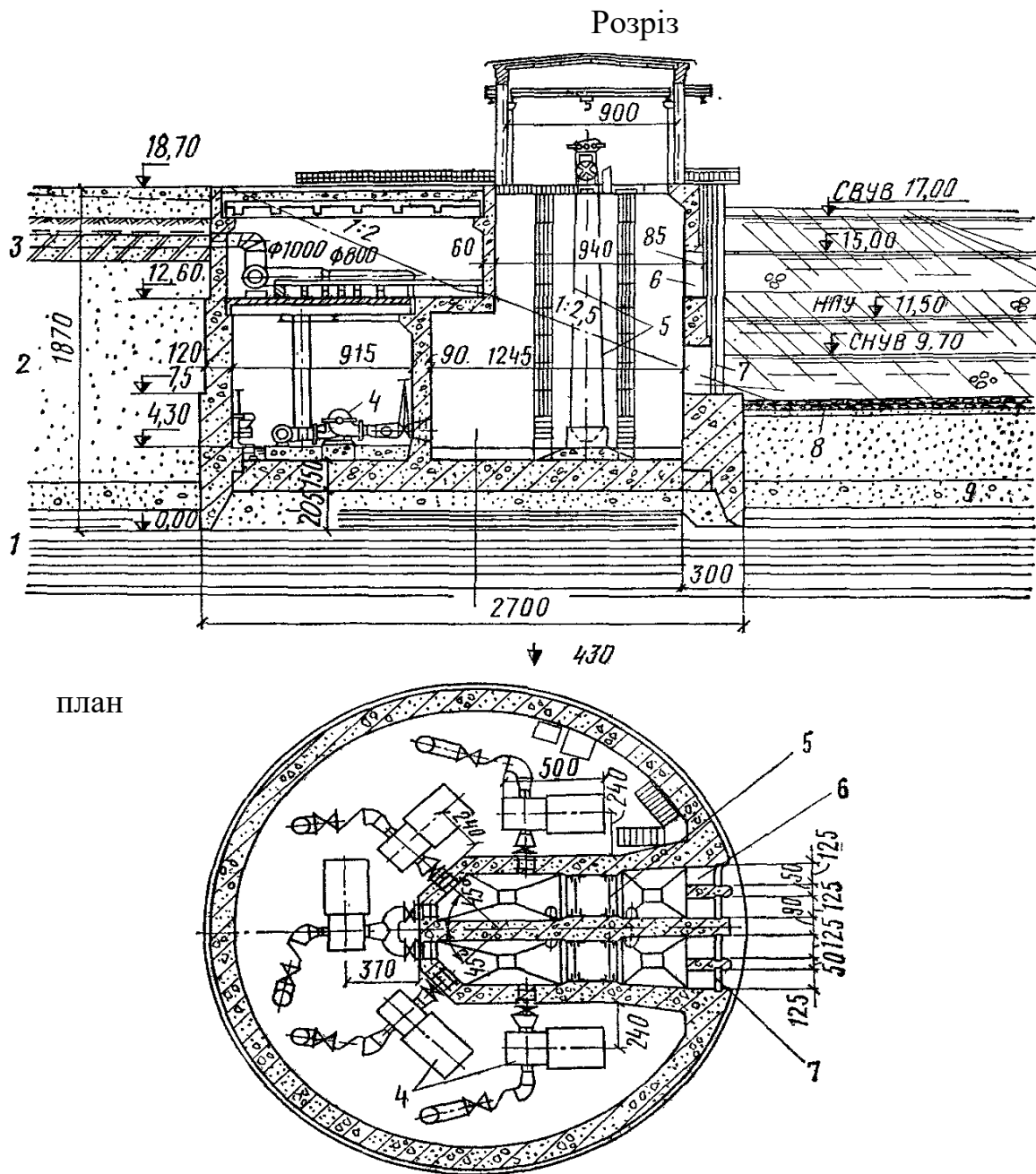
Проціджування води через ґрати і сітки забезпечує її попереднє очищення і запобігає ушкодженню устаткування.

Верх водоприймального колодязя повинен підніматися над найвищим рівнем води не менше ніж на 0,5 м. Над колодязем споруджують павільйон, із якого керують обладнанням.

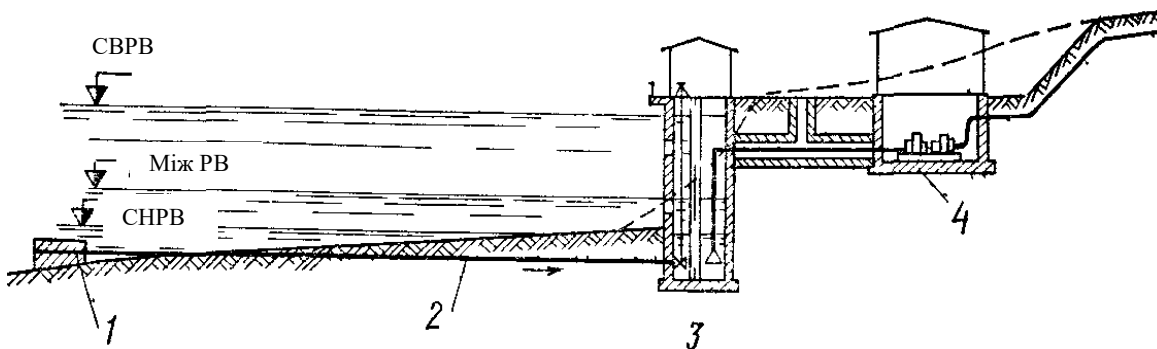
Роздільні водозабірні споруди берегового типу (див. рис. 3.7) виготовляють порівняно рідше, ніж об'єднані із насосними станціями (рис. 3.8). У більшості випадків об'єднані водозабірні споруди з НС зводять на нещільних ґрунтах. Їх будують із загальним днищем для водоприймального колодязя і насосної станції. Приклад конструкції об'єднаної водозабірної споруди показаний на рис. 3.9.

### Водозабірні споруди руслового типу

Водозабірні споруди руслового типу споруджують у випадку порівняно пологих берегів, слабких ґрунтів і малих глибинах води в річці. Схема водозбору цього типу наведена на рис. 3.10. Водозабірна споруда складається з оголовка 1, самопливних ліній 2, берегового колодязя 3 і насосної станції 4. Вода надходить у береговий колодязь по самопливних лініях. Подальший рух води аналогічний її рухові у водозаборі берегового типу.



**Рис. 3.9.** Суміщена водозабірна споруда берегового типу (розміри в см)  
 1 – глина, 2 – пісок дрібний, 3 – суглинок, 4 – насоси, 5 – сітка, 6 – вхідне вікно, 7 – решітки,  
 8 – накиданий камінь на шар щебню, 9 – пісок крупний

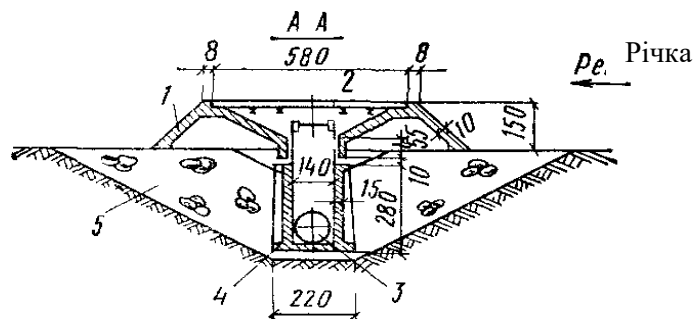


**Рис. 3.10.** Схема водозабірної споруди руслового типу

У деяких випадках оголовок не встановлюють, а виносять водозабір берегового типу, сполучений з насосною станцією, у русло ріки. Цей різновид водозабору руслового типу називають водозабір-краб. Оголовки служать для закріплення кінців самопливних ліній і прийому води з джерела. Оголовки можуть бути постійно затопленими, затоплюваними тільки під час паводку і незатоплюваними. На несудохідних річках можна виконувати оголовки будь-якої конструкції. Перевагу необхідно надавати простим спорудам у вигляді розтрубів труб, висунутих у русло річок, або іншої конструкції. На річках, де проводять лісосплав окремих колод (так званою «міллю»), будують зрубові оголовки (у вигляді дерев'яних зрубів). На судноплавних і лісосплавних річках (плотами) проектують оголовки тільки залізобетонні або бетонні в сталевому кожусі, **виключаючи** таким чином можливість їх ушкодження судами або якорями (рис. 3.11). Незатоплювані оголовки мають форму опор мостів із льодорізами.

Самопливні лінії виконують зі сталевих, залізобетонних та азбестоцементних труб, або у вигляді залізобетонних галерей. Кількість ліній обирається не менше двох. Самопливні лінії потрібно укласти з ухилом у бік берегового колодязя або в зворотному напрямку залежно від обраного напрямку промивання цих ліній. Швидкість руху води в самопливних лініях, щоб уникнути їх засмічення, обирається не менше 0,7–0,9 м/с. Очищення самопливних ліній від відкладень доцільно виконувати шляхом прямого або зворотного промивання водою. Для цього водозабірні споруди повинні мати необхідне устаткування.

У разі великої довжини самопливних ліній і високого берегу річки їх вигідно замінити сифонними лініями, глибина закладення яких значно менша.



**Рис. 3.11.** Залізобетонний оголовок з горизонтальною решіткою (розміри в см)  
1 – грибовидна частина, 2 – решітка, 3 – самотічний трубопровід, 4 – упор, 5 – пригрузка.

### Спеціальні водозабірні споруди

У випадку утворення у річці глибинного льоду або за високої мутності води доцільно забирати воду не безпосередньо з річки, а зі штучної затоки так званого ковша. Розміри ковшів розраховують з урахуванням спливання глибинного льоду або випадання суспензій. Проточна швидкість дорівнює 0,05–0,2 м/с. Ковші можуть бути з низовим входом (рис. 3.12, а) гирло за течією і з верховим входом (рис. 3.12, б) гирло проти течії. Ковші з низовим входом живляться, основним чином, придонними струменями, а ковші із верховим входом – поверхневими струменями. Тому ківш першого типу доцільно використовувати під час боротьби з глибинним льодом, а ківш другого типу – для освітлення води.

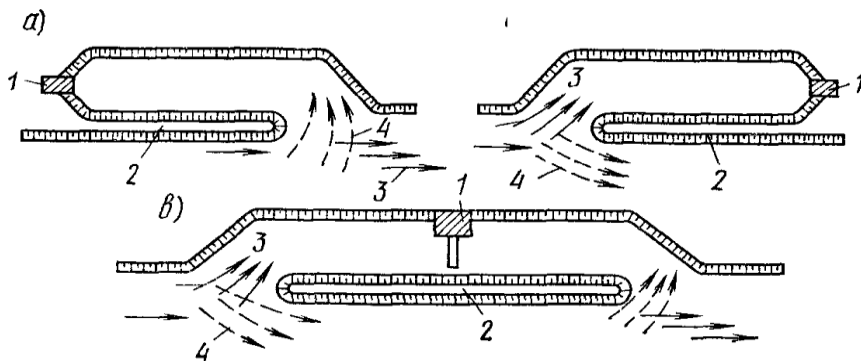
Спарені ковші (рис. 3.12, в) використовують для боротьби з глибинним льодом і для освітлення води в різні пори року. Ковші можуть бути вириті в березі річки або винесені в її русло. В другому випадку ківш відгороджується дамбами. Конструкція споруд для забору води з ковшів не відрізняється від конструкції звичайних річкових водозабірних споруд.

*Інфільтраційні водозабірні споруди* – свердловини, шахтні колодязі або горизонтальні водозабори, що розташовані уздовж річки з піщаними або піщано-гравійними берегами. Такі водозабори живляться річковою водою, що фільтрується через товщу ґрунту. Інфільтраційні водозабірні споруди доцільно застосовувати у разі потреби одержання добре освітленої води і на річках з інтенсивним утворенням глибинного льоду. Для тимчасових водопроводів обладнують пересувні або плавучі водозабори.

*Пересувний водозабір* – насосна станція легкого типу, що може пересуватися відповідно до зміни рівня води в річці по похилому рейковому шляху, прокладеному на березі.

При *плавучих водозаборах* насосні агрегати розташовуються на плавучих засобах: баржах, понтонах тощо. Перевагою пересувних і плавучих водозаборів є їх незалежність прийому води від коливання рівня води в річці і можливість швидкого їх спорудження. Однак вони мають істотні недоліки – необхідність мати гнучкі з'єднання трубопроводів, а також складні умови експлуатації взимку та в період паводків.

Для забору води з водоймищ можна використовувати водозабірні споруди двох типів: 1) суміщені з греблями, водоспусками або водостоками; 2) роздільно збудовані. Водозабірні споруди на водоймищах повинні забезпечувати можливість забору води з різних глибин з урахуванням її якості.



**Рис. 3.12.** Схеми водоприймальних ковшів

1 – водозабірна споруда, 2 – дамба, 3 – поверхневі токи, 4 – донні токи.

### Штучні джерела водопостачання

Джерела водопостачання можуть бути природними (річки, озера, моря) і штучними (резервуари, водойми-копанки, канали, водосховища). І ті, й інші можуть успішно використовуватися у пожежогасінні.

Протипожежне водопостачання із водойм або резервуарів використовується:

- 1) для підприємств із площею території не більше 20 га і категоріями виробництва Г та Д, якщо потрібна витрата води на зовнішнє пожежогасіння не перевищує 20 л/с;

- 2) для населених пунктів із числом жителів не більше 5000 осіб;
- 3) для окремо розташованих громадських будинків за згодою з представниками ДСНС.

Протипожежне водопостачання не передбачається для:

- 1) окремих виробничих будинків I і II ступеня вогнестійкості об'ємом не більше 1000 м<sup>3</sup> із виробництвами категорії Д;
- 2) населених пунктів із числом жителів до 50 осіб **при** забудові будівель до двох поверхів включно;
- 3) заводів з виготовлення залізобетонних виробів і товарного бетону з будівлями I і II ступеня вогнестійкості в містах і робочих селищах, обладнаних мережами водопроводу за умови розміщення гідрантів на відстані не більше 200 м від будівель заводу.

У випадку безводопровідного водопостачання вода для гасіння пожежі подається мотопомпами, автонасосами або автоцистернами, а також стаціонарно встановленими насосами.

Необхідний об'єм води, що забирається з водойм, визначають відповідно до норм ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди», на підставі розрахунку потреби на 3-годинне гасіння пожежі.

$$W = \frac{3600 Q_{\text{зовн.пож.}}}{1000}, \text{ м}^3 \quad (3.1)$$

де  $Q_{\text{зовн.пож.}}$  – витрата води на зовнішнє пожежогасіння, л/с.

Корисна місткість кожного з водоймищ, що обладнуються на підприємствах, складах і у великих населених пунктах, повинна складати 150–500 м<sup>3</sup>. У місцях індивідуальної забудови (сільська і міська місцевість) корисна місткість таких водойм повинна бути в межах 50-150 м<sup>3</sup>.

Для влаштування водойм обирають місце з обов'язковим урахуванням таких факторів:

- наявність засобів забору і подачі води;
- якість ґрунтів і ґрунтових вод;
- можливість і засоби наповнення водойм водою;
- зручності під'їзду пожежних машин;
- близькість розташування водойм до об'єкта або групи об'єктів, що потребують найбільшої кількості води на гасіння.

Відстань від водойм до будинків III, IV, V ступеня вогнестійкості і до відкритих складів легкозаймистих матеріалів повинна бути не менша 30 м, до будинків I і II ступеня вогнестійкості не менша 10 м.

До вододжерел обладнують під'їзди з твердим покриттям для забезпечення одночасної роботи двох пожежних насосів.

Водойми наповнюють водою за допомогою:

- пересувних насосів;
- підведення її по каналах;
- подання по рукавах тощо.

Для заповнення пожежних водоймищ використовують пожежні насоси, якщо можна використати водопровід, до нього приєднують пожежні рукава довжиною

до 250 м. За згодою з уповноваженими представниками ДСНС довжину рукавної лінії допускається збільшувати до 500 м.

Якщо відсутні вододжерела, то відкриті водойми наповнюються:

- за рахунок атмосферних опадів, для збору яких майданчику навколо водоймища надається невеликий нахил (0,002–0,003) у його бік. Для цього потрібно спеціально зміцнити укоси з метою попередження їх розмиву;

- ґрунтовими водами, якщо глибина їх залягання не перевищує 5 м.

### **Водойми-копанки**

Водойми-копанки поширені в сільській місцевості, тому що вони є дешевими і простими за будовою.

Водойми-копанки у напіввиямці-напівнасіпті доцільно використовувати у випадку середнього розташування рівня ґрунтових вод (приблизно від 0,1 до 2,5 м від поверхні землі).

Досвід експлуатації водойм-копанок показав:

- необхідно робити їх глибокими, тоді підвищується корисний об'єм води в зимовий період, а в літній – зменшується прогрів, завдяки чому гальмується процес її протухання та псування. Тому необхідно щоб мінімальна глибина водойми-копанки складала 2,5 м. Гранична глибина обмежується довжиною всмоктувальної лінії і висотою всмоктування насоса. Практично глибина не повинна бути більшою ніж 3,5 м;

- за формою водойми-копанки можуть бути квадратними, прямокутними, круглими, у вигляді трапеції;

- укоси залежно від виду ґрунту роблять пологими із закладенням (відношення висоти до проекції довжини укосу на горизонтальну площину) 1:1,5 або 1:2.

Одним із найважливіших науково-технічних питань сучасного будівництва є гідроізоляція водойм-копанок.

Вплив дощу, снігу, річкових та підземних вод, що найчастіше мають високу ступінь хімічної агресії, не кажучи вже про вплив різноманітних рідин, що містять кислоти, луки, їдкі солі та інші шкідливі компоненти, змушує вчених і проектувальників винаходити все більш досконалі матеріали і конструкції для гідроізоляції. Останніми роками в будівельній практиці водойм все більше застосовуються різноманітні матеріали для гідроізоляції на основі полімерів.

Види гідроізоляції:

а) асфальтобетонне облицювання – прошарок асфальтобетону товщиною 5 – 8 см, що вкладається на прошарок гравію. Асфальтобетон – це суміш із бітуму, інертних матеріалів (пісок, гравій) і заповнювача (асфальтовий порошок, цемент, кам'яна мука тощо);

б) бетонне облицювання – прошарок бетону товщиною 10–12 см, що вкладається на гравійно-піщану підготовку такого ж розміру (10–12 см). У місці з'єднання укосу з дном, товщина бетонного прошарку повинна бути збільшена до 15–18 см. Після затвердіння, поверхню бетону покривають тонким прошарком бітуму для зменшення фільтрації води;

в) кам'яне облицювання – кам'яна або цегляна кладка товщиною 20-30 см на цементному розчині, що має вагове співвідношення частин 1:3 (цемент:пісок), що

вкладають на гравійну підготовку. Поверхня кладки оштукатурюється цементним розчином, а потім покривається прошарком бітуму;

г) глиняний одяг – прошарок ущільненого мало проникного глинистого ґрунту товщиною 20-30 см, поверх покритого захисним прошарком місцевого ґрунту. Застосовується **при** спорудженні водойм у піщаних і супіщаних ґрунтах.

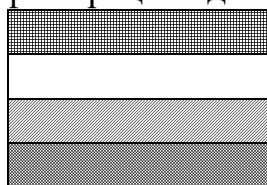
Цей тип гідроізоляції, незалежно від якості виконання, допускає деякі втрати води з водойм на фільтрацію. Ефективність його залежить від коефіцієнта фільтрації ґрунту, що використовується для його спорудження;

д) кольматація ґрунту полягає в заповненні його пустот (пор) частками іншого більш дрібного ґрунту (частіше усього глиною). Застосовується для спорудження водойм у піщаних і супіщаних ґрунтах;

е) солонцювання ґрунту проводиться тільки в легких суглинках і супіщаних ґрунтах. Полягає у введенні на поверхню водойм повареної солі (на 1 м<sup>2</sup> – 2,5 кг солі) у виді 20 %-го розчину. Термін дії такої гідроізоляції 4–6 років;

ж) вапнування ґрунту проводиться в супіщаних і піщаних ґрунтах і полягає в покритті укосів і дна водойм прошарком гашеного вапна;

з) облицювання поліетиленовою плівкою – гідроізоляція, найефективніший засіб боротьби з фільтрацією для спорудження водойм у будь-яких ґрунтах.



ґрунт, пісок – 25–30см  
плівка  
пісок – 10 см  
гравій

Піщана підготовка прошарку у 10 см необхідна у випадку укладання плівки на гравійні і галькові ґрунти, а також на ґрунти, що містять значну кількість гострих вкраплень. Поверх плівки засипають захисний прошарок ґрунту або піску товщиною 25–30 см.

Такий спосіб гідроізоляції ефективний за умов високої якості його виконання, в цьому випадку відсутні порушення швів між окремими полотнищами плівки і поява розривів через нерівномірність деформації основи і від ушкоджень машинами, які використовуються для укладки захисного прошарку.

### Водойми-резервуари

Водойми-резервуари є більш капітальними спорудами, ніж водойми-копанки і більш надійними в експлуатації. Будують їх у будь-яких ґрунтах, незалежно від рівня ґрунтових вод, використовуючи для цього залізобетон, камінь, цеглу. Під час будівництва водойм-резервуарів використовують місцевий будівельний матеріал.

Залежно від кліматичних умов водойми-резервуари можуть бути підземними, напівпідземними і наземними. Резервуари мають різноманітні форми. Їхня глибина повинна бути не менше 2 м за умови прогрівання води і не більше 5 м за техніко-економічними показниками.

Кожний резервуар має:

- лаз розміром 0,6 x 0,6 м із подвійною кришкою;
- вентиляційну трубку з площею перетину 250-300 см<sup>2</sup>. У підземних резервуарах люк служить для їх огляду та забору води пожежною технікою;

- прямок глибиною не менше 0,4 м;
- днище резервуара має ухил у бік напрямка.

Гідравлічне випробування резервуара на водонепроникність проводять шляхом його наповнення водою протягом доби. Якщо рівень води знижується більше, ніж на 1 см на добу, воду зливають, резервуар розчищають та латають місця протікання.

Залізобетонні резервуари виготовляють круглої і прямокутної форми з плоским і куполоподібним перекриттям.

Кам'яні резервуари виконують круглої і прямокутної форми, як правило, із плоским перекриттям.

### **Водосховища-ставки**

Якщо є балки (яри) біля об'єкта, по яких постійно або періодично протікають поверхневі води (струмки, стік атмосферних вод), їх можна використовувати для створення водосховища. Основною спорудою водосховища (ставка) є гребля.

Греблі бувають різноманітної конструкції. Будують їх у найбільш вузькій частині балки, нижче її розширеної частини, або, якщо є така можливість, нижче з'єднання декількох балок. Тип земляної греблі визначають враховуючи місцеві умови. Найпростішими є греблі з однорідних, не фільтруючих або мало фільтруючих ґрунтів. Якщо такі ґрунти відсутні, варто застосовувати екрануючі пристрої з глинистих матеріалів. Для захисту екрана від промерзання його засипають прошарком піску товщиною не менше 1 м залежно від кліматичних умов.

Дерев'яні водозливні греблі – конструкції з однією, двома і більше поперечними стінками. Поперечні стінки повинні заглиблюватись в береги русла водостоку, а його дно не менше, ніж на 2–2,5 м. Це робиться для того, щоб вода, що фільтрується під греблею, не могла розмити ґрунт і тим самим піддати греблю небезпеці руйнування. Дерев'яна гребля може бути виконана зі шпунтових паль, забитих у виді рядів.

У береговій частині русла шпунтові стінки повинні бути над підпірним горизонтом води на 0,5 м, для того, щоб не допустити розмиву берегових укосів русла. Середня частина греблі служить водозливом, через що відмітка стінки в цій частині повинна бути на рівні нормального підпірного горизонту.

Щоб запобігти підмиву греблі з низової сторони, споруджують кам'яне кріплення довжиною 5–7 м.

### **Експлуатація водойм**

Кожна побудована водойма повинна бути прийнятою в експлуатацію комісією, що:

- 1) перевіряє відповідність її проекту;
- 2) проводить гідравлічні випробування на водонепроникність.

З цією метою водоймища заповнюють водою до проектного рівня і через добу заміряють рівень води у ньому. За умовами фільтрації задовільними вважаються такі водойми-копанки, в яких зниження рівня за добу складає не більше 5 см. У водойм-резервуарів допускається зниження рівня не більше 1 см за добу.



Водойма, що визнана придатною до експлуатації, закріплюється за організацією, яка відповідає за її справний стан.

*Постійний нагляд за водоймами має такі етапи:*

1. Перевірку використання водойми за прямим призначенням.
2. Регулярну перевірку рівня води у водоймі, а у разі зниження його більше ніж на 30 см – поповнення запасу.
3. Дотримання в доброму стані під'їзних шляхів до водойм у будь-яку пору року.
4. Дезінфекцію води у водоймах у літню пору року хлорним вапном (100 г на 1 м<sup>3</sup> води) з метою попередження її псування.
5. Забезпечення робочого стану водозабірних пристроїв, укосів, гідроізоляції тощо.
6. Огородження водойм простою огорожею.
7. Утеплення водойм у зимовий час, тобто виконання заходів щодо запобігання замерзанню води в резервуарах і в ополонках відкритих водойм.

У підземних резервуарах у зимовий період між нижньою і верхньою кришками люка проміжок заповнюють утеплювальним матеріалом. Для утеплення, можуть використовуватися тирса, дрібні стружки, ущільнена солома, сіно тощо.

Для забору води з відкритих водойм, що промерзають, коли товщина льоду досягає 10 см, необхідно прорубати ополонку розміром не менше 0,6 x 0,6 м. Для того, щоб ополонка не замерзала, рекомендується вморожувати трубу або порожню бочку дном під лід так, щоб велика частина її висоти знаходилася під водою. Бочка заповнюється утеплюючим матеріалом, що викидається перед забором води, а дно бочки вибивається. Місце розташування бочки повинно бути позначено вказівником.

Замерзанню ополонки запобігають й іншими засобами, наприклад, влаштовують щит-кришку з порожнім простором.

Щоб зменшити товщину льоду і тим самим збільшити корисний об'єм води, рекомендується утеплювати відкриті водойми. Найпростішим способом утеплення є засипання поверхні льоду і частини берега (1 м від краю) шаром снігу в 70–80 см. Як утеплювачі можуть використовуватись також тирса, мох, солома, який укладають шарами 20–50 см. З приходом весни їх прибирають.

### **Протипожежні вимоги до водозабірних споруд за розділом 9 ДБН В.2.5-74:2013**

Водоприймачі поверхневих вод залежно від складності природних умов, їх типу і допуску на розміри водоприймальних отворів, для обслуговування розподіляються на три ступені надійності:

– I ступінь – водоприймачі, що забезпечують безперервний забір-відбір розрахункової витрати води;

– II ступінь – водоприймачі, що забезпечують забір розрахункової витрати води з можливою перервою в її подачі на гідрант або зниженням обсягу її подачі протягом одного місяця;

– III ступінь – водоприймачі, що забезпечують відбір води, який може перериватися на 3 доби.

Джерело водопостачання і водозабірні споруди протипожежних водопроводів повинні бути одного ступеня надійності і забезпечувати в будь-який час доби подачу повної розрахункової пожежної витрати води. При цьому оголовки обов'язково повинні мати додаткові устрої для їх обігріву на ріках із можливим утворенням шуги і донного льоду.

Водозабірні споруди I і II категорії надійності повинні складатися не менше, ніж із двох незалежно працюючих секцій.

У об'єднаних водопроводах водозабірні споруди повинні забезпечити сумарну витрату води:

$$Q_c = Q_{ГП} + Q_{Ф} + Q_{НПЗ} \quad (3.2)$$

де  $Q_c$  – витрата води водозабірних споруд;

$Q_{ГП}$  – витрата води на господарсько-питні або виробничі потреби;

$Q_{Ф}$  – витрата води на потреби очисних споруд (для промивання фільтрів, відстійників тощо);

$Q_{НПЗ}$  – витрата води, що необхідна для відновлення недоторканого протипожежного запасу.

Максимальний термін відновлення недоторканого протипожежного запасу води не повинен перевищувати:

– 24 год – у населених пунктах і на підприємствах із категорією виробництв А, Б і В;

– 36 год – на підприємствах із категорією виробництв Г і Д;

– 72 год – у сільських населених пунктах і на сільськогосподарських підприємствах.

На промислових підприємствах із розрахунковою витратою води на зовнішнє пожежогасіння 20 л/с і менше допускається збільшити терміни поповнення протипожежного запасу води для виробництв категорій Г і Д до 48 годин, для виробництва категорії В – до 36 годин.

Якщо дебіт джерела водопостачання не забезпечує поповнення недоторканого запасу води у зазначені терміни, допускається збільшення часу поповнення за умови збільшення запасу води на величину  $\Delta W$ , що дорівнює

$$\Delta W = W_{н.з.} \frac{K - 1}{K}, \quad (3.3)$$

де  $W_{н.з.}$  – необхідний запас води за нормативної тривалості його поповнення, м<sup>3</sup>;

$K$  – відношення прийнятого терміну поповнення до необхідного.

Поповнення недоторканого протипожежного запасу може здійснюватися за рахунок зменшення до 70 % господарсько-питних витрат води, а також відповідного скорочення виробничих витрат – з розрахунку на роботу підприємства за аварійним графіком.

Водозабори підземних вод повинні гарантувати надійний прийом необхідної кількості води і подачу її у водоводи.

Необхідно передбачати резервні свердловини (залежно від числа робочих свердловин та категорій надійності). Для забезпечення надійної роботи

водозаборів усіх категорій на складі необхідно мати запасні резервні насоси, на підставі з розрахунку: на 10 робочих свердловин – один, якщо більша кількість – 10 % від їх (свердловин) загальної кількості.

На очисних спорудах для забезпечення їхньої надійної роботи повинно бути встановлено не менше двох відстійників, двох фільтрів, а також повинні бути прокладені обвідні водопроводи навколо окремих споруд для подачі води від насосної і підйому безпосередньо в резервуари чистої води.

Вимоги до водозабірних споруд:

а) влаштування під'їздів і майданчиків для машин для забору води. Під'їзди – це пірси із різних матеріалів (витримують навантаження 7–8 т, висота над рівнем води  $H_{\max} = 5$  м,  $H_{\min} = 0,7$  м. Параметри настилу 4,5x12 м);

б) висота огорожі  $h = 0,7-0,8$  м;

в) приймальні колодязі на березі повинні мати об'єм 3–5 м<sup>3</sup>;

г) подавальний трубопровід повинен бути  $d = 200$  мм;

д) під'їзд до приймальних колодязів повинен бути вільним;

ж) повинно бути знезараження води влітку;

з) взимку колодязі і водозабірні оголовки повинні бути утеплені.

#### *Контрольні питання та завдання*

1. Класифікація водозабірних споруд.
2. Вимоги до водозабірних споруд.

## ГЛАВА 4. НАПІРНО-РЕГУЛЮЮЧІ СПОРУДИ І НАСОСНІ СТАНЦІЇ

### § 4.1. Класифікація споруд

Подача води споживачам через водопровідну мережу здійснюється за допомогою насосних станцій або напірнорегулюючих споруд.

За призначенням споруди розрізняють: резервуари чистої води, регулюючі ємності, запасні ємності, водонапірні башти, гідроколони, пневматичні установки.

У системах водопостачання використовуються регулюючі і запасні ємності.

Регулюючі ємності дозволяють забезпечити рівномірну роботу насосних станцій, відпадає необхідність у подаванні максимальних витрат води в години найбільшого водоспоживання, а також зменшити діаметри труб, що знижує вартість водопроводу.

Запасні ємності підвищують надійність систем водопостачання. У них зберігається запас води на потреби очисних споруд, пожежні, виробничі і господарсько-питні.

Запасні резервуари як правило підземні або напівпідземні. Вибір розмірів ємностей повинен проводитися на основі техніко-економічного аналізу системи водопостачання і наміченого режиму її роботи.

Ємності класифікують за такими ознаками:

- 1) за призначенням – регулюючі, запасні, комбіновані (одночасно і регулюючі і запасні);
- 2) за способом відбору води в них – напірні (що забезпечують необхідний напір для подавання води у водопровідну мережу) самопливні (гравітаційні), безнапірні (подача води у мережі здійснюється насосами);
- 3) за конструктивними ознаками – підземні та наземні резервуари, водонапірні колони, водонапірні башти, пневматичні напірні установки;
- 4) за матеріалами – залізобетонні, сталеві, цегляні, дерев'яні;
- 5) за формами – круглі, прямокутні тощо.

### § 4.2. Резервуари чистої води та вимоги до них

Резервуари чистої води регулюють нерівномірність роботи насосних станцій I і II підйомів та зберігають воду для протипожежних, господарсько-питних і виробничих потреб під час гасіння пожежі.

Отже, ємність резервуарів чистої води відповідно до їхнього призначення може бути визначена за формулою:

$$W_{РЧВ} = W_{рег.} + W_{НЗ} \quad (4.1)$$

де  $W_{РЧВ}$  – ємність резервуара чистої води;

$W_{рег.}$  – регулююча ємність, що призначена для регулювання нерівномірності роботи насосних станцій;

$W_{НЗ}$  – недоторканий протипожежний запас води.

Крім того, у резервуарах іноді зберігається аварійний запас  $W_{ав}$  на час ліквідації аварії у випадку прокладання одного водоводу і запас для промивання фільтрів  $W_{ф}$ .

$$W_{РЧВ} = W_{рег.} + W_{НЗ} + W_{ав.} + W_{ф.} \quad (4.2)$$

Регулюючий об'єм води може бути визначений графоаналітичним і табличним способами на основі аналізу роботи насосних станцій I і II підйомів (насосна станція I підйому подає воду в резервуари, а насосна станція II підйому відкачує її з них). Поєднуючи графіки подачі води насосними станціями, визначають  $W_{рег.}$ . Регулююча ємність резервуарів може бути визначена табличним методом.

Таблиця 4.1. Визначення регулюючого об'єму резервуарів чистої води

Період доби, година	Подача НС-I в РЧВ, %	Забір води НС-II з РЧВ, %	Надходження в РЧВ, %	Забір з РЧВ, %	Залишок, %
0 - 6	25,0	17	8,0	-	+ 8,0
6 - 20	58,3	71,6	-	13,3	- 5,3
20-24	16,7	11,4	5,3	-	0

Звідси  $W_{рег}$  резервуарів, що вимагається складає  $W_{рег} = 8,0 + 5,3 = 13,3$  % від добового водоспоживання. Але практично необхідний регулюючий об'єм резервуарів складає  $W_{рег.} \approx 20$  %, добового водоспоживання.

Недоторканий пожежний запас води може бути врахований як сума об'ємів на пожежогасіння і господарсько-виробничі потреби під час пожежі:

$$W_{н.з.} = W_{пож} + W_{госп} \quad (4.3)$$

де  $W_{пож}$  – запас води, необхідний для гасіння пожежі протягом 3 год;

$W_{госп}$  – запас води на господарсько-виробничі потреби, що необхідний на час гасіння пожежі, тобто на 3 год.

$W_{пож.}$  – визначається за такою формулою:

$$W_{пож} = Q_{пож} \cdot \tau_{пож} = Q_{пож} \frac{3 \cdot 3600}{1000} = 10,8 Q_{пож}, \quad (4.4)$$

де  $Q_{пож}$  – розрахункова пожежна витрата, л/с;

$\tau_{пож}$  – час гасіння пожежі, що дорівнює 3 години (за п.6.2.13 ДБН В.2.5-74:2013).

Об'єм води на господарсько-питні потреби визначається на підставі максимальної господарсько-питної і виробничої витрати на час гасіння пожежі  $\tau_{пож} = 3$  год, крім витрат на **прийняття душу**, витрати на поливання і миття технологічного обладнання:

$$W_{госп} = 10,8 \cdot Q_{госп.макс}, \quad (4.5)$$

де  $Q_{госп.макс}$  – витрата води, л/с.

Об'єм води  $W_{ав}$ , необхідний для ліквідації аварії водопроводу, може бути визначений за формулою:

$$W_{ав} = \frac{Q_{ав} \cdot \tau_{ав}}{1000} + \frac{Q_{пож} \cdot \tau_{пож.ав}}{1000}, M^3 \quad (4.6)$$

$$Q_{ав} = Q_{вир.ав} + 0,7Q_{Г-П} \quad (4,7)$$

- де  $Q_{ав}$  – витрата води у разі аварії водопроводу, л/с;  
 $Q_{вир.ав}$  – витрата води на виробничі потреби під час роботи підприємства за аварійним графіком л/с;  
 $Q_{Г-П}$  – розрахункова витрата води на господарсько–питні потреби, л/с;  
 $Q_{пож}$  – витрата води на пожежогасіння, л/с;  
 $\tau_{ав}$  – час ліквідації аварії, с (визначається за п. 12.4 ДБН В.2.5-74:2013);  
 $Q_{пож.ав}$  – час гасіння пожежі, взято відповідно до норм ДБНа **при**  
 $Q_{пож} \leq 25$  л/с;  
 $\tau_{пож} = 2-3$  год, при  $Q_{пож} > 25$  л/с –  $\tau_{пож} = 4-6$  год;  
0,7 – коефіцієнт, що враховує зменшення господарсько-питних витрат, що допускається за ДБН у випадку аварії водопроводу.  
Розрахуємо об'єм води на промивання фільтрів  $W_{\phi}$ :

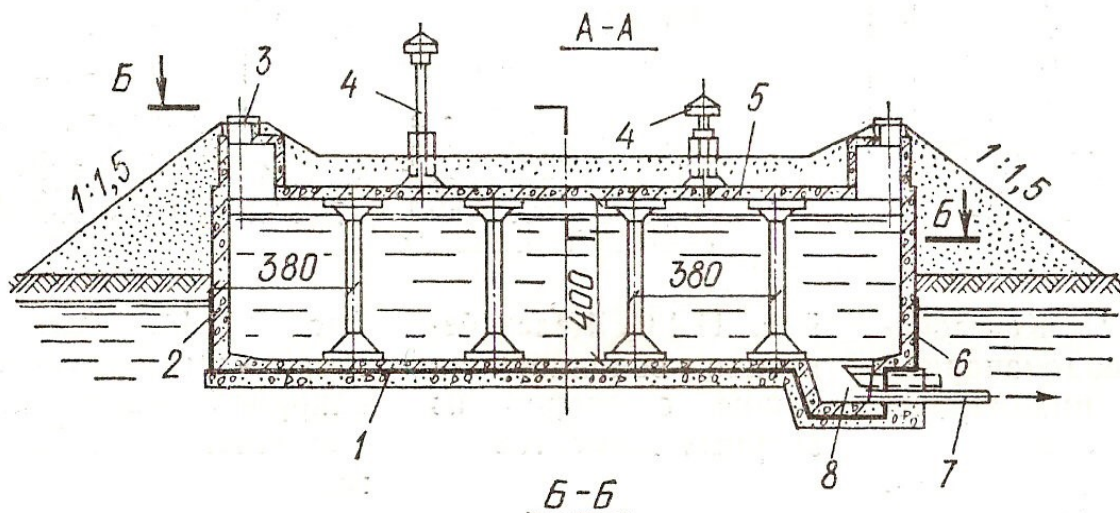
$$W_{\phi} = \frac{2Fq\tau}{1000}, \text{ м}^3 \quad (4.8)$$

- де  $F$  – площа однієї секції фільтра,  $\text{м}^2$ ;  
 $q$  – інтенсивність промивання фільтрів ( $q = 12-18$  л/с· $\text{м}^2$ );  
 $\tau$  – тривалість промивання фільтрів ( $\tau = 300-420$  с).

Знаючи розрахункову місткість резервуара, підбирають типовий резервуар.

Загальна кількість резервуарів в одному вузлі повинна бути не менше 2 за наявності протипожежного запасу води. За розрахунковими об'ємами підбирають типовий резервуар.

Резервуари виконують із залізобетону (переважно) круглої (до 2000  $\text{м}^3$ ) або прямокутної форми. Їх обладнують подаючими і всмоктуючими трубопроводами, переливною, і грязьовою трубами. На них улаштовують також оглядові колодязі і вентиляційні труби.



**Рис. 4.1.** Залізобетонний резервуар чистої води

- 1 – днище на утрамбованому ґрунті з гідроізоляцією; 2 – стінка; 3 – люк з лазом; 4 – вентиляційні труби; 5 – перекриття; 6 – гідроізоляція бітумом; 7 – труба для скидання мулу;  
8 – прямик

Для зберігання недоторканого пожежного запасу води резервуари повинні бути обладнані автоматичними пристроями (реле рівня поплавкового або електронного типу), що у разі досягнення рівня недоторканого запасу відключають господарські насоси і подають сигнал у диспетчерський пункт і на насосну станцію I підйому для вмикання резервних насосів. Такий спосіб зберігання недоторканого запасу характерний для насосних станцій низького тиску, що не мають спеціальних пожежних насосів. Коли в насосній станції встановлені пожежні насоси, недоторканий запас може бути збережений за рахунок розташування всмоктувальних ліній господарських і пожежних насосів на різних рівнях з устроєм кожуха і за допомогою устрою повітряно-водяного затвора.

### § 4.3. Водонапірні башти та колони і вимоги до них

Водонапірні башти призначаються для регулювання нерівномірності водоспоживання, збереження недоторканого запасу води і створення необхідного напору у водопровідній мережі.

Виходячи з призначення водонапірної башти, місткість бака повинна дорівнювати

$$W_{\delta} = W_{\text{рег}} + W_{\text{н.з.}}, \quad (4.9)$$

де  $W_{\text{рег}}$  – регулююча ємність бака;

$W_{\text{н.з.}}$  – протипожежний об'єм води, розрахований на 10-хвилинну тривалість гасіння пожежі на промислових підприємствах внутрішніми пожежними кранами, а також спринклерними або дренчерними установками у разі найбільшої витрати води на інші потреби або на 10-хвилинну тривалість гасіння однієї внутрішньої і однієї зовнішньої пожеж поряд з одночасною найбільшою витратою води на інші потреби.

Таким чином, недоторканий запас води дорівнює сумі:

$$W_{\text{н.з.}} = W_{\text{госп}} + W_{\text{пож.}} \quad (4.10)$$

Об'єм води для господарсько-питних потреб та цілей пожежогасіння може бути визначений у такий спосіб:

$$W_{\text{госп}} = \frac{Q_{\text{госп.макс.}} \tau}{1000} = \frac{10 \cdot 60}{1000} \cdot Q_{\text{госп.макс.}} = 0,6 Q_{\text{госп.макс.}}, \text{ м}^3 \quad (4.11)$$

це для  $Q_{\text{госп.макс}}$  у л/с і за  $\tau = 10$  хв,

$$W_{\text{пож}} = \frac{Q_{\text{пож}} \tau}{1000} = \frac{10 \cdot 60}{1000} \cdot Q_{\text{пож}} = 0,6 Q_{\text{пож}}, \text{ м}^3 \quad (4.12)$$

для  $Q_{\text{пож}}$  у л/с і за  $\tau = 10$  хв.

Під час визначення об'єму недоторканого протипожежного запасу води витрата в душових і на миття підлоги не враховується.

Якщо забір води на зовнішнє пожежогасіння здійснюється з водоймищ, а в будинку потрібно влаштувати об'єднаний пожежний водопровід із господарсько-питним, об'єм води для недоторканого запасу визначається з умови роботи одного

пожежного кран-комплекту протягом однієї години за звичайних витрат води на господарсько-питні і виробничі потреби.

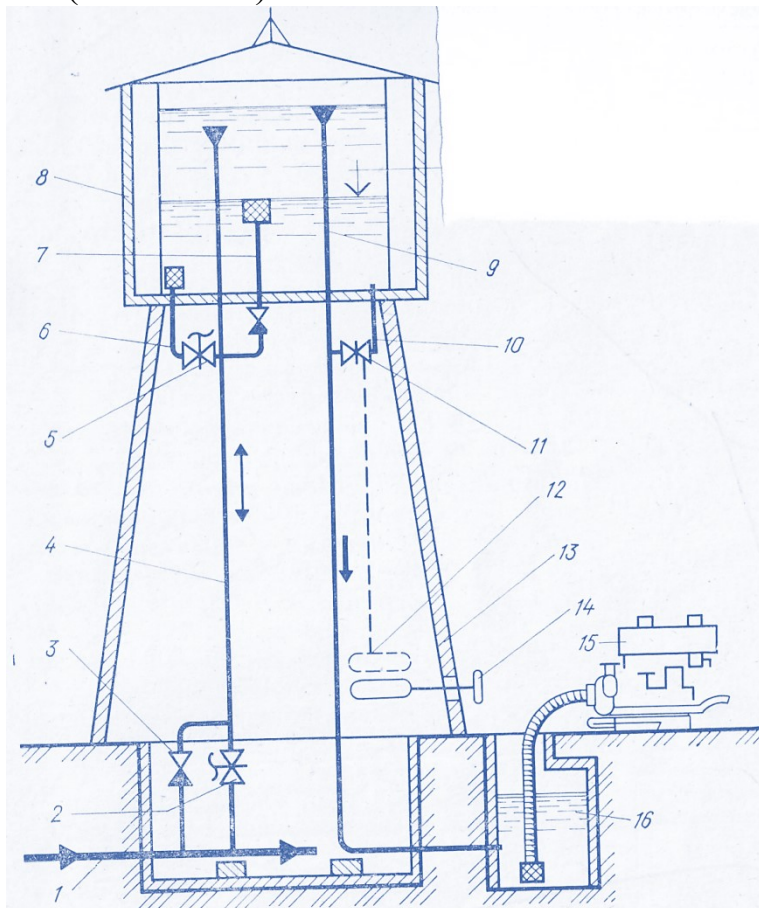
У населених пунктах сільської місцевості і на тваринницьких фермах за невеликих розрахункових витратах у баках водонапірних башт зберігається запас води на 3 години гасіння пожежі. У цьому випадку місткість бака водонапірної башти визначається так само, як і місткість резервуарів чистої води.

У разі загальної водонапірної башти, що призначена для водопостачання підприємства і населеного пункту при ньому, пожежний запас води в баці необхідно брати за найбільшою розрахунковою витратою тільки на підприємстві, або тільки в населеному пункті.

Регулююча місткість бака визначається шляхом аналізу водоспоживання і подачі насосної станції (рівномірний і нерівномірний режими роботи насосів).

Нерівномірний режим роботи насосів для водоспоживання є економічно вигідним, зменшується місткість бака, а отже, будівельна вартість водонапірної башти. Звичайно, регулюючий об'єм бака ( $W_{\text{рег}}$ ) складає приблизно 10 % від добової максимальної витрати.

Визначивши необхідну місткість бака, підбирають типовий проект водонапірної башти (за табл. 4.2).



**Рис. 4. 2.** Схема обладнання водонапірної башти

- 1 – водопровідна мережа; 2 – електрозасувка; 3 – зворотний клапан; 4 – подаючо-розвідний трубопровід; 5 – електрозасувки; 6 – пожежний трубопровід; 7 – господарчо-питний трубопровід; 8 – бак; 9 – переливна труба; 10 – труба для скидання мулу; 11 – засувка; 12 – муфта; 13 – основа башти (стакан); 14 – вентиль; 15 – пожежний насос; 16 – колодязь



Основними елементами водонапірної башти є бак і підтримуюча його конструкція (стакан), що підтримує його.

Обладнання водонапірної башти забезпечує зберігання недоторканого запасу води під час роботи водопроводу в звичайний час і автоматичне відключення її одночасно з надходженням сигналу про вмикання пожежних насосів. Подача води з водогінної мережі у бак і надходження води з нього здійснюється по подавально-розвідному трубопроводу. По трубопроводу надходить тільки регулюючий запас води.

Для забору недоторканого запасу води використовується трубопровід із електрозасувкою, що відкривається одночасно з пуском пожежного насоса. Водонапірний бак обладнується грязьовою і переливною трубами, що сполучені з каналізаційною криницею, відключає водонапірну башту під час пожежі зворотній клапан і електрозасувка, що у звичайний час відкрита, а у момент одержання сигналу про пожежу – закривається. Для подачі води до місця пожежі пересувним пожежним насосом із криниці за допомогою вентиля і муфти відкривають засувку. Іноді водонапірні баки обладнують автоматичними пристроями (наприклад, встановлюють електронне реле рівня), що передають показники щодо рівня води в баці на насосну станцію або в диспетчерський пункт. Проте, їхня експлуатація пов'язана з певними труднощами і можлива лише за певних кліматичних умов.

Таблиця 4.2. Основні дані типових водонапірних башт

Типовий проект	Кількість баків	Місткість бака, м <sup>3</sup>	Висота розміщення баків (напір), м
4-18-664	3	100, 200, 300	28, 32, 36
901-5-12/70	1	500	41
901-5-26/70	1	300	21, 24, 30, 36, 42
901-5-28/70	1	800	24, 30, 36
901-5-14/70	1	15	6, 9
901-5-9/70	1	150	18, 24
901-5-20/70	1	12	9, 12, 15, 18, 21
901-5-21/70	1	50	9, 12, 15, 18, 21, 24, 27
901-5-22/70	1	100	9, 12, 15, 18, 21, 24
901-5-23/70	1	200	9, 12, 15, 18, 21, 24
901-5-24/70	1	300	15, 18, 21, 24, 30
901-5-25	1	500	15, 18, 21, 24, 30
901-5-13/70	1	15	6, 9
901-5-15/70	1	25	12
901-5-16/70	1	50	18

Водонапірні башти можуть бути залізобетонні, металеві, цегляні і дерев'яні. Найбільш поширені залізобетонні. Металеві водонапірні башти споруджують значно рідше (з урахуванням економії металу). Водонапірні башти з цегли споруджують невеликої висоти, частіше на залізничному транспорті та у населених пунктах, якщо можливо використовувати для їхнього будівництва цеглу місцевого виробництва.

Дерев'яні башти використовуються переважно на тимчасових водопроводах (наприклад, на будівельних майданчиках), а також у сільськогосподарському

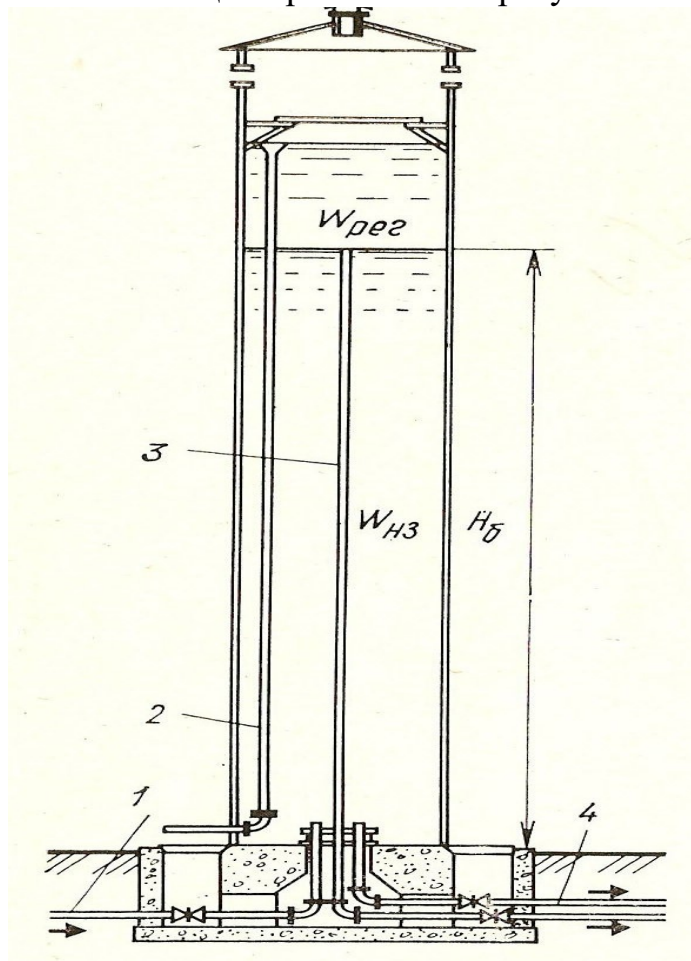
виробництві, де об'єм бака потрібен незначний і висота його підйому, як правило, невелика.

За типовим проектам споруджують башти висотою до 40 м (до дна бака) із баками місткістю до 800 м<sup>3</sup>. На одній і тій же водонапірній башті можуть бути встановлені на різній висоті два і навіть три баки, що обслуговують системи водопроводів із різними напорами.

### Гідроколона

Різновидом водонапірної башти є гідроколони, що призначена, головним чином, для збереження аварійного запасу води, наприклад, у системах водопостачання металургійних комбінатів. Вона являє собою залізобетонну або сталеву циліндричну вертикальну ємність, висота якої дорівнює висоті водонапірної башти.

На відміну від водонапірної башти ствол гідроколони цілком заповнений водою. Проте корисним об'ємом її є практично тільки верхня частина, розташована на висоті, що відповідає необхідним вільним напорам у водогінній мережі. Ця частина гідроколони використовується в звичайний час як регулююча ємність, а в нижній частині може зберігатися непорушний запас води, що подається до місця пожежі стаціонарними або пересувними насосами.

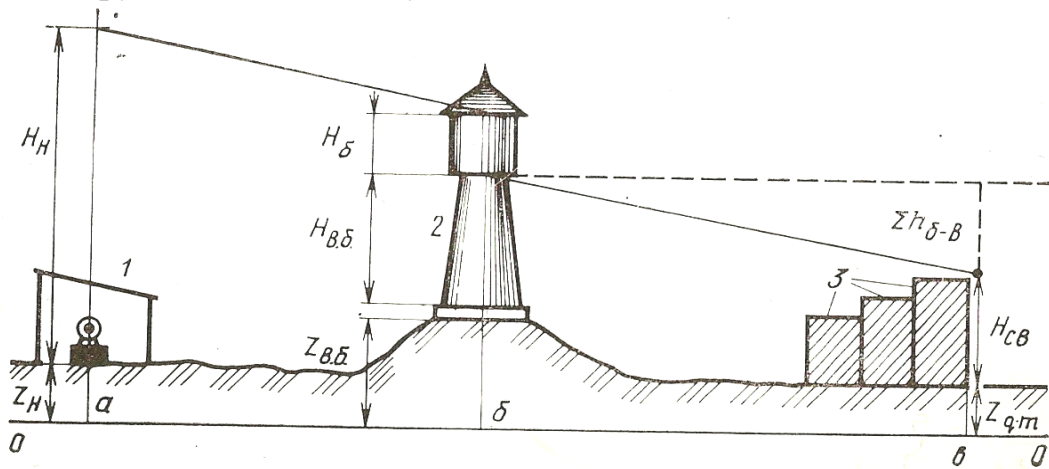


**Рис.4.3.** Гідроколони

1 – водопровідна мережа; 2 – переливна труба; 3 – господарсько-питний трубопровід;  
4 – пожежний трубопровід

### Визначення висоти водонапірної башти

Висота водонапірної башти визначається на підставі подолання опору у водогінній мережі і необхідності підйому води на певну висоту, а також створення вільного напору в точці, що диктує.



**Рис. 4.4.** Визначення висоти водонапірної башти

1 – насосна станція; 2 – водонапірна башта; 3 – водоспоживачі

Формули для визначення висоти водонапірної башти одержуємо, використовуючи рівняння Д. Бернуллі.

$$Z_{в.б} + H_{в.б-д.т.} + \frac{v_б^2}{2g} = Z_{д.т.} + H_{в.л.} + \frac{v_д.т.^2}{2g} + \sum h_{б.в-д.т.}, \quad (4.13)$$

У рівнянні через малу різницю величин швидкісного напору в двох перерізах ( $v_б \approx v_в$ ) ними можна знехтувати;  $\sum h_{б.в-д.т.}$  – сумарні місцеві і лінійні втрати напору в мережі,  $\sum h_{б.в} = 1,05 h_c$ .

Тоді формула для визначення висоти водонапірної башти матиме вигляд:

$$H_{в.б} = 1,05 h_c + H_{в.л.} + (Z_{д.т.} - Z_{в.б}), \quad (4.14)$$

де 1,05 – коефіцієнт, що враховує втрати напору в місцевих опорах (засувки, коліна, трійники тощо);

$h_c$  – втрати напору в мережі;

$H_{в.л.}$  – вільний напір у диктуючій точці, водогінної мережі, береться рівним 10 м для одноповерхового будинку, а за умови більшої поверховості – на кожний поверх варто додавати 4 м;

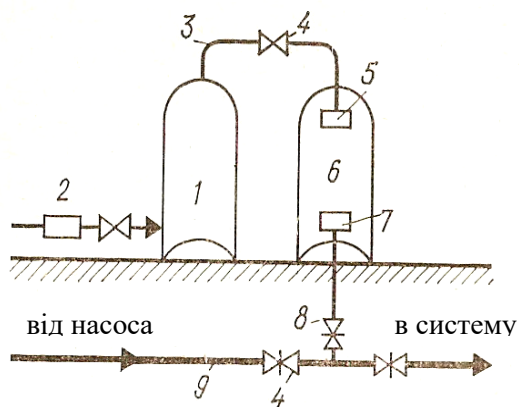
$Z_{д.т.} - Z_{в.б}$  – різниця геодезичних відміток диктуючої точки і місця установки водонапірної башти.

### § 4.4. Пневматичні водонапірні установки

#### Призначення й основні елементи пневмоустановок

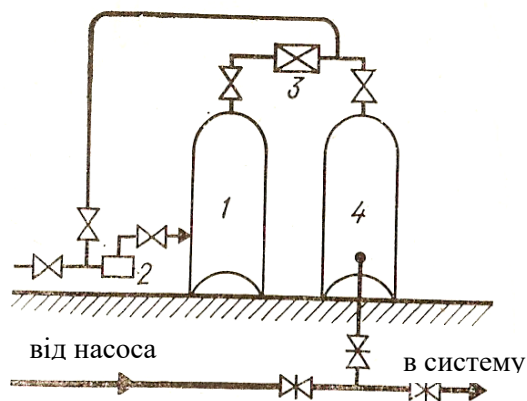
Пневматичні установки призначені для регулювання *нерівномірності водоспоживання і створення необхідного напору у водогінній мережі*.

У пневматичних установках необхідний напір створюється тиском стиснутого повітря на поверхню води в герметично закритих сталевих резервуарах. Існують дві системи пневматичних установок: перемінного і постійного тиску. Більшого розповсюдження одержали установки перемінного тиску.



**Рис. 4.5.** Схема пневматичної установки перемінного тиску

1 – повітряний резервуар; 2 – компресор; 3 – перепускний трубопровід; 4 – вентиль;  
5 – зворотний клапан; 6 – водяний резервуар; 7 – поплавковий клапан; 8 – засувка;  
9 – трубопровід



**Рис. 4.6.** Схема пневматичної установки постійного тиску

1 – повітряний резервуар; 2 – компресор; 3 – редуктор; 4 – водяний резервуар

Пневматична установка перемінного тиску складається з таких основних елементів: двох герметичних резервуарів (повітряного 1 і водяного 6), сполучених між собою перепускним трубопроводом 3 із вентилем 4. Для наповнення резервуара 1 повітрям установлений компресор 2. Вода насосом подається в резервуар 6 по трубопроводу, який у водяному резервуарі закінчується поплавковим клапаном 7, що не допускає його повного спорожнення і подання повітря в мережу внутрішнього водопроводу. Перепускний трубопровід 3 закінчується зворотним клапаном 5, що запобігає попаданню води в повітряний резервуар. Крім цих клапанів встановлюють іншу арматуру: електроконтактні манометри, для контролю за тиском і для вмикання пожежних насосів; запобіжний клапан для попередження утворення вакууму; засувки – для підготовки до дії установки; скляні водомірні трубочки.

Підготування установки здійснюється так: відкривають засувку 8 і вентиль 4, заповнюють водою резервуар 6, звідки повітря надходить у резервуар 1; після наповнення резервуара 6 водою, закривають засувку. Потім компресором накачують повітря в резервуар 1 до максимального розрахункового тиску. Відкривши засувку 6, запускають установку, при цьому вода витискається під тиском повітря в мережу внутрішнього водопроводу. Відповідно до витрат води тиск повітря в резервуарах падає і в момент посадки клапана 7 буде мінімальним. Таким чином, установка під час роботи знаходиться під перемінним тиском від  $P_{\text{макс}}$  до  $P_{\text{мін}}$ .

Наповнення водою резервуара 6 відбувається в період, коли водоспоживання менше подачі насосів. У інший час вода подається з резервуара 6 у мережу.

Під час експлуатації частина повітря розчиняється у воді, а частина – просочується через щілини в з'єднаннях, тому 1–2 рази на місяць роблять підзарядку установки повітрям за допомогою компресора 2.

У малих установках нерідко застосовують тільки один повітряно-водяний резервуар. У пневматичних установках постійного тиску стиснуте повітря

забезпечує постійний тиск у системі незалежно від коливання рівня води в резервуарі, що досягається установкою редукційного клапана на перепускному або подавальному трубопроводах.

До приміщень, у яких установлюються гідропневмобаки, застосовуються ті ж вимоги, що і до приміщень насосних станцій. Як правило гідропневмобаки розташовують у приміщеннях насосної станції.

У випадках пожежі вмикаються пожежні насоси, що подають воду безпосередньо у водопровідну мережу. Господарсько-питні насоси і пневматичні установки на цей час відключаються автоматично від водопровідної мережі.

### Розрахунок пневматичних установок перемінного тиску

Для розрахунку пневмоустановок застосовують закон Бойля-Маріотта, що виражений рівнянням:

$$(P_{\text{макс}} + 10^5) \cdot W_{\text{пов}} - (P_{\text{мін}} + 10^5) (W_{\text{пов}} + W_{\text{вод}}), \quad (4.15)$$

де  $P_{\text{макс}}$  – максимальний манометричний тиск повітря в резервуарі;  
 $P_{\text{мін}}$  – мінімальний манометричний тиск, що необхідний згідно з розрахунком;  
 $W_{\text{пов}}$  – об'єм резервуара для повітря;  
 $W_{\text{вод}}$  – об'єм резервуара для води.  
 Звідси

$$P_{\text{макс}} + 10^5 = \frac{(P_{\text{мін}} + 10^5)(W_{\text{пов}} + W_{\text{вод}})}{W_{\text{пов}}} \quad (4.16)$$

Тут мінімальний тиск  $P_{\text{мін}}$  визначається розрахунком, а оптимальне співвідношення сумарного об'єму повітря і води в баці установки – на основі досвіду експлуатації. Позначимо це співвідношення коефіцієнтом  $\varphi$ , (звичайно він дорівнює 1,33–1,66):

$$\varphi = \frac{(W_{\text{пов}} + W_{\text{вод}})}{W_{\text{пов}}} \quad (4.17)$$

Повний об'єм гідропневмобака визначається за формулою:

$$W_{\text{п.б}} = W_{\text{рег}} \frac{\beta}{1 - \alpha_{\text{п}}}, \quad (4.18)$$

де  $W_{\text{рег}}$  – регулюючий об'єм води бака;  
 $\beta$  – коефіцієнт запасу ємності бака, що враховує співвідношення об'ємів повітря в резервуарі, він звичайно дорівнює 1,2–1,5;  
 $\alpha_{\text{п}}$  – коефіцієнт, що визначає співвідношення абсолютного максимального і абсолютного мінімального тисків у баці; для установок, що працюють із підпором ( $\alpha_{\text{п}} = 0,8$ , для установок із напором до  $5 \cdot 10^5$  Па  $\alpha_{\text{п}} = 0,75$ , для установок із напором більш  $5 \cdot 10^5$  Па  $\alpha_{\text{п}} = 0,7$ ).

У баках гідропневматичних установок протипожежний об'єм води не передбачено, але мінімальний об'єм води в них повинен забезпечувати гарантоване вмикання пожежних насосів.

Якщо подача насосної станції дорівнює або перевищує годинну витрату води, регулюючий об'єм визначається за формулою:

$$W_{рег} = \frac{Q_H}{4n}, \quad (4.19)$$

де  $Q_H$  – номінальна подача одного насоса або найбільшого за подачею в групі по черзі робочих насосів, що включається, почергово м<sup>3</sup>/год;  
 $n$  – максимальне число вмикань у 1 год, значення якого варто брати в межах  $n = 6-10$ .

Під час подачі води насосною установкою менше максимальної годинної витрати регулюючий об'єм визначається за формулою:

$$W_{рег} = Q_{ДОБ} \left[ (1 - K_n) + (K_r - 1) \left( \frac{K_r}{K_n} \right)^{\frac{K_r}{K_r - 1}} \right], \quad (4.20)$$

де  $Q_{ДОБ}$  – добова витрата, м<sup>3</sup>/доб;

$K_n$  – відношення подачі насосної установки до середньогодинної витрати;

$K_r$  – коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання.

#### **§ 4.5. Насосні станції та вимоги до них. Класифікація насосних станцій**

Насосні станції в системі водопостачання – це складний комплекс механічного обладнання, енергетичних установок, трубопроводів, арматури.

Різноманітність вододжерел, різноманітність технологічних вимог і особливості експлуатації обумовлюють специфіку насосних станцій різноманітного призначення.

*Насосні станції класифікують за основними ознаками.*

1. За розміщенням в схемі водопостачання і призначенням насосні станції розподіляються:

- НС I підйому;
- НС II підйому;
- підвищувальні – для підвищення напору в мережі;
- циркуляційні за умови зворотного водопостачання.

2. За розташуванням обладнання:

- наземні;
- заглиблені;
- шахтного типу (розміщені на великій глибині).

3. За видом обладнання:

- з горизонтально та вертикально розміщеними насосами.

4. За характером управління:

- з ручним;
- з автоматичним;
- з дистанційним.

5. За надійністю:

- I категорія – перерва в роботі насосів не допускається;
- II категорія – допускається короткочасна перерва в роботі насосів на час, необхідний для включення резервних агрегатів;

– III категорія – допускається перерва в подачі води споживачам на час ліквідації аварії, але не більше однієї доби (п. 11.1 ДБН В.2.5-74:2013).

### Насосні станції I-го підйому

Насосні станції I підйому забирають воду із джерела водопостачання і подають її на очисні споруди або, якщо не потрібно очищення води, безпосередньо в резервуари, розподільчу мережу, водонапірну башту або інші споруди залежно від схеми водопостачання.

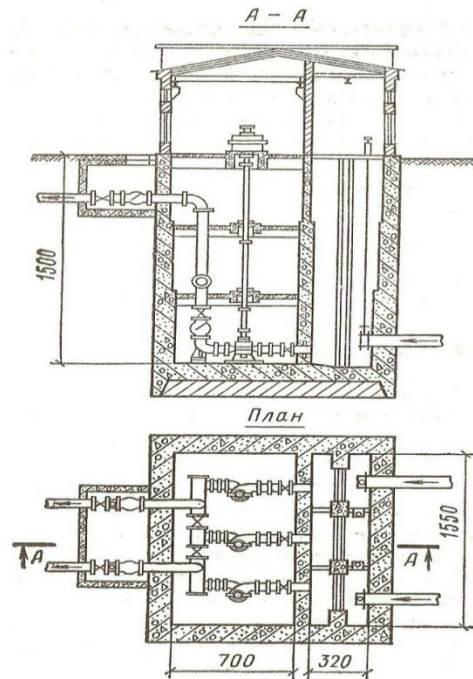


Рис. 4.7. Насосна станція 1 підйому з вертикальними насосами

В звичайний час (без пожежі) НС I-го підйому повинна забезпечувати подачу максимальної добової витрати на господарсько-питні та виробничі потреби, а також на особисті потреби споруд водопроводу.

У разі рівномірного режиму роботи насосів НС-I підйому протягом доби годинна подача визначається за співвідношенням:

$$Q_{\Gamma} = \alpha \cdot Q_{\text{макс.доб}} / 24, \quad (4.21)$$

де  $Q_{\text{макс.доб}}$  – максимальна добова витрата;

$\alpha$  – коефіцієнт, що враховує витрату води на особисті потреби ( $\alpha = 1,01 - 1,02$  – для водопроводів без очисних споруд;  $\alpha = 1,04 - 1,10$  – з очисними спорудами).

У випадку пожежі НС I підйому, крім того повинна забезпечувати поповнення недоторканого протипожежного запасу в резервуарах чистої води (за п.6.2.14 ДБН В.2.5 - 74:2013):

– **24 год** – в НП і на промислових підприємствах з виробництвом, що по пожежній безпеці належать до категорій А, Б, В;

– **36 год** – на промислових підприємствах з виробництвом, віднесених по пожежній безпеці до категорій Г, Д;

– **72 год** – в сільських НП та на сільськогосподарських підприємствах.

Відновлювання НПЗ може забезпечуватись наступними способами:

- збільшення часу роботи НС-I підйому, якщо в звичайний час насоси працюють не цілодобово;
- резервними насосами;
- скороченням водопостачання;
- спеціальними пожежними насосами, що встановлюються на НС I підйому для встановлення НПЗ.

НС можуть з'єднуватись з водоприймальними спорудами або розміщуватись в окремій будівлі. Часто їх доводиться заглиблювати нижче поверхні землі для того, щоб не перевищити допустиму висоту всмоктування насосів. Для зручності розміщення обладнання, трубопроводів і вантажопідйомних пристроїв будівлі насосних станцій будують прямокутної форми, що є доцільним у випадку більшого числа насосів і малого заглиблення станції.

На станціях I підйому доцільно встановлювати не менше двох робочих насосів через зміну літнього і зимового режимів роботи, а також на випадок непередбаченого збільшення подачі станції. Число резервних агрегатів визначається ступенем надійності роботи насосної станції.

У тих випадках, коли насоси подають воду безпосередньо у водопровідну мережу (насосна станція другого підйому відсутня), їхня продуктивність розраховується на повну розрахункову витрату води на гасіння пожежі і максимальну витрату води на господарсько-виробничі потреби. При цьому не враховується витрата води на полив, миття підлоги у промислових будівлях і миття технологічного обладнання.

### **Насосні станції II підйому**

Насосні станції II підйому призначені для подачі води у водопровідну мережу на господарсько-питні і виробничі потреби, а у випадку виникнення пожежі – і для пожежогасіння.

Насосні станції II підйому можуть мати рівномірний і нерівномірний режими роботи. Рівномірний режим роботи НС II підйому – режим, за якого подача води залишається постійною протягом доби. Нерівномірний (ступінчатий) режим роботи НС II підйому – режим, за якого подача води періодично змінюється протягом доби за рахунок включення різної кількості насосів.

В об'єднаних водопроводах низького тиску встановлюють групу насосів, що забезпечує всі потреби, у тому числі і пожежні. Якщо вони не забезпечують розрахункового тиску, необхідного для гасіння пожежі, то на станції встановлюють пожежні насоси.

При об'єднаних водопроводах високого тиску (що підвищується під час гасіння пожежі), на насосній станції встановлюють групу господарсько-питних (виробничих) і спеціальну групу пожежних насосів. Будівлі насосних станцій виконують із бетону, залізобетону і цегли. Останнім часом поширено будівництво насосних станцій із збірних залізобетонних елементів, а це дає змогу об'єднувати її з іншими водопровідними спорудами у випадку існування безпосереднього виходу назовні.

На насосних станціях встановлюють насоси зі всмоктувальними, напірними трубопроводами й арматурою. Насоси і трубопроводи розміщуються таким чином, щоб забезпечувалась надійність їхньої дії, зручність, простота і безпека



обслуговування, мінімальна протяжність трубопроводу і простота вузлів комунікацій.

Усмоктувальний трубопровід є одним із найбільш відповідальних частин устаткування станції; у разі недостатньої її герметичності порушується робота насосів (можливо навіть зрив їх роботи).

На початку всмоктувального трубопроводу (НС-1) монтують зворотний клапан, а в кінці – вакуумметр, для виміру розрідження в насосі. Всмоктувальний трубопровід повинен мати безперервний підйом до насосу (нахил не менше 0,005 за п. 11.13. ДБН В.2.5-74:2013), щоб повітря, яке виділяється із води у всмоктувальних трубах, могло вільно рухатися разом із водою до насоса. Кількість всмоктувальних ліній на насосних станціях I і II категорії незалежно від кількості груп насосів, включаючи пожежні, повинно бути не менше двох. У випадку вимкнення однієї лінії, інші повинні пропускати повну розрахункову витрату для насосних станцій I і II категорії і 70 % розрахункової витрати – для III категорії (за п. 11.4. ДБН В.2.5-74:2013).

#### **Насоси, як правило, встановлюють під залив.**

Якщо відцентрові насоси підключені до міської водопровідної мережі, то вони постійно знаходяться під тиском. Підбір насосів проводиться за характеристиками з урахуванням різних режимів водоспоживання. Знаючи розрахункову (задану) витрату, повний напір і можливу вакуумметричну висоту всмоктування (ДБН В.2.5-74:2013), вибирають марку насоса з урахуванням ККД, частоти обертання вала насоса і можливості паралельної роботи декількох насосів.

Якщо в насосній станції встановлена група пожежних насосів, необхідно постійно стежити за швидкістю їх вмикання і надійністю роботи. Необхідно, щоб насоси постійно знаходилися нижче рівня води в резервуарах: це значно спрощує автоматизацію пуску насосних агрегатів. Керують пожежними насосами дистанційно, одночасно з поданням команди на вмикання пожежного насоса повинно автоматично зніматися блокування, що не допускає витрату пожежного запасу води.

У водопроводах високого тиску одночасно із подачею команди на вмикання пожежних насосів повинні автоматично виключатися всі насоси іншого призначення і закриватися засувки на трубопроводі, що подає воду у водонапірну башту, напірні резервуари або баки гідропневматичної установки.

Установка пожежних насосів без резервних агрегатів допускається в населених пунктах із витратою води на зовнішнє пожежогасіння до 20 л/с і на промислових підприємствах із категорією пожежної безпеки Г і Д, із виробничими будівлями I і II ступенів вогнестійкості.

*Контроль за роботою насосної станції здійснюється за допомогою різноманітних вимірювальних приладів і пристроїв, що розділяються на дві основні групи:*

1. Для контролю за технологічними параметрами роботи станції – тиском, витратами води, її температурою тощо.
2. Для контролю за електричними параметрами – силою струму, напругою, витратою електроенергії, потужністю тощо.

Для визначення тиску використовують пружинні манометри, які розміщують на напірних патрубках насосів, а також на напірних колекторах. На великих насосних станціях встановлюють самописні манометри, що безперервно реєструють тиск на стрічкових або кругових діафрагмах. Розрідження у всмоктувальних трубах вимірюють за допомогою вакуумметрів, що розміщують на патрубках насосів. Подачу води в насосних станціях встановлюють водолічильники (водоміри) і витратоміри. Водоміри на трубопроводах пожежних насосів можуть не встановлюватися. Для визначення рівня води в приймальних камерах або резервуарах на насосних станціях встановлюють рівнеміри поплавкового типу з рейкою або рівнеміри-дифманометри. Для приведення в дію відцентрових насосів застосовують синхронні й асинхронні двигуни перемінного струму, що працюють з напругою 220/300 і 500 В (насосні агрегати малої і середньої потужності) або 3000 і 6000 В (насосні агрегати великої потужності), а також двигуни внутрішнього згорання. Прості асинхронні двигуни не потребують для запуску спеціальних пристроїв. Синхронні електродвигуни застосовують для крупних насосних агрегатів потужністю більше 200 кВт. Для забезпечення безперебійного електропостачання на трансформаторних підстанціях насосних станцій встановлюють резервні трансформатори, що спроможні цілком замінити (на 100 %) існуючі і продублювати їхню роботу.

Для прийому електроенергії і її розподілу існує щит низької напруги, що розташовується в машинному відділенні. На ньому розміщені низьковольтні апарати, прилади і з'єднання. Насосні станції, що подають воду на господарсько-питні, виробничі і протипожежні потреби повинні мати: I категорію надійності з електропостачання при витратах води на внутрішнє пожежогасіння більше 2,5 л/с; II – у випадку витрат 2,5 л/с, а для житлових будинків висотою 12–16 поверхів – у випадку витрат 5 л/с. Якщо для запуску насосів використовуються двигуни внутрішнього згорання, то в насосних станціях розміщують додаткові ємності з рідким паливом у кількості: бензину до 250 л, дизельного палива до 500 л; встановлюють їх у приміщеннях, відділених від машинного залу негорючими огорожуючими конструкціями з межею вогнестійкості не менше ніж 2 годин.

Приміщення насосних станцій повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками та пожежними кранами. Якщо насосна станція оснащена низьковольтним електрообладнанням, то вона повинна бути забезпечена двома ручними пінними вогнегасниками, а при двигунах внутрішнього згорання потужністю до  $2,2 \cdot 10^2$  кВт – чотирма вогнегасниками. В насосних станціях із високовольтним обладнанням або двигунами внутрішнього згорання потужністю більш  $2,2 \cdot 10^2$  кВт необхідно передбачати додатково два вуглекислотних вогнегасники, бочку з водою ємністю 250 л, дві коври з войлока, азбестового полотна або дві коши розміром 2x2 м (п. 11.17 ДБН В.2.5-74:2013).

### **Насосні станції низького та високого тиску**

НС II-го підйому бувають двох видів – низького і високого тиску.

Вибір типу НС II-го підйому залежить від відношення необхідних напорів насосів при роботі мережі в звичайний час і у випадку пожежі.

*Необхідний напір під час пожежі визначається за формулою:*

$$H_{\text{пож}} = 1,05(h_{\text{вс}} + h_{\text{вод}} + h_{\text{м}}) + H_{\text{в}} + \Delta Z, \quad (4.22)$$

де  $h_{\text{вс}}$ ,  $h_{\text{вод}}$ ,  $h_{\text{м}}$  – втрати напору у всмоктувальному трубопроводі, у водоводі, в мережі під час пожежі;

$H_{\text{в}}$  – вільний напір в диктуючій точці;

$\Delta Z$  – різниця геометричних відміток між диктуючою точкою мережі під час пожежі і найнижчим рівнем води в РЧВ.

Якщо виконується відношення  $H_{\text{пож}} - H_{\text{госп}} \geq 10$  м, то встановлюється насосна станція високого тиску.

**Насосна станція високого тиску** – це станція, на якій встановлюють спеціальні пожежні насоси, які складають напір  $H_{\text{пож}}$  і забезпечують подачу води на пожежегасіння, на господарсько-питні і виробничі потреби (не враховуючи витрату води на промислових підприємствах  $\Delta Q$  на душ, на поливання території, миття технологічного обладнання). Тоді:

$$Q_{\text{нас. пож.}} = (Q_{\text{пож}} + Q_{\text{госп. питні}} + Q_{\text{вир.}}) - \Delta Q, \quad (4.23)$$

де  $Q_{\text{пож}}$  – подача води на пожежегасіння;

$Q_{\text{госп. питні}}$  – подача води на господарсько-питні потреби;

$Q_{\text{вир.}}$  – подача води на підприємства тільки на виробничі потреби;

$\Delta Q$  – витрати води на душ, на поливання території, на миття технологічного обладнання.

На НС II підйому високого тиску в звичайний час працюють господарські насоси. Під час пожежі вмикається пожежний насос, а оскільки напір, який створюють пожежні насоси, більший від напору господарських насосів, то пожежний насос своїм напором закриває зворотні клапани на напірних трубопроводах господарських насосів і останні працюють у холосту. Тому, після вмикання пожежного насоса господарські насоси вимикають. При цьому пожежний насос забезпечує повну витрату води.

**Насосна станція низького тиску** – це станція, на якій встановлюються однакові насоси, тобто спеціальних пожежних насосів немає. Насосна станція низького тиску працює наступним чином: у звичайний час працюють основні (робочі) господарські насоси, а під час пожежі для забезпечення додаткової витрати вмикається додатковий насос такого ж типу, що і робочі.

Якщо  $H_{\text{пож.}} - H_{\text{госп.}} < 10$  м,  $H_{\text{пож.}} \leq H_{\text{госп.}}$ , то встановлюється насосна станція низького тиску.

#### *Контрольні питання та завдання*

1. Призначення РЧВ та вимоги до них.
2. Розрахунок об'ємів води РЧВ.
3. Призначення ВБ та вимоги до них.
4. Розрахунок об'ємів води ВБ.
5. Призначення пневматичних установок та їх розрахунок.
6. Насосні станції та вимоги до них.

## ГЛАВА 5. ВОДОВОДИ ТА ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ

### § 5.1. Схеми трасування водогінних мереж

Для транспортування води використовують:

- водоводи – між окремими водопровідними спорудами (НС – ВБ);
- магістральні водопровідні мережі – транспортування від початку мережі до найвіддаленішої точки;
- розподільчі водопровідні мережі – для розподілу води між окремими споживачами.

Водоводи прокладають у дві і більше ліній трубопроводів, що укладаються паралельно одна одній. Для подачі води безпосередньо до місць її споживання (житловим будинкам, цехам промислових підприємств) служить водопровідна мережа. Під час трасування ліній водопровідної мережі необхідно враховувати планування об'єкта водопостачання, розміщення окремих споживачів води, рельєф місцевості тощо.

За конфігурацією в плані розрізняють водогінні мережі розгалужені або тупикові, а також кільцеві або замкнуті. Розгалужені водогінні мережі використовуються для невеликих об'єктів водопостачання, що допускають перерви в постачанні водою. Ці мережі доцільні у випадку зосередженого споживання води у віддалених одна від одної точках мережі. Кільцеві водогінні мережі використовуються за необхідністю безперебійного водопостачання, що гарантується можливістю двостороннього живлення водою будь-якого споживача. Довжина і вартість кільцевих мереж більша, ніж розгалужених. У господарсько-питних і виробничих водопроводах, як правило, застосовують кільцеві мережі внаслідок їхньої здатності забезпечувати безперебійну подачу води. У протипожежних водопроводах кільцева мережа обов'язкова.

У водогінній мережі розрізняють *магістральні* (головні) і *розподільні* (другорядні) лінії.

Тупикові лінії водопроводів допускається використовувати згідно з п. 12.5 ДБН В.2.5-74:2013:

- для подачі води на виробничі потреби – при допустимості перерви в подачі води на час ліквідації аварії;
- для подачі води на господарсько-питні потреби – при діаметрі труб  $d > 100$  мм;
- для подачі води на протипожежні чи господарсько-протипожежні потреби незалежно від витрати води на пожежогасіння – при довжині лінії не більше 200 м.

Якщо населений пункт має населення до 5 тис. чоловік і  $q_{\text{пож.}} \leq 10$  л/с та кількість внутрішніх пожежних кран-комплектів  $\leq 12$  штук, то допускається влаштування тупикових ліній довжиною більше 200 м за умови влаштування в кінці тупика протипожежних резервуарів, водоймищ, ВБ та контррезервуарів (за п. 12.5 ДБН В.2.5-74:2013).

Під час трасування водопровідної мережі водопроводи та головні магістральні лінії направляють найкоротшим шляхом по найвищих відмітках місцевості. Таких ліній повинно бути не менше двох (п. 12.2 ДБН В.2.5-74:2013).

Їх з'єднують перемичками через 3–5 км (п. 12.10 ДБН В.2.5-74:2013) для переключень під час аварій та виключення на ремонт будь-якої ділянки.

Водопровідна мережа прокладається вздовж автомобільних доріг, паралельно лінії забудови (якщо можливо, то за покриттям проїзної частини) на відстані від:

- краю проїзної частини – 2,5 м (п. 12.16 ДБН В.2.5-74:2013);
- фундаментів будівель – 5 м;
- трамвайних рейок – 2 м;
- газопроводів – 1–2 м;
- електрокабелів – 1 м;
- каналізаційних ліній за:  $d_{\text{вод.}} \leq 200$  мм. –  $L = 1,5$  м;  
 $d_{\text{вод.}} > 200$  мм. –  $L = 3$  м;
- дерев – 2 м.

у разі прокладання водопроводів вище каналізаційних ліній, просвіт між ними 0,4 м, якщо нижче – в футлярах із глибиною закладання в глині  $h = 5$  м, в пісках  $h = 10$  м.

Якщо 2 водопроводи перетинаються, то під кутом  $90^\circ$ .

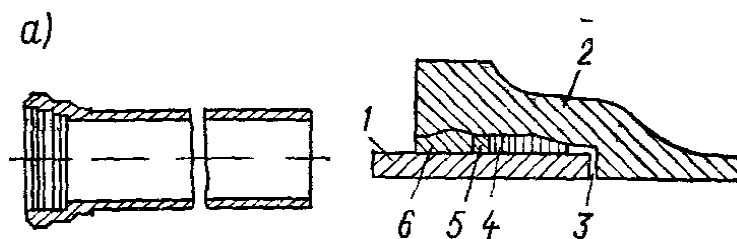
Згідно з п. 12.44. ДБН В.2.5-74:2013 мінімальний діаметр зовнішніх трубопроводів  $d_{\text{зовн.}} \geq 100$  мм для об'єднаних систем водопостачання в місті та  $d_{\text{зовн.}} \geq 75$  мм – для трубопроводів у сільській місцевості.

## § 5.2. Матеріали труб

Для водопровідних мереж матеріал труб вибирають згідно з п. 12.21 ДБН В.2.5-74:2013 (головним чином для напірних трубопроводів використовують залізобетонні труби довжиною 3-5 м з  $P = 0,6-1,5$  МПа; азбестоцементні –  $L = 3-4$  м з  $P = 0,3-1,2$  МПа; пластмасові –  $L = 1-7$  м з  $P = 1$  МПа; чавунні –  $L=2-7$  м з  $P = 1$  МПа).

Чавунні труби використовують як напірні в межах населених пунктів, на територіях промислових та сільгосп підприємств.

Для будівництва зовнішнього водопроводу використовують труби чавунні, сталеві, азбестоцементні, залізобетонні, пластмасові тощо.



**Рис. 5.1.** Чавунні розтрубні труби (1 – гладкий кінець труби, 2 – розтруб, 3 – зазор, 4 – просмолене пасмо, 5 – чисте пасмо, 6 – азбестоцемент)

Чавунні розтрубні труби і фасонні частини до них виготовляють відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ на нормальний тиск 1 МПа і на підвищений тиск 1,6 МПа.

Стики розтрубних з'єднань зашпаровують (конопатять) просмоленим або просоченим бітумом пасмом, чеканять азбестоцементною сумішшю (30 % азбесту і 70 % портландцементу з додаванням 10–12 % води (від маси суміші)). Такі стики еластичні, добре протидіють вібраційним навантаженням і надійні в експлуатації. Можна зашпаровувати стики і гумовими ущільнювачами. Останнім часом розроблені з'єднання чавунних труб на гумових кільцях без чеканки.

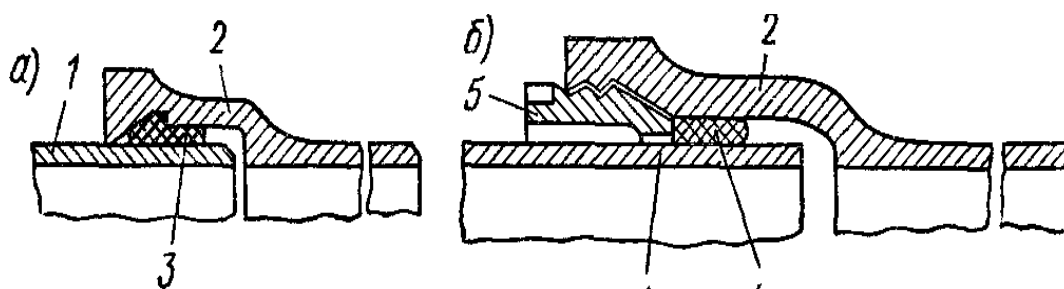
Чавунні труби з антикорозійним покриттям, виконані на заводах, довговічні, широко застосовуються під час будівництва водопроводів. Недоліком чавунних труб є поганий опір динамічним навантаженням і порівняно велика витрата металу.

У необхідних випадках для будівництва зовнішніх водопроводів застосовують сталеві труби наступних сортamentів: електрозварні прямошовні діаметром до 1400 мм і зі спіральним швом діаметром до 1400 мм, безшовні «гарячедеформовані» діаметром до 500 мм.

З'єднання сталевих труб здійснюють зварюванням. Фасонні частини до них виготовляють за шаблонами з відрізків труб, що зварюються між собою.

З метою захисту сталевих труб від корозії із зовнішньої сторони їх покривають бітумною або бітумно-гумовою ізоляцією, а також використовують метод катодного захисту. Для транспортування вод, сильно агресивних стосовно металу та на господарсько-питні потреби, сталеві труби без внутрішньої ізоляції не використовують.

Азбестоцементні водопровідні труби виготовляють заводським способом на робочий тиск 0,6, 0,9, 1,2 МПа (марки ВТ6, ВТ9 і ВТ12), діаметром до 500 мм. Азбестоцементні труби міцні, стійкі відносно корозії, відрізняються малою теплопровідністю, мають невелику масу, гладкі стінки. Недолік азбестоцементних труб полягає в їхньому малому опорі ударам і динамічним навантаженням. З'єднання азбестоцементних труб здійснюють азбестоцементними або металевими муфтами з ущільнюючими кільцями.



**Рис. 5.2.** Азбестоцементні труби

а – розтрубно-стикове під гумову манжету, б – розтрубно-гвинтове. 1 – гладкий кінець труби, 2 – розтруб, 3 – гумова манжета; 4 – гумове кільце, 5 – муфта, що нагвинчується

Для будівництва водопроводів можуть використовуватись і залізобетонні труби діаметром 500–1600 мм. Такі труби виготовляють, як правило, з попередньо напруженою арматурою. Для тимчасових водопроводів із невеликим робочим тиском можуть застосовуватись дерев'яні клепкові труби. За діаметра до 300 мм їх виготовляють заводським способом, за більшого діаметра збирають на місці укладанням з окремих клепок.

На сьогодні для зовнішніх водопроводів діаметром до 600 мм застосовують поліетиленові труби. Вони стійкі проти електрохімічної корозії, мають невелику вагу, достатню механічну міцність, довговічні. Недоліком цих труб є їхній великий коефіцієнт лінійного розширення.

Під час вибору матеріалу труб для будівництва зовнішнього водопроводу необхідно всебічно враховувати умови проектування, зокрема властивості води, що транспортується, агресивність ґрунтових вод, геологічні, гідрогеологічні та кліматичні умови (механічну міцність і довговічність труб, економічні і санітарні поняття тощо).

Стальні труби з товщиною стінки  $t = 2$  мм та напором 1,5 МПа різних діаметрів та довжин використовують:

- для переходів під залізничними та автомобільними дорогами, через водяні перешкоди та яри;
- у місцях перетину господарсько-питних водопроводів із мережами каналізації;
- у випадку прокладання трубопроводів по автодорожніх і міських мостах, по опорах естакад та в тунелях.

Глибина закладки трубопроводів повинна бути на 0,5 м нижче глибини промерзання ґрунтів. Також враховуються зовнішні навантаження від транспорту (п. 12.41–12.43 ДБН В.2.5-74:2013). Рекомендується приймати приблизні глибини закладання труб для півночі – 3–3,5 м, середньої частини – 2–2,5 м, півдня 1–1,5 м.

### § 5.3. Арматура водогінної мережі

Водогінні мережі обладнують арматурою для забезпечення необхідних експлуатаційних режимів, надійності роботи, проведення обслуговування та ремонтів водоводів, водопровідних мереж і їхніх споруд.

Розрізняють запірно-регулювальну, запобіжну, водорозбірну та контрольно-вимірну арматури (п. 12.9 ДБН В.2.5-74:2013).

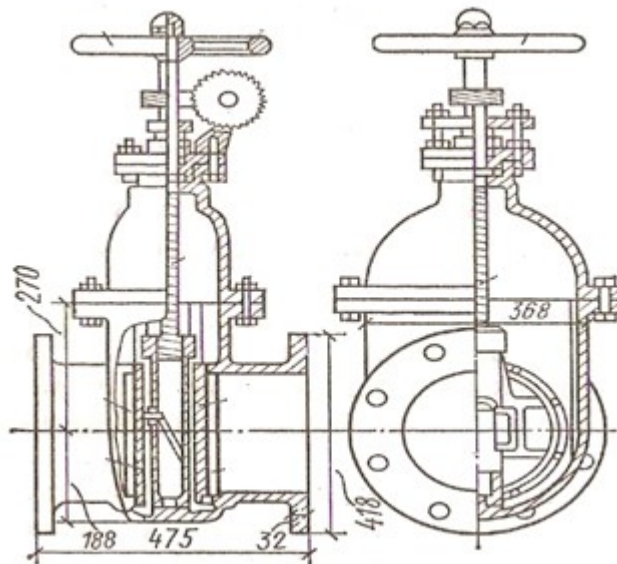
*Запірно-регулювальна арматура* – це засувки, затвори, вентиля, пробкові крани, регулятори тиску і витрат води (рис. 5.3 - 5.6).

*Засувки*  $d = 50$ – $2000$  мм на  $P = 0,25$ – $6,3$  МПа, (паралельні і клинові) з ручним приводом та електроприводом.

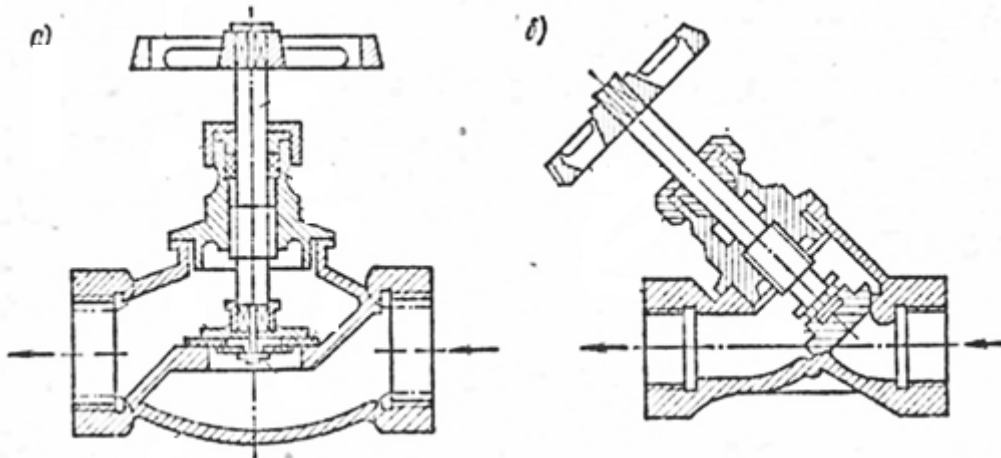
*Вентилі і пробкові крани* використовують для трубопроводів  $d = 15$ – $40$  мм,  $d = 50$ – $2000$  мм.

*Регулятори тиску і витрат води*, підтримують тиск чи витрати на певному рівні (головним чином на внутрішніх водопроводах і вводах у будинку).

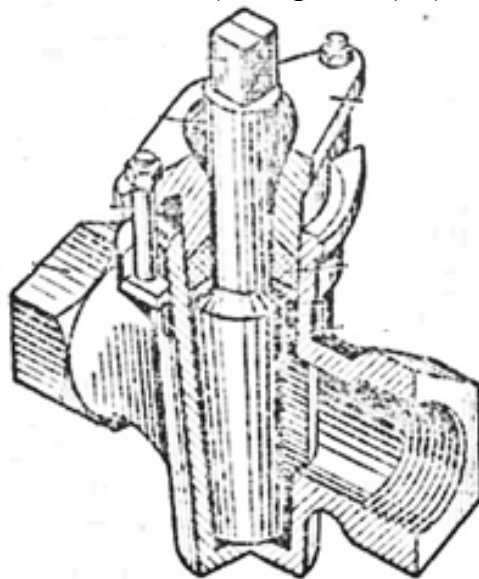
*Запобіжна арматура* – це запобіжні клапани, зворотні клапани. *Запобіжні клапани* ставлять там, де може виникнути підвищений тиск – насосні станції найнижчі точки траси водоводу, в момент гідравлічних ударів.



**Рис. 5.3.** Засувки

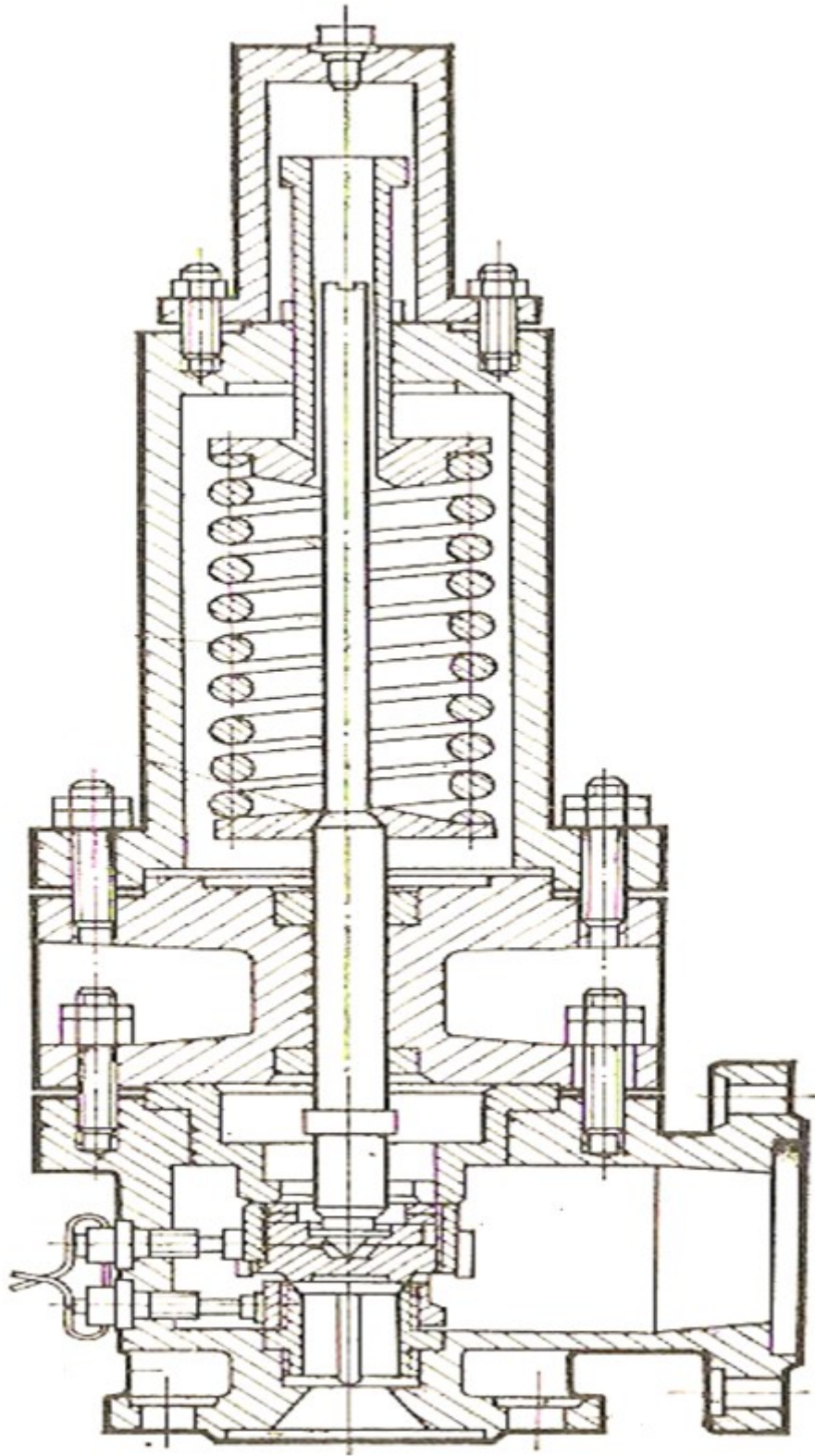


**Рис. 5.4.** Вентиль (а – прямой), (б – косий)



**Рис. 5.5.** Кран пробковый проходной





**Рис. 5.6.** Регулятор тиску

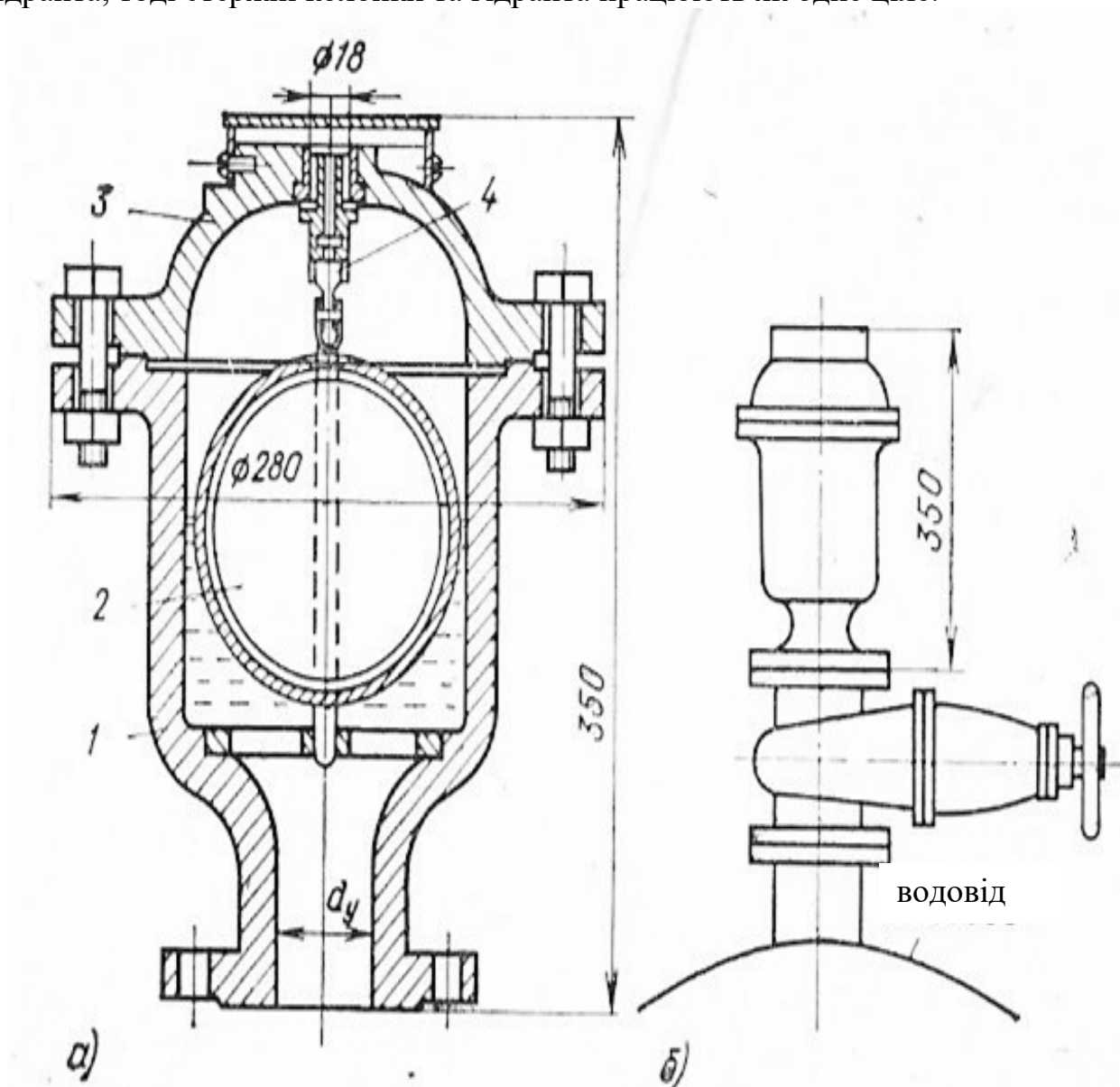
*Вантузи* – для автоматичного випуску повітря із трубопроводу. Їх встановлюють на найвищих точках. Деколи для впуску повітря в понижених частинах малих трубопроводів, якщо там є вакуум (рис. 5.7).

*Зворотні клапани* – для автоматичного перекривання потоку під час зворотного руху води в трубопроводах установлюють перед насосами на водопровідних лініях і на лініях для відключення ВБ (рис. 5.8).

*Водорозбірна арматура* – це арматура внутрішніх водопроводів – водорозбірні крани, змішувачі; та зовнішніх водопроводів – водорозбірні колонки, пожежні гідранти (рис. 5.9, 5.10).

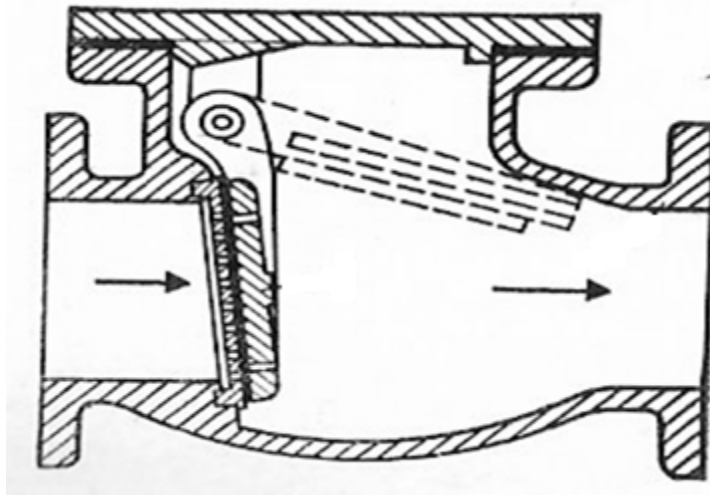
*Пожежні гідранти* використовують для відбору води на пожежогасіння (наземні та підземні). За п. 12.16 ДБН В.2.5-74:2013 ПГ встановлюють на відстані  $L = 5$  м від стін будівлі, та  $L = 2,5$  м від проїжджої частини дороги.

*Найпоширенішим є підземний гідрант московського типу ПГ-5* (автор Н. П. Зімін). Гідрант встановлюють на фланець пожежної підставки. Висота колонки гідранта  $0,75-2,5$  м, на відстані  $0,4$  м від верхньої частини встановлюється кришка. Зверху на гідрант, знявши кришку, накручують пожежну колонку. Квадратна головка стержня колонки входить до торцевого ключа гідранта, тоді стержні колонки та гідранта працюють як одне ціле.



**Рис. 5.7.** Вантузи

1 – чавунний корпус; 2 – пусті напівкулі; 3 – кільце; 4 – шток; 5 – клапан



**Рис. 5.8.** Зворотний клапан

Після цього гідрантом можна управляти через рукоятку колонки. При цьому стержень рухається вертикально і може відкривати та закривати зв'язаний із ним пустотілий шаровий клапан. Коли клапан відкривається, вода через штуцери колонки поступає до пожежних рукавів, що приєднані до цих штуцерів. Пожежна колонка має блокувальний пристрій, що не дозволяє повертатись стержню, якщо відкритий хоча б один штуцер. Пожежна колонка знімається з гідранта теж за умови закритого клапана (опір колонки  $S_{\text{колонки}} = 0,35 \cdot 10^4 \text{ см}^2/\text{м}^3$ ). Науковці постійно працюють над удосконаленням гідрантів і пожежних колонок.

Наземні гідранти використовують, головним чином, у південних регіонах. Їхнє виробництво не потребує значних економічних затрат, і їх встановлюють за проїжджою частиною без колодязя. Гідрант кріпиться фланцем до кожної підставки. Пожежна колонка має два патрубки. Для полегшення відкривання та закривання кришки ставлять у верхній частині корпуса шариковий підшипник, є ущільнювальні кільця в кришці (для того, щоб вода з корпуса не потрапляла у різьбове з'єднання гайки і шпінделя).

*Гідрант-колонка* – це суміщена водорозбірна колонка і пожежний гідрант. Коли виникає пожежа, то воду відбирають рукавами  $d = 77 \text{ мм}$  через спеціальні відводи. Опір колонки становить  $S_k = 0,23 \cdot 10^5 \text{ с}^2/\text{м}^5$ .

#### § 5.4. Деталі водопровідної мережі

Арматура зовнішніх водопровідних мереж встановлюється у водопровідних колодязях чи камерах. У колодязі є: робоча камера і горловина, яка перекривається кришкою люка. У колодязях, що розташовані на проїжджій частині – кришка важка і встановлюється на одному рівні з покриттям. Якщо  $d \leq 2 \text{ м}$  – колодязь круглий. Будують його із залізобетону, бетону, цегли, бутового каменю. Діаметри колодязів бувають  $d = 1, 1,5 \text{ і } 2 \text{ м}$ . Для круглих колодязів використовують кільця висотою  $0,6, 0,9 \text{ і } 1,2 \text{ м}$ , а для прямокутних – панелі розміром від  $2 \times 2,5 \text{ м}$  до  $4 \times 4,5 \text{ м}$  висотою  $h = 0,6, 0,9 \text{ і } 1,8 \text{ м}$ . Кришки утеплюють. У мокрих ґрунтах роблять зовнішню гідроізоляцію днища і стін на  $0,5 \text{ м}$  вище

рівня ґрунтових вод, а в ґрунтах, що просідають – внутрішню гідроізоляцію і водостійкий замок.

Параметри колодязів залежать від діаметрів труб, арматури, фасонних частин, що розташовуються в них.

Коли відомі діаметри труб, на схемі мережі розміщують водопровідну арматуру і виконують деталювання (це монтажна схема мережі і водоводів, на якій показують всю арматуру, фасонні частини, контури колодязя, вводи на підприємствах, трубопроводи).

Схема розміщення арматури наведена на рис. 5.12.

Пожежні гідранти встановлюють на перехрестях на відстані  $L_{\Gamma} < R_{\Gamma}$ .

$R_{\Gamma}$  – радіус дії гідранта, що визначається за формулою 5.1.

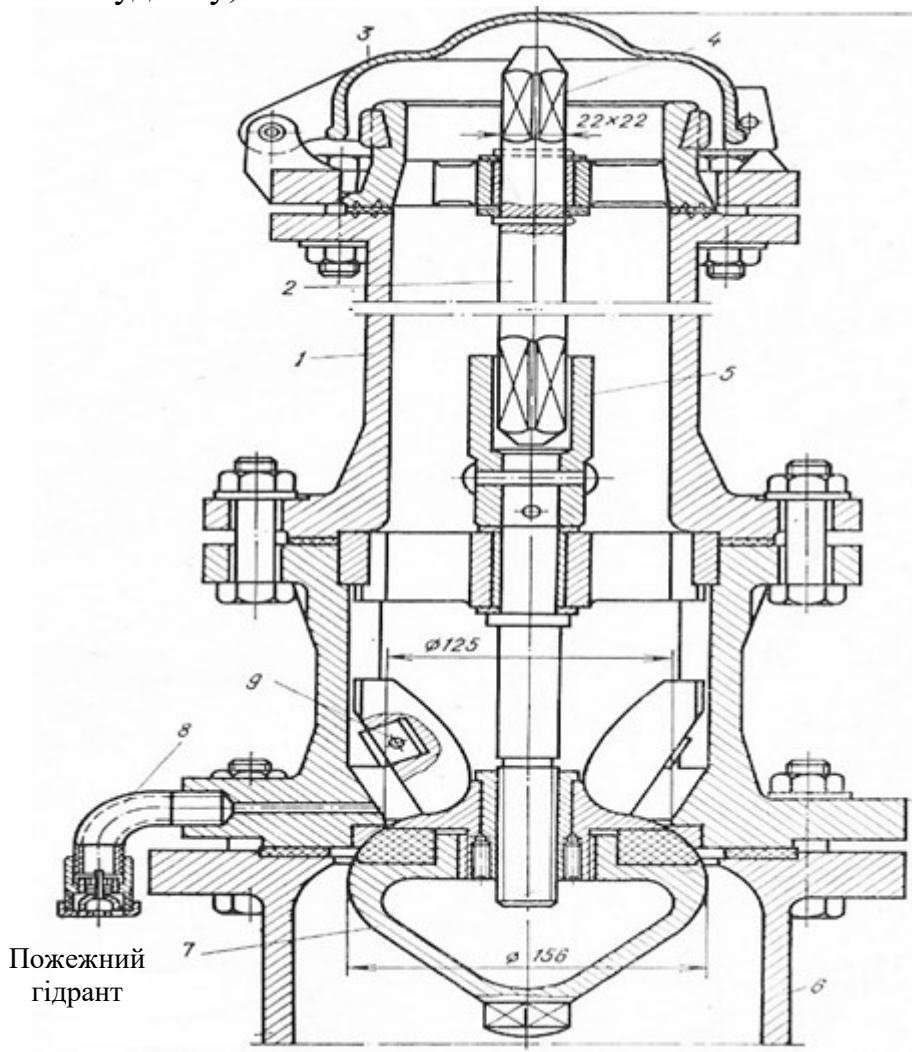
$$R_{\Gamma} = kL + R_{\kappa} - H_{\text{б}}, \quad (5.1)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує повороти і зміни ( $k = 0.9$ );

$L$  – довжина рукавів, м. ( $L \leq 200$  м – при автонасосах,  $L = 100\text{--}150$  м – при мотопомпах та водопроводах високого тиску);

$R_{\kappa}$  – радіус дії компактної частини струменя ( $R_{\kappa}^{\text{мін}} = 17$  м);

$H_{\text{б}}$  – висота будинку, м.



**Рис. 5.9.** Пожежний гідрант

1 – корпус; 2 – стержень; 3 – кришка; 4 – торцевий ключ; 5 – мідна гайка; 6 – флянець підставки; 7 – шаровий клапан; 8 – спускний отвір для води; 9 – отвір для надходження води

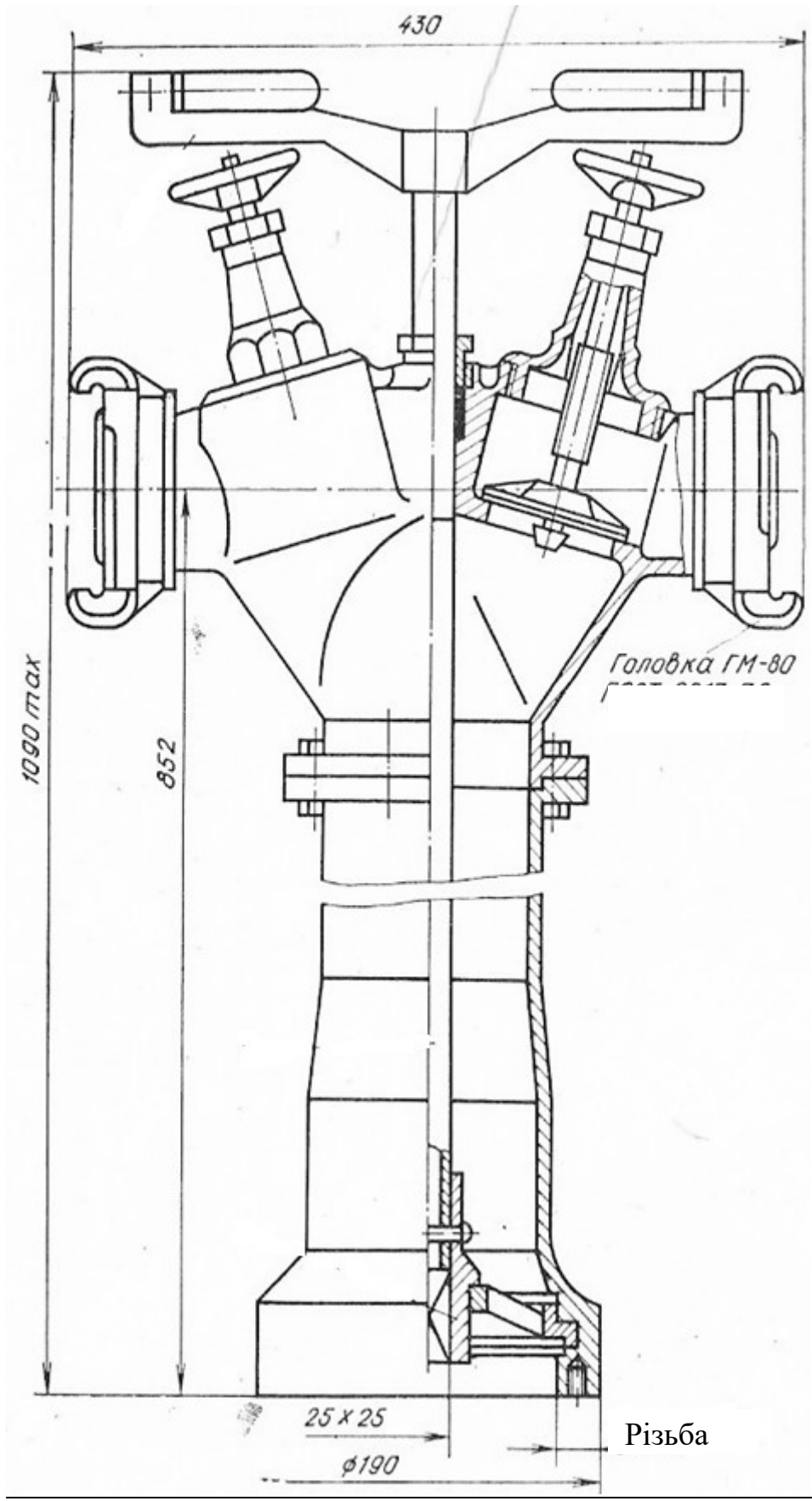
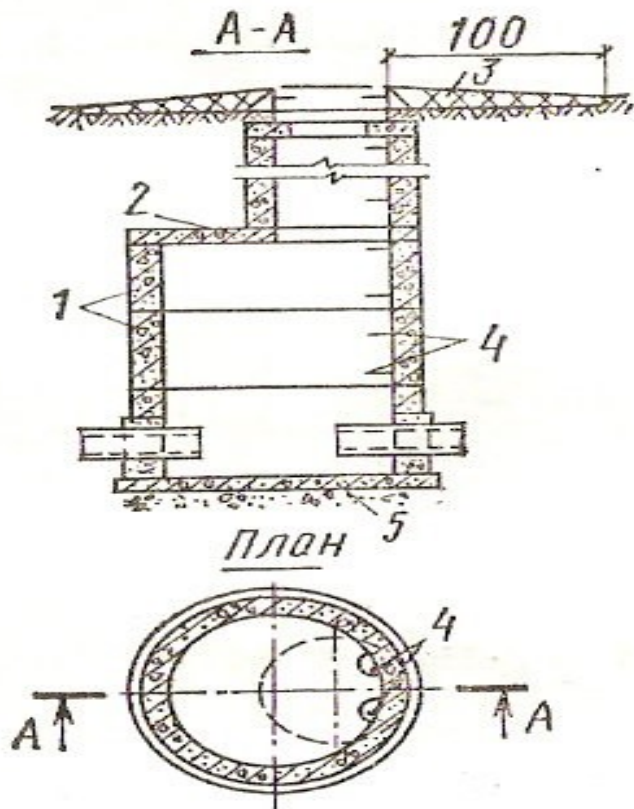
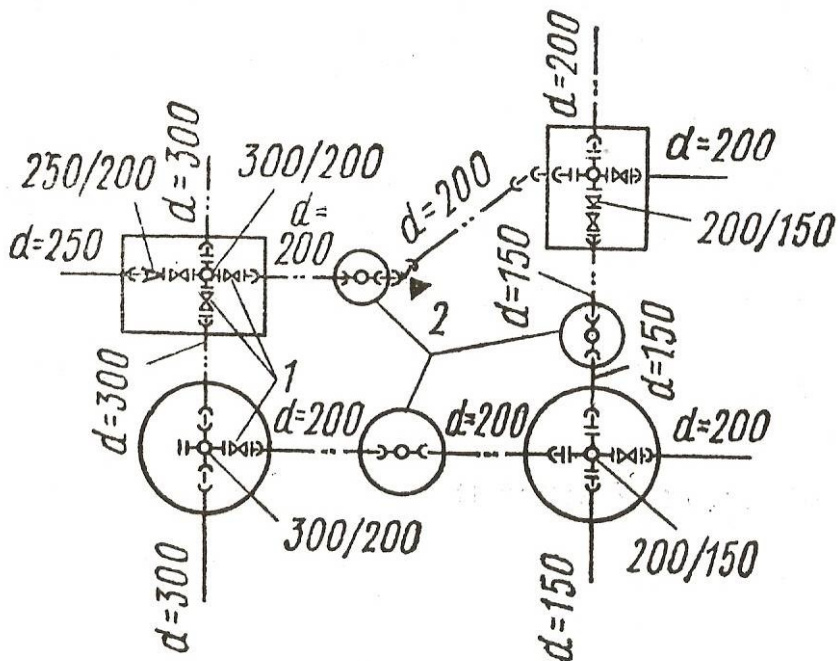


Рис. 5.10. Пожежна колонка

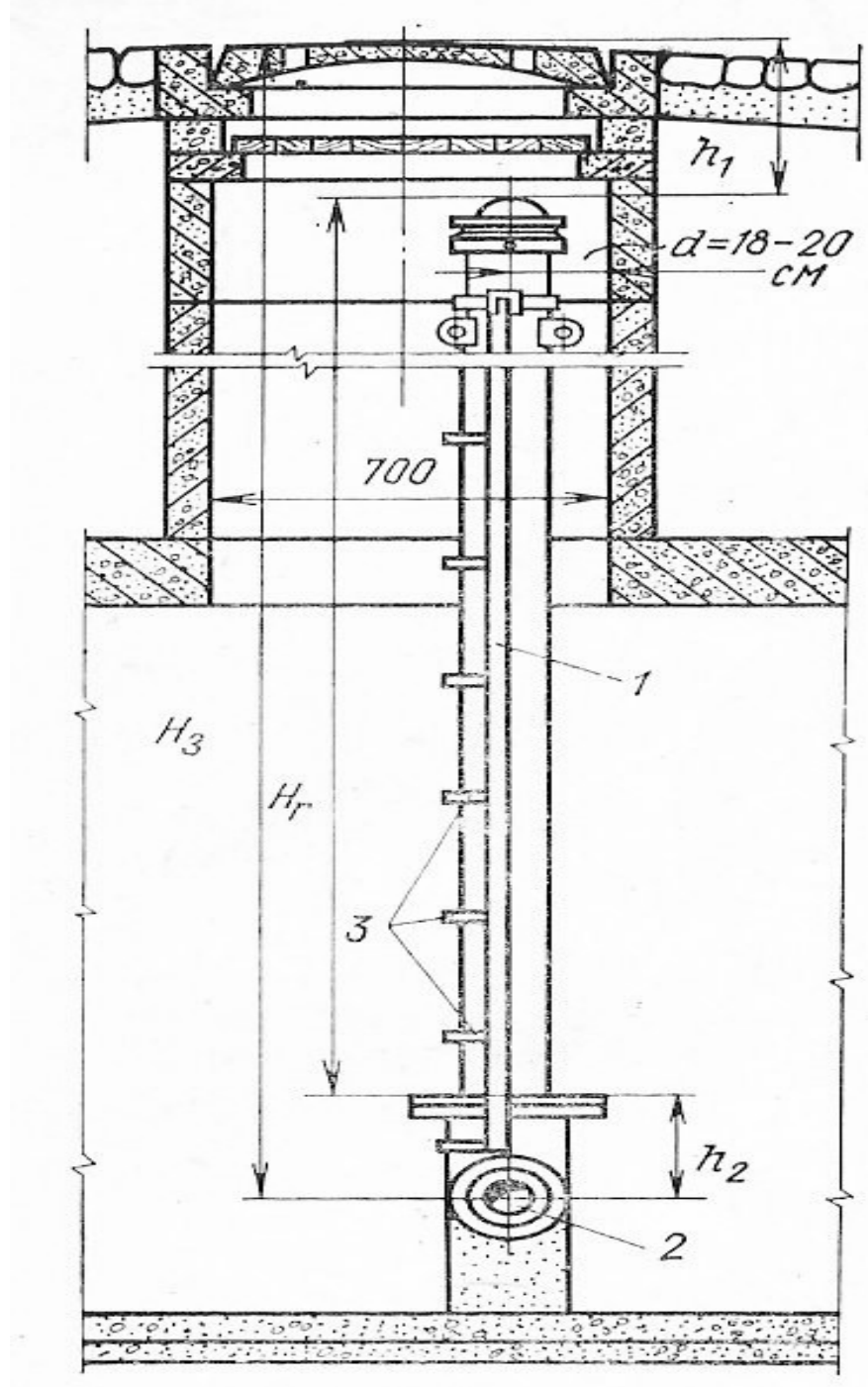


**Рис. 5.11.** Збірний залізобетонний оглядовий колодязь  
 1 – кільця; 2 – плита перекриття; 3 – відмостка з каменю; 4 – ходові сходи; 5 – плита днища, що укладена на ущільнений шар ґрунту.



**Рис. 5.12.** Деталі ділянки водопровідної мережі  
 1 – засувка; 2 – контур оглядових колодязів

Під час забудови будівель висотою до 5-ти поверхів, довжина рукавної лінії  $L_p = 160 - 180$  м, а  $L_p = 80 - 140$  м у випадку використання мотопомп. Пожежні гідранти встановлюють на стандартні підставки  $d = 300$  мм. В інших випадках використовують супровідні лінії. Гідранти устанавлюють на розподільній лінії у місцях приєднання до магістралі. В тупиках гідранти не встановлюють (без постійного відбору води). Радіус дії водорозбірних колонок – 100 м, довжина рукавної лінії  $L_p = 200$  м.



**Рис. 5.13.** Установка пожежного підземного гідранта у водопровідному колодязі (1 – гідрант; 2 – водопровід; 3 – ходові скоби)

## § 5.5. Гідравлічні розрахунки водопровідних мереж

Розрахунок проводять тільки для магістральних ліній.

Водопровідні мережі повинні подати  $Q_{розр}$  на  $H_{необ}$ . Забезпечити безперебійну і надійну роботу. Системи повинні бути економічними.

Послідовність проектування водоводів та водопровідних мереж наступна:

1) трасування водопровідної мережі та водоводів до неї від джерел живлення;

2) позначення на мережі вузлових точок і визначення відборів води в них для розрахункових режимів роботи мережі;

3) попередній розподіл витрат води на ділянках мережі;

4) визначення економічно вигідних діаметрів труб кожної ділянки мережі і втрат напору в них за умови розрахункових режимів роботи системи;

5) визначення фактичних витрат ( $Q$ ) і втрат напору на кожній ділянці мережі (ув'язувальні розрахунки кільцевих водопровідних мереж за втратами напору);

6) побудова п'єзометричних ліній на ділянках мережі для розрахункових режимів роботи системи;

7) визначення потрібної висоти ВБ та підбір насосів, що живлять водопровідну мережу, за розрахунковими подачею та напором.

Розрахунки водопровідних мереж проводяться з метою визначення економічно вигідних діаметрів труб та втрат напору в них для розрахунку елементів ВБ та НС.

Всі розрахунки проводять для двох режимів:

а) у звичайний час ( $Q_p = Q_{г.п.} + Q_{вир.} + Q_{душ.}$ );

б) під час пожежі ( $Q_p = Q_{г.п.} + Q_{вир.} + Q_{пож.}$ ).

Розрахунки проводять з урахуванням розташування водонапірної башти:

а) якщо башта знаходиться на початку мережі:

1) на подачу  $Q_{max}$  господарсько-виробничих;

2) на подачу  $Q_{max}$  господарсько-виробничих та  $Q_{пож.}$ ;

б) якщо башта знаходиться на кінці мережі:

1) на максимальний водорозбір без пожежі (вода подається з двох боків – від НС II підйому та ВБ); ( $Q_{max}$ );

2) на максимальний транзит в башту ( $Q_{min}$  водосп.);

3) на максимальний водорозбір під час пожежі ( $Q_{розр. пож.}$ ).

*Порядок гідравлічного розрахунку водопровідної мережі з ВБ на початку мережі без пожежі.*

1. Визначаємо рівномірно розподілені витрати.

Для цього від загальних витрат віднімаємо зосереджені витрати.

$$Q = Q_{заг.} - \sum_{i=1}^n Q_{зос.} \quad (5.2)$$

де  $n$  – кількість зосереджених витрат.

2. Визначаємо питомі витрати води:



$$q = \frac{Q}{\sum l} \quad (5.3)$$

де  $\sum l$  – довжина всіх ділянок.

3. Визначаємо рівномірно розподілені витрати:

$$Q_{\text{шл}} = q \cdot l_{\text{ділянки}}, \quad (5.4)$$

4. Визначаємо вузлові витрати:

$$q_{\text{вузл.}} = 0,5 \sum Q_{\text{шл.}}, \quad (5.5)$$

де  $\sum Q_{\text{шл}}$  – сума шляхових відборів, що прилягають до цього вузла.

5. До вузлових витрат додаємо зосереджені ( $q_v + Q_{\text{гос}}$ ).

6. Виконуємо попередній розподіл витрат за ділянками мережі. Правило розподілу – сума витрат води, що надходять до кожного вузла, дорівнює сумі витрат, що виходить з вузла. Розподіл витрат починається від диктуючої точки, тобто кінцевої точки подачі води. Перед розподілом витрат визначаємо напрямок потоків у мережі.

7. Визначаємо діаметри труб ділянок мережі:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}. \quad (5.6)$$

*Економічно вигідні швидкості беремо:*

- для малих діаметрів  $V_{\text{кр}} = 0,7-1$  м/с;
- для великих діаметрів  $V_{\text{кр}} = 1-1,2$  м/с;
- для пожежних трубопроводів  $V_{\text{кр}} = 2-2,5$  м/с.

Якщо збільшується швидкість, то збільшуються втрати напору, тобто зростають втрати електроенергії для подачі води.

8. Визначаємо втрати напору розрахункових ділянок за формулою:

$$h_d = A l_d Q_d^2, \quad (5.7)$$

де  $A$  – опір одного погонного метра труби;

$l_d$  – довжина розрахункової ділянки;

$Q_d$  – витрата води розрахункової ділянки.

9. Ув'язка мережі:

Під час ув'язки кілець мережі обов'язково повинні враховуватись два правила:

1)  $\sum q = 0$  – для вузла (та кількість води, що прийшла у вузол, повинна бути відібрана із вузла);

2)  $\sum h = 0$  – для кільця (всі втрати напору із знаком «+» складаються із втратами напору із знаком «-»).

Позначаємо напрямок за годинниковою стрілкою «+», а проти «-». Сума всіх втрат напору по довжині повинна дорівнювати нулю, або:

$$\sum h = \Delta h.$$

1) якщо  $+\Delta h$ , то витрати  $Q_{\text{шл}}$  на ділянках із  $-\Delta h$  збільшуємо на величину поправочних витрат  $\Delta q$ ;

2) якщо  $-\Delta h$ , то витрати  $Q_{\text{шл}}$  на ділянках з  $-\Delta h$  зменшуємо на величину поправочних витрат  $\Delta q$ , а на ділянках з  $+\Delta h$  необхідно збільшити на  $\Delta q$ . ( $\Delta q$  визначаємо за формулою(5.8)):

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \sum_{i=1}^n S_i Q_{i-1}}, \quad (5.8)$$

де  $S_i$  – опір розрахункової ділянки ( $S = Al$ );  
 $Q_i$  – витрати води по ділянках.

*Ув'язка кілець продовжується доки  $\Delta h \leq \Delta h_{\text{доп}}$ .*

$\Delta h_{\text{доп}} = 0,5 \text{ м}$  – для одного кільця за  $Q_{\text{max}}$  господарське.

$\Delta h_{\text{доп}} = 1.0 \text{ м}$  – для всього контуру мережі під час пожежі.

### **§ 5.6. Вимоги до водопровідних систем із урахуванням ймовірних надзвичайних ситуацій**

Під час експертизи проектів та обстеженні об'єктів представники Держпожнадзора керуються збірниками керівних нормативно-технічних матеріалів з питань протипожежної охорони (збірник «Пожежна безпека» № 7, до складу якого входять витяги з ДБН В.2.5-74:2013 та ДБН В.2.5-64:2012).

*З урахуванням ймовірних надзвичайних ситуацій для забезпечення життєдіяльності людини повинні виконуватись наступні вимоги:*

1. Під час проектування систем водопостачання передбачити 2 джерела водопостачання: одне – поверхневе, друге – підземне; допускається використовувати і одне поверхневе джерело з улаштуванням водозаборів із двох створів, що виключає можливість одночасної перерви подачі води.

2. В напірно-регулювальних та запасних ємностях зберігати недоторканий запас води в 2 рази більший, ніж розрахунковий.

3. Розрахункову кількість пожеж прийняти на одну більше, ніж вказано в п. 6.2.2, п. 2.11 і п. 6.2.12 (за виключенням, де  $q \leq 15$  л/с).

4. Для підвищення надійності роботи системи водопостачання необхідно замінити водонапірні башти на резервуари та збудувати їх на різних майданчиках.

5. Передбачити на станції водопідготовки обвідні лінії для подачі води в мережу, мінаючи споруди. Відстань її від інших споруд повинна бути не меншою ніж 5 м. Необхідно передбачити найпростіший пристрій для знезараження води (хлорування).

6. Для зменшення навантажень на трубопроводах у випадку надзвичайних ситуацій необхідно підвищити подавальну здатність трубопроводів за рахунок використання компенсаторів та вибору типів вузлових кріплень і конструкцій по пропуску труб через стіни споруд.

7. Міцність зварних з'єднань повинна бути не нижче ніж міцність труб.

8. Водоводи у дві чи більше ліній слід прокладати на різних площадках.

9. Кількість ліній водоводів повинна бути не менше двох. Кількість переключень необхідно визначати виходячи, враховуючи можливість виникнення на водоводах двох аварій. Водопровідні мережі проектуються кільцевими.

10. Місця встановлення вантузів та випусків на водоводах необхідно вибирати з урахуванням очікуваних деформацій основ.

11. Допускається сумісна прокладка трубопроводів у тунелях або каналах з урахуванням дії деформації земляної поверхні.

12. Для захисту підземних трубопроводів на основі відповідних розрахунків деформації земної поверхні призначати наступні конструктивні заходи:

- ізоляція, що знижує силову дію ґрунту, який деформується, на трубопровід;
- обсіпання труб;
- збільшення товщини стінок труби;
- використання труб із більш міцних матеріалів;
- установка компенсаторів.

13. Якщо доцільно, допускається приймати наземну чи надземну прокладку водоводів і водопровідних мереж.

14. Під час проектування водоводів і систем водопостачання I та II категорій у ґрунтах II типу з можливим просіданням  $> 20$  см необхідно передбачати сталеві або пластмасові труби (використання розтрубних труб не допускається).

15. На водоводах і водопровідних мережах перед фланцевою арматурою необхідно передбачати установку в колодязях, каналах і тунелях рухомих стикових з'єднань.

16. Для зменшення лобового тиску на стінки закритих резервуарів, що виникає через дію горизонтальних деформацій стиснення земної поверхні, необхідно передбачити обвалування споруд піщаним ґрунтом.

17. У разі деформації земної поверхні, для зниження впливу горизонтальних та вертикальних деформацій скальної основи споруд системи водопостачання, необхідно під їхнім днищем передбачити піщану або ґрунтову подушку.

### **§ 5.7. Випробування водопроводів перед здачею в експлуатацію**

Приймання водопровідних ліній в експлуатацію повинно супроводжуватися:

- 1) перевіркою відповідності виконаних робіт, що передбачені проектом;
- 2) зовнішнім оглядом трубопроводів і всіх доступних елементів споруд;
- 3) гідравлічним випробуванням або перевіркою актів на ці випробування;
- 4) промиванням, дезінфекцією або перевіркою актів на ці роботи тощо.

Важливо перевірити відповідність ухилів покладених трубопроводів проектним. З цією метою роблять інструментально-контрольну перевірку їхнього профілю. Одночасно перевіряють забезпеченість вільного видалення з трубопроводів повітря і води під час їхнього спорожнення.

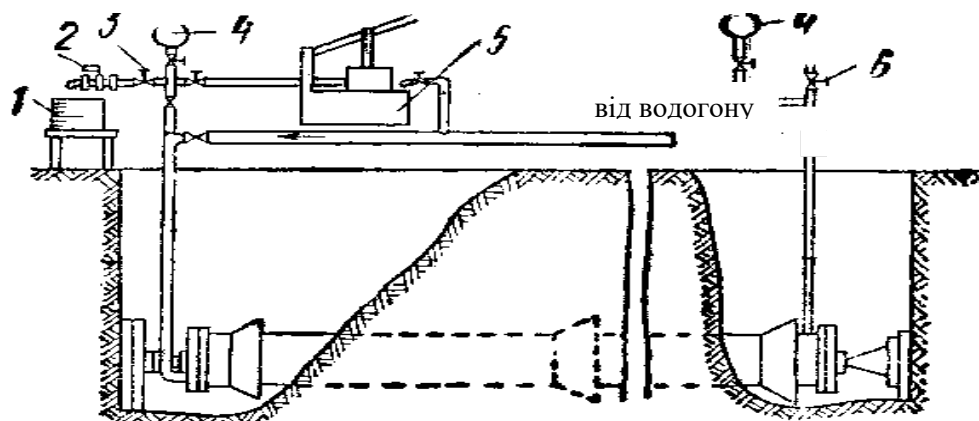
Для перевірки міцності трубопроводів і щільності їхніх стиків проводять гідравлічні випробування (за вимогами ДБН В.2.5-64:2012) табл. 5.1., рис. 5.14. Напірні трубопроводи, що прокладаються в траншеях або непрохідних каналах, необхідно випробувати двічі:

1) попередні випробування – перед засипанням траншеї та установкою арматури;

2) остаточне випробування – після засипки траншей та завершення всіх робіт, але до установки гідрантів, запобіжних клапанів та вантузів (замість них установлюють заглушки).

Таблиця 5.1. Тиск для випробування трубопроводів

Трубопровід	Коефіцієнт до робочого тиску	Тиск для випробування
Стальний	1.25	Не менше 1 МПа; перевищення над робочим не менше 0,5 МПа
Чавунний	—	Робочий плюс 0,5 МПа
Підводний з сталевих труб	2	Не менше 1 МПа
Залізобетонний попередньо напружений; азбестоцементний	—	Робочий плюс 0,3 МПа
Поліетиленовий	1.5	—



**Рис. 5.14.** Схема гідралічного випробування ділянки трубопроводу  
1 – мірний посуд, 2 – пробковий кран, 3 – вентиль, 4 – манометр, 5 – гідралічний прес,  
6 – вентиль для випуску повітря

Підводні трубопроводи підлягають попередньому випробуванню двічі: на стапелі після зварки труб та на дні траншеї до її засипки.

Попередні випробування полягають в огляді трубопроводу, що знаходиться під тиском для випробування і в спостереженні **по манометру** за падінням тиску. Кінцеве випробування полягає у визначенні протікань води під час випробувань.

Тиск для випробування визначають за робочим тиском за табл. 5.1. Робочий тиск необхідно взяти за проектом. Він повинен відповідати найбільшому робочому тиску на ділянці, що випробується. Кінцеві гідралічні випробування трубопроводу проводять по його окремих ділянках. Кожну ділянку з обох боків закривають глухими фланцями, які закріплюють опорами (рис. 5.14.). До підвищеної точки трубопроводу приєднують трубку з вентилем для випуску повітря, а до пониженої точки – гідралічний прес для підвищення тиску.

Кінцеві випробування проводять таким чином: підвищують тиск у трубопроводі до тиску при контрольному випробуванні та протягом не менше

10 хвилин не допускають його падіння більше, ніж на 0,1 МПа, а якщо необхідно, то підкачують воду насосом або пресом. Після чого, випускаючи воду, знижують тиск у трубопроводі до значення, близького величині тиску для випробування. Цей момент вважають початком випробувань. Після спостережень за падінням тиску протягом не менше 10 хвилин із мірного баку підкачують воду, підвищуючи тиск до величини для випробування. Після того, випуском води назад у мірний бак, знижують тиск до початкового. Очевидно, що протікання води із трубопроводу складе:

$$q = W / kt, \quad (5.9)$$

де  $W$  – зміна об'єму води в мірному баці від початку до кінця випробування (різниця підкачаного і випущеного об'ємів води);

$k$  – коефіцієнт, що дорівнює 1 у разі падіння тиску до 20 % від тиску для випробування і 0,9 за умови падіння тиску більше 20 % від тиску для випробування;

$t$  – час проведення випробування, хв.

Трубопровід вважають таким, що пройшов випробування, якщо витік води не перевищує допустимого значення, що наведене у табл. 5.2.

Після випробувань, перед запуском в експлуатацію, водопровідні лінії необхідно промити водою з великою швидкістю (не менше 1 м/с). Лінії господарчо-питних водопроводів, крім того, піддаються дезінфекції розчином, що складається із 40 мг активного хлору на 1 л води. Хлорна вода повинна знаходитись у трубопроводі 1 добу.

Табл. 5.2. Допустимі величини витоків води

Внутрішній діаметр трубопроводу в мм	Величина витоків, що допускається, на ділянку завдовжки 1 км і більш в л/хв			
	за випробувального тиску			за робочого тиску
	сталеві труби	сталеві труби	азбестоцементні труби	залізобетонні труби
100	0,28	0,7	1,4	---
125	0,35	0,9	1,56	---
150	0,42	1,05	1,72	---
200	0,56	1,4	1,98	---
250	0,7	1,55	2,22	---
300	0,85	1,7	2,42	---
350	0,9	1,8	2,62	---
400	1	1,95	2,8	---
450	1,05	2,1	2,96	---
500	1,1	2,2	3,14	3,2
600	1,2	2,4	3,44	3,4
700	1,3	2,55	3,7	3,7
750	---	2,6	3,82	---
800	1,35	2,7	3,96	3,9
900	1,45	2,9	4,2	4,2
1000	1,5	3	4,42	4,4
1100	1,55	---	---	4,6
1200	1,65	---	---	4,7
1300	---	---	---	4,9
1400	1,75	---	---	5
1500	---	---	---	5,2
1800	---	---	---	6,2
2000	---	---	---	6,9
2500	---	---	---	8,4
3000	---	---	---	10

**Примітка:**

1. Для чавунних трубопроводів з рівномісними стиковими з'єднаннями на гумових ущільнювачах величини витоків води, що допускаються, слід приймати такими ж, як для сталевих трубопроводів.

2. У випадку довжини випробовуваної ділянки трубопроводу менше 1 км наведені в таблиці величини витоків множаться на його довжину, виражену в кілометрах.

*Контрольні питання та завдання*

1. Класифікація труб за матеріалом.
2. Яка арматура використовується під час будівництва водопроводів?
3. Для чого потрібні **детальовальні** креслення?
4. Гідравлічний розрахунок зовнішніх водопровідних систем.
5. Правила ув'язки кілець водопровідної мережі.
6. Вимоги до водопровідної мережі з урахуванням надзвичайних ситуацій.
7. Порядок випробування водопровідної мережі під час здачі в експлуатацію.

## ГЛАВА 6. ВНУТРІШНЄ ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ

### § 6.1. Системи і схеми внутрішніх водопроводів

Системи внутрішнього пожежогасіння є одними з важливих частин інженерного обладнання будівель. Незважаючи на заходи, що вживаються службами експлуатації будівель та пожежної охорони, кожен рік кількість пожеж і збитків від них, останнім часом, мають тенденцію до збільшення. Без активної допомоги населення щодо локалізації пожеж, особливо на початковій стадії, до прибуття пожежних підрозділів зменшити ріст кількості пожеж навряд чи вдасться.

Тому під час проектування внутрішнього протипожежного водопроводу завжди необхідно мати на увазі, що цією системою можуть користуватись не тільки професійні пожежні, але і жителі будинку або робочі, службовці, які знаходяться в будівлі, в якій виникла пожежа.

За статистичними даними близько половини пожеж і загорянь було ліквідовано силами мешканців до прибуття пожежних підрозділів підсобними засобами (внутрішні ПКК, відра з водою тощо).

Ці дані показують важливість систем внутрішнього пожежогасіння, необхідність забезпечення правильного, надійного їхнього функціонування.

Внутрішній водопровід може обслуговувати одну будівлю або групу будівель і споруд.

*Внутрішній водопровід будівель* – це система трубопроводів і пристроїв, яка забезпечує подачу води до санітарно-технічних приладів, пожежних кран-комплектів, а також до спеціальних систем автоматичного і напівавтоматичного пожежогасіння – спринклерні та дренчерні мережі, які не мають водовимірвальних пристроїв.

*Внутрішні водопровідні системи розподіляються на:*

- господарські;
- питні;
- господарсько-протипожежні;
- виробничо-технологічні;
- протипожежні;
- виробничо-протипожежні.

Системи внутрішніх водопроводів вибирають із урахуванням технології водоспоживання.

Розподільні мережі систем внутрішнього водопроводу можуть бути розділеними і об'єднаними.

**При наявності** окремої системи внутрішнього пожежогасіння і систематичних перевірок її працездатності прискорюються процеси внутрішньої корозії трубопроводів протипожежного водопроводу із-за застою в них води і періодичної заміни її на свіжу.

Застій води у трубопроводах окремих протипожежних систем знижує їх надійність у зимовий час.

В таких же будинках трубопроводи господарсько-питного водопроводу, які постійно подають воду на водорозбір, не підлягають дії внутрішньої корозії протягом десятків років.

У житлових і громадських будинках стояки протипожежного водопроводу частіше за все прокладають в сходових клітинах. У разі тимчасового порушення теплопостачання будинків із-за аварій на теплових станціях або мережах, в котельнях або теплових пунктах сходові клітини швидко остигають і вода в непроточних пожежних стояках замерзає. Якщо ж пожежні стояки об'єднані з господарсько-питним водопроводом і по них забезпечується постійне протікання води, короточасні аварійні перерви теплопостачання не приводять до замерзання води в них.

Тому широке розповсюдження нині отримали об'єднані системи господарсько-протипожежного водопроводу, в яких від насосної станції кварталу або мікрорайону вода для господарсько-питних потреб і для гасіння пожеж подається по одних і тих же водопроводах.

Внутрішня водопровідна мережа складається (рис. 6.1.) із:

- 1) вузлів приєднання внутрішнього водопроводу до трубопроводів зовнішньої водопровідної мережі;
- 2) вводу в будівлю;
- 3) водомірного вузла;
- 4) магістрального трубопроводу;
- 5) розвідних водопроводів (нижніх або верхніх);
- 6) водорозбірних стояків;
- 7) пожежних стояків;
- 8) господарсько-питної водорозбірної арматури;
- 9) пожежних кран-комплектів;
- 10) запірної і регулювальної арматури.

### **Схеми внутрішніх водопроводів**

Внутрішні водопроводи за призначенням бувають:

- господарсько-питні;
- виробничі;
- протипожежні;
- об'єднані (господарсько-протипожежні, господарсько-виробничо-протипожежні).

Для забезпечення надійної роботи водопроводу необхідно підтримувати напір у внутрішній системі  $H_n$ .

$$H_n = k (\sum h_c + h_{vv}) + h_{ліч} + H_v + H_r, \quad (6.1)$$

де  $\sum h_c$  – втрати напору по довжині ( $\Delta z$ );

$h_{vv}$  – втрати на ввіді;

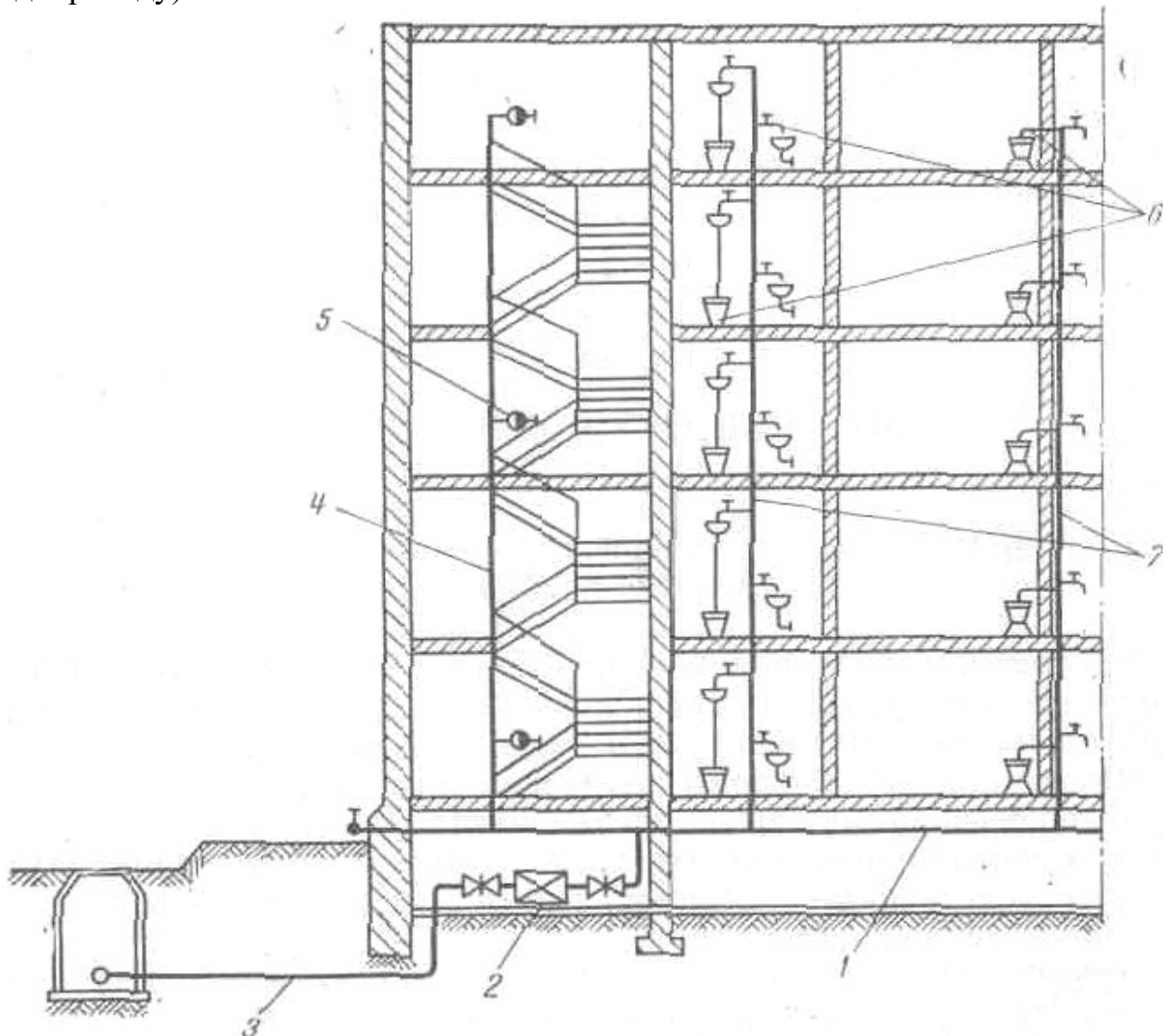
$h_{ліч}$  – втрати в лічильнику;

$H_v$  – вільний напір у найвищій точці (диктуючій точці);

$H_r$  – геометрична висота точки (відстань від осі водозбірного крана (пожежного кран-комплекту) на верхньому поверсі до осі труби у оглядовому колодязі в місці приєднання до зовнішньої мережі);



$k$  – коефіцієнт, що враховує втрати напору на місцеві опори ( $k = 1,3$  – для господарсько-питного водопроводу (згідно з ДБН В.2.5-64:2012),  $k = 1,2$  – для об'єднаного господарсько-питного протипожежного водопроводу,  $k = 1,15$  – для виробничо-протипожежного водопроводу,  $k = 1,1$  – для протипожежного водопроводу).



**Рис. 6.1.** Елементи внутрішнього водопроводу

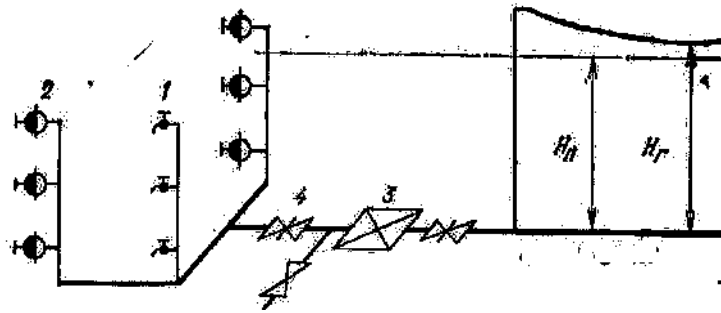
1 – магістральний трубопровід; 2 – водомірний вузол; 3 – ввід в будівлю;  
4 – розподільчий пожежний трубопровід (стояк); 5 – пожежний кран-комплект; 6 – побутові прилади; 7 – розподільчий господарсько-питний трубопровід (стояк)

Служба експлуатації системи водопроводу (водоканалу) забезпечує на певних ділянках гарантійний напір  $H_{\text{гар}}$ .

Залежно від співвідношення  $H_{\text{н}}$  та  $H_{\text{гар}}$  схеми водопроводу вибирають наступні:

$$\text{якщо } H_{\text{н.пож}} < H_{\text{гар}} > H_{\text{н.госп}} ,$$

то водопровід без підвищувальної установки з нижньою розводкою (рис. 6.2.).

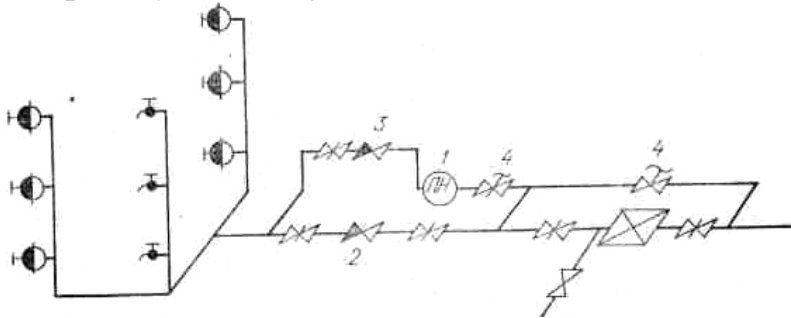


**Рис. 6.2.** Схема водопроводу без підвищувальної установки

1 – господарсько-питні крани; 2 – пожежні кран-комплекти; 3 – лічильник; 4 – засувка

Якщо  $H_{н. \text{госп}} < H_{\text{гар.}} < H_{н. \text{пож}}$  використовують підвищувальні насоси, щоб створити необхідний напір під час пожежі (рис. 6.3.). У звичайний час вода подається через водомір (обходячи пожежний насос).

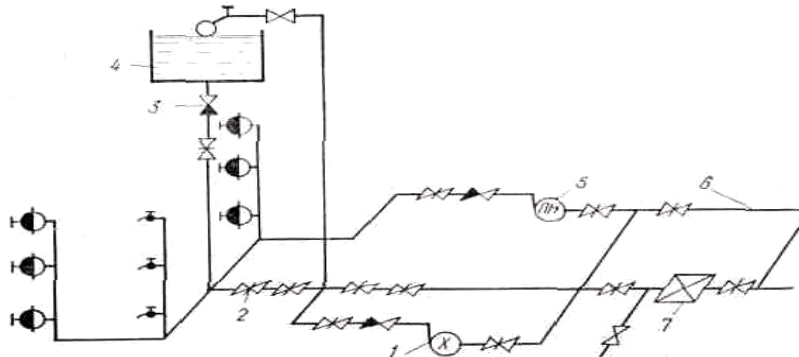
У випадку пожежі приводиться в дію пожежний насос (через кнопку, що знаходиться в шафі пожежного кран-комплекту). Коли включається електродвигун, то відкривається електрозасувка на обвідній лінії. Зворотний клапан не дозволяє перекачувати воду на себе, а захищає насос від гідроудару.



**Рис. 6.3.** Схема водопроводу з пожежними насосами-підвищувачами

1 – пожежний насос; 2,3 – зворотні клапани; 4 – електрозасувка

Якщо  $H_{н. \text{госп}} > H_{\text{гар.}} < H_{н. \text{пож}}$ , потрібно влаштовувати водопровід з водонапірним баком і насосом. Такі схеми пропонуються в будинках підвищеної поверховості (рис. 6.4.).

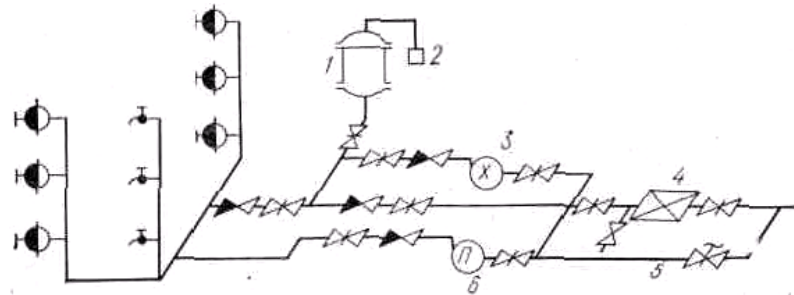


**Рис. 6.4.** Схема водопроводу з водонапірним баком і насосами

1 – господарський насос; 2, 3 – зворотні клапани; 4 – водонапірний бак; 5 – пожежний насос; 6 – обвідна лінія; 7 – лічильник

Якщо  $H_{н. \text{госп}} > H_{\text{гар.}} < H_{н. \text{пож}}$

влаштовують водопроводи з пневматичними установками (це для висотних будівель і в тому випадку, коли не можливо влаштувати водонапірний бак) (рис. 6.5.).

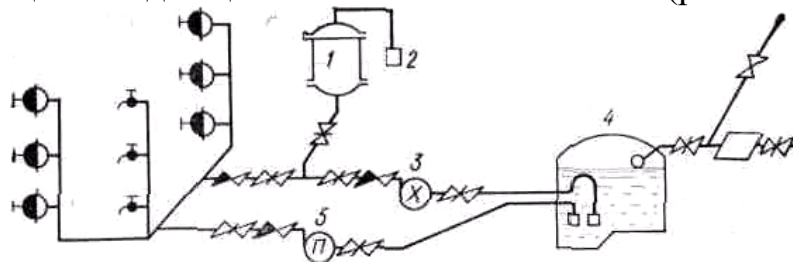


**Рис. 6.5.** Схема водопроводу з пневматичною установкою

1 – пневмобак; 2 – компресор; 3 – господарський насос; 4 – лічильник; 5 – обвідна лінія з електрозасувкою; 6 – пожежний насос

Якщо  $H_{\text{гар.}} \leq 5$  м,

будують водопровід із запасним резервуаром. Такі схеми використовують у театрах, а також у цехах підвищеної пожежонебезпечності (рис. 6.6.).



**Рис. 6.6.** Схема водопроводу з запасним резервуаром

1 – пневмобак; 2 – компресор; 3 – господарський насос; 4 – запасний резервуар;  
5 – пожежний насос

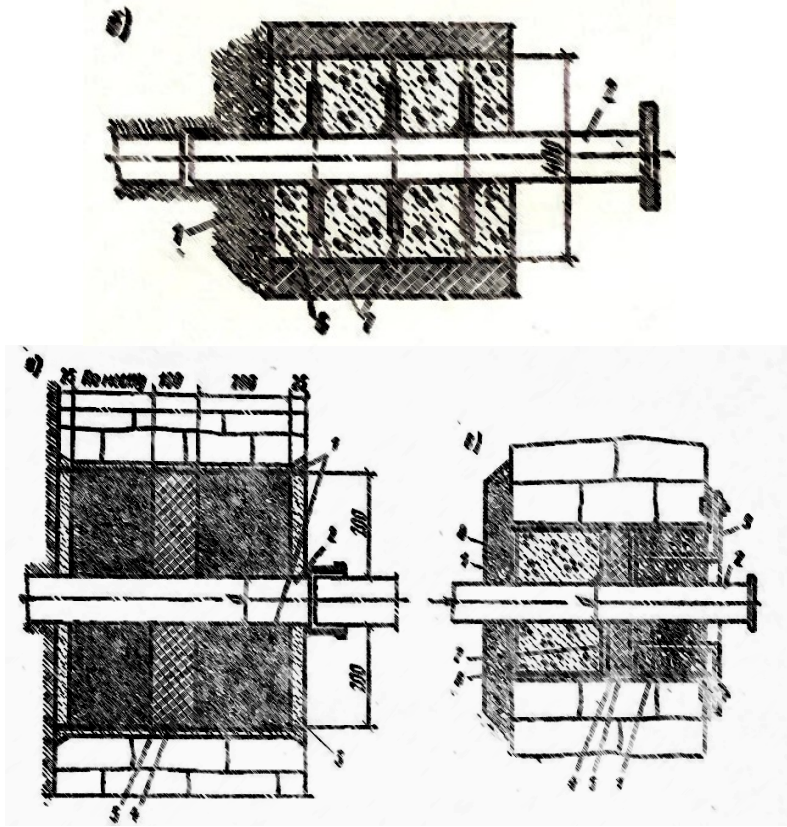
Розрізняють схеми з верхньою та нижньою розводкою, кільцеві та тупикові, з одним, двома та декількома вводами.

## § 6.2. Вводи і водомірні вузли

Внутрішній водопровід складається із:

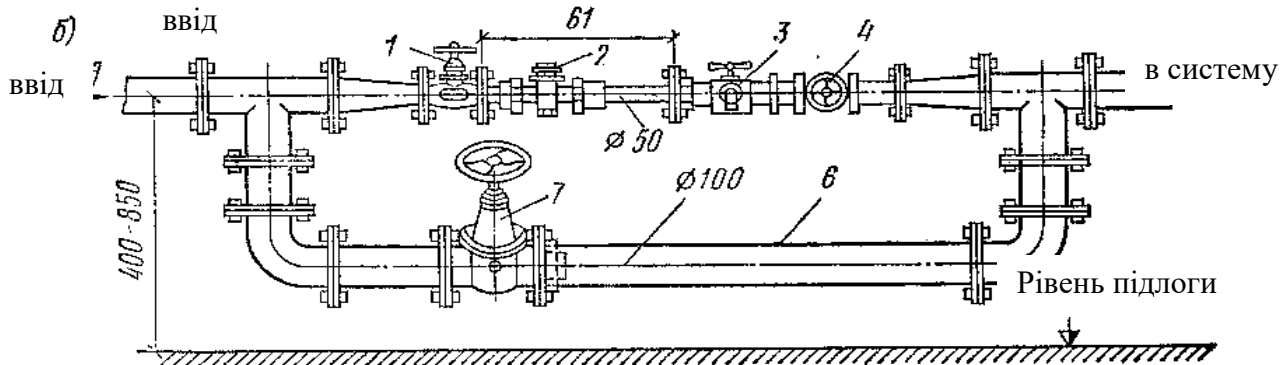
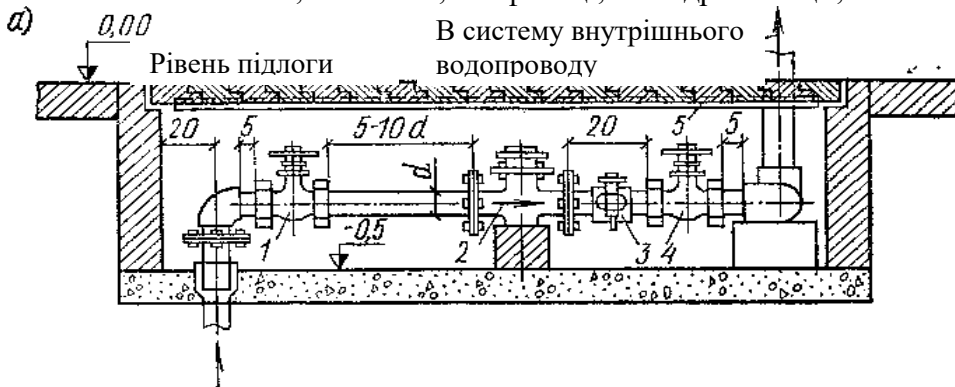
- вводу в будівлю,
- водомірного вузла,
- магістрального водопроводу,
- розподільчого водопроводу,
- водозбірної, регулювальної і запірної арматури і пожежних кран-комплектів, крім названих елементів можуть бути насоси і баки, пневмоустановки.

Ввід виконують із сталевих труб, якщо  $d < 50$  мм, якщо  $d > 50$  мм, то використовують чавунні труби (рис. 6.7.).



**Рис. 6.7.** Ввід у будівлю через стіну фундаменту

1 – жирна глина; 2 – труба; 3 – цементна стяжка; 4 – просмолене льняне пасмо;  
5 – металева гільза; 6 – бетон; 7 – фланці; 8 – гідроізоляції; 9 – затискувач сальника



**Рис. 6.8.** Водомірні вузли

а – простий; б – з обвідною лінією; 1 – перший запірний вентиль; 2 – лічильник;  
3 – контрольно-спускний кран; 4 – другий запірний вентиль; 5 – кришка; 6 – обвідна лінія;  
7 – опломбована засувка

Якщо в будинку більше 400 квартир, влаштовують 2 вводи (так само і для театрів, кінотеатрів та інших будівель, де є більше 3-х вузлів управління дренчерними і сприклерними установками).

Водомірні вузли влаштовують зразу за вводом на прямолінійній ділянці водопроводу. Вони мають обвідну лінію із заплomboваною засувкою, зливний кран та лічильник (водомір) (рис. 6.8.).

Лічильники підбирають за максимальною витратою та діаметром труб на вводі. Є турбінні, крильчасті та комбіновані лічильники. Можна підібрати лічильник за сумарними втратами напору (п. 13.7. ДБН В.2.5-64:2012). Підібрати лічильники (витратоміри) холодної і гарячої води треба відповідно до вимог ДСТУ-Н «Настанова щодо підбору та улаштування лічильників води та тепла у багатоквартирних будинках»).

Крильчасті –  $\Sigma h \leq 2,5$  м, при пожежі  $\Sigma h < 5$  м,

Турбінні –  $\Sigma h \leq 1$  м, при пожежі  $\Sigma h \leq 2,5$  м.

Якщо витрати води в системі сильно коливаються, використовують комбіновані лічильники. Водомірні вузли влаштовують в легкодоступних для огляду місцях.

### § 6.3. Трасування водопроводів

Найбільш розповсюджені схеми водопроводів із нижньою розводкою. Протипожежні водопроводи влаштовують тільки з нижньою розводкою. Магістральні водопроводи прокладають в каналах під підлогою або під стелею підвалу, якщо він експлуатується. Можна влаштувати трубопроводи вздовж стін із кріпленням до стіни на крюках (крюки приварюються до закладних деталей), або на підставках (рис. 6.9.).

Верхня розводка водопроводів виконується на горищах або під стелею верхніх поверхів. На деяких підприємствах та адміністративних корпусах стояки прокладають у спеціальних негорючих шахтах.

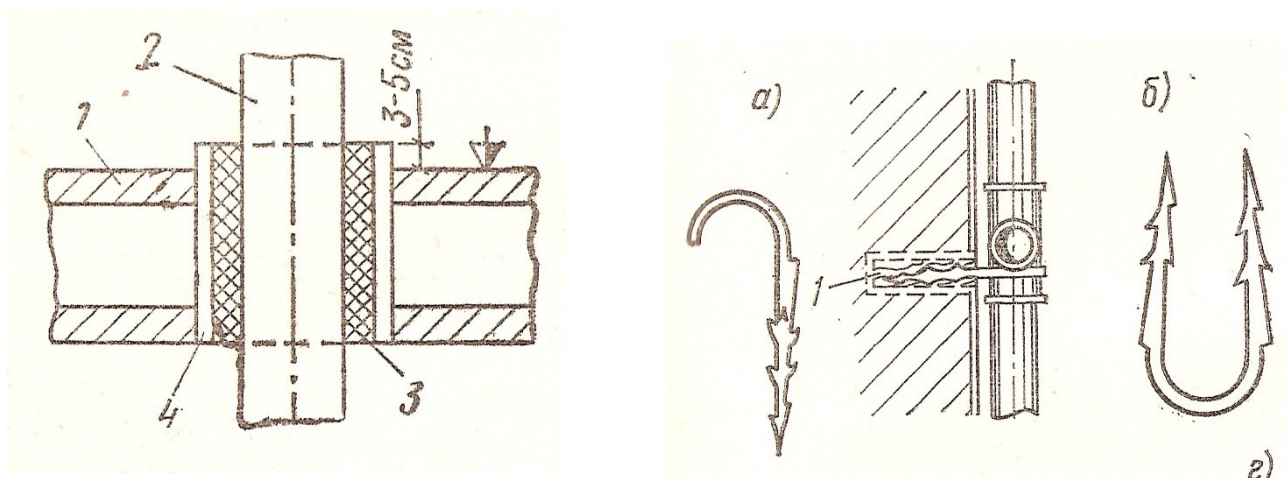
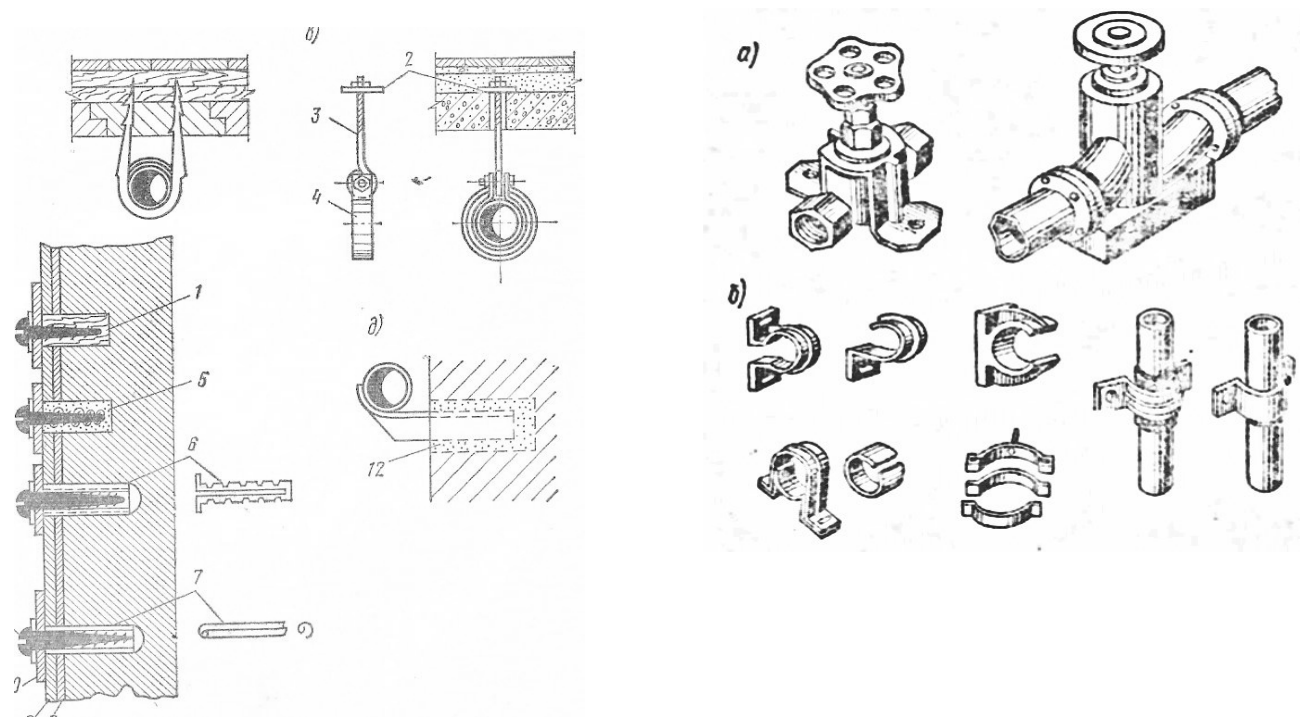


Рис. 6.9.



**Рис. 6.9.** Засоби для закріплення трубопроводів та приладів

- а – крюк; б – хомут; в – підвіска; г – деталі кріплення приладів; д – кронштейн;  
 а – способи кріплення вентилів; б – деталі кріплення пластмасових труб; 1 – дерев'яна пробка;  
 2 – шайба; 3 – підвіска; 4 – хомут; 5 – цементна або гіпсова пробка з металевою спіраллю;  
 6 – дюбель з волокнистим заповнювачем; 7 – спіральний валик з пластмасовою трубою;  
 8 – штукатурка; 9 – облицювання; 10 – кріплення санітарного приладу; 11 – шуруп;  
 12 – цементний розчин

### Розташування пожежних кран-комплектів

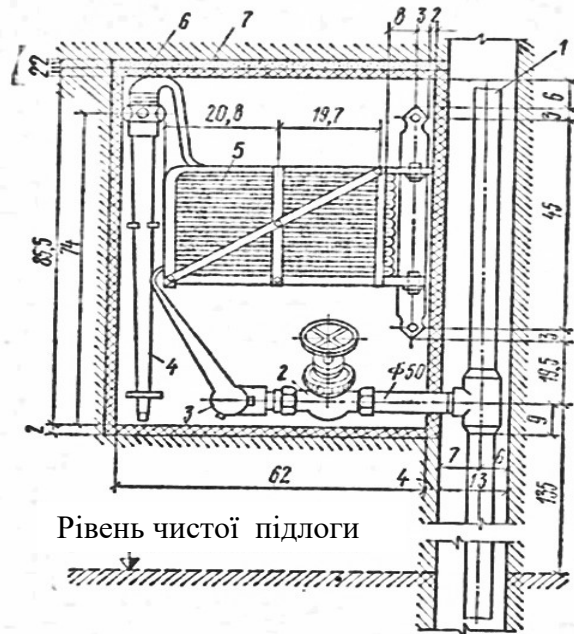
У протипожежних водопроводах важливим є правильне розташування пожежних кран-комплектів. Для цього необхідно знайти відстань між ними. Вільний напір вибирається згідно з ДБН В.2.5-64:2012. Він повинен забезпечити одержання компактного струменя висотою, яка забезпечить гасіння пожежі в будь-який час доби в самій високій і найвіддаленішій точці від пожежного кран-комплекту. Найменша висота і радіус дії компактної частини струменя рівний висоті приміщення (п. 8.7. ДБН В.2.5-64:2012) але не менше:

- 6 м в житлових, громадських, виробничих, адміністративно-побутових, будівлях (спорудах) промислових підприємств висотою (умовною висотою) не вище 47 м;
- 8 м в житлових будівлях умовною висотою більше ніж 47 м;
- 16 м в громадських, виробничих і адміністративно-побутових будівлях (спорудах) промислових підприємств висотою (умовною висотою) більше ніж 47 м.

Внутрішні пожежні кран-комплекти встановлюють на висоті 1,35 м над підлогою приміщення (п. 8.12. ДБН В.2.5-64:2012) біля виходів (на площадках сходових кліток, у вестибюлях, коридорах, прохідних та інших легкодоступних місцях). Кожен кран обладнується пожежним рукавом довжиною 10, 20 м та стволом і розташовується в заплombованій шафі зі скляними дверцями. Якщо витрата одного струменя менше 4 л/с, встановлюють пожежні кран-комплекти

діаметром 50 мм, якщо витрата більша 4 л/с – 65 мм (примітка 2 п. 8.7. ДБН В.2.5-64:2012).

Внутрішні пожежні кран-комплекти повинні встановлюватись на такій відстані один від одного, щоб кожна точка приміщення зрошувалась не менш ніж двома струменями. Якщо за розрахунком повинен працювати 1 кран, допускається зрошення одним струменем (за вимогами ДБН В.2.5-64:2012).



**Рис 6.10.** Установка пожежного кран-комплекту

1 – пожежний стояк; 2 – пожежний кран-комплект; 3 – напівгайка; 4 – ствол; 5 – рукав; 6 – шафа навісна або вставна; 7 – цементний розчин

Знаючи необхідну відстань між пожежними кранами можна визначити їх кількість. Згідно з п. 10.1. ДБН В.2.5-64:2012, якщо в приміщенні буде більше 12 кран-комплектів, вони повинні встановлюватись на кільцевій магістральній мережі, або закріпленій вводами.

## § 6.4 Гідравлічний розрахунок внутрішнього водопроводу

Гідравлічний розрахунок систем проводиться з метою визначення економічно найвигідніших діаметрів труб, необхідного напору біля розрахункового пожежного кран-комплекту та на вводі в будівлю, а також для вибору схеми внутрішнього водопроводу.

Розрахунок ведеться із урахуванням виключення одного із вводів.

### **Розрахунок проводиться в наступному порядку:**

*Приклад розрахунку внутрішньої системи протипожежного водопостачання*

*Розрахувати об'єднаний господарсько-питний протипожежний водопровід двоповерхової виробничої будівлі II ступеня вогнестійкості з категорією виробництва Б з висотою приміщення 9 м і розмірами в плані 30 х 70 м (об'єм*

37800 м<sup>3</sup>). На господарсько-питні потреби вода подається двома стояками, на яких встановлено 16 змивних бачків, 6 лабораторних мийок, 16 пісуарів, 16 умивальників, 4 гігієнічні душі. У будівлі працює 400 чоловік. Норма витрат одним водоспоживачем (за таблицею 5 ДБН В.2.5-64:2012) (для цехів з тепловиділенням зверху 84 кДж на 1 м<sup>3</sup>/год витрата  $Q = 14,1$  л/с). Кут нахилу струменя до горизонту 60°. Гарантований напір в зовнішній мережі  $H_{cap} = 15$  м.

### Порядок гідравлічного розрахунку

1. Визначаємо нормативні витрати води і кількість пожежних струменів за таблицею 4 ДБН В.2.5-64:2012. Вони складають 2 струмені по 5 л/с:

$$Q_{BH} = 5 \times 2 = 10 \text{ л/с.}$$

2. Визначаємо необхідний радіус дії компактної частини струменя:

$$R_k = \frac{T - 1,35}{\sin \alpha}; \quad (6.2)$$

$$R_k = \frac{9 - 1,35}{\sin 60} = 8,8 \text{ м}$$

3. За п. 8.7 (примітка 2) ДБН В.2.5-64:2012 підбираємо діаметр пожежного кран-комплекту ( $d_{кр} = 65$  мм). Радіус компактної частини струменя за вимогами п. 6.8 дорівнює  $R_k = T_{п} \rightarrow R_k = 9$  м.

4. Оскільки  $d_{кр} = 65$  мм, то обладнуємо його рукавом  $l = 20$  м і стволем А з насадком  $d = 19$  мм.

5. За табл.5 ДБН В.2.5-64:2012 уточнюємо  $R_k$  і  $q_{стр}$ . Для насадка  $d = 19$  мм уточнені витрати і радіус дії компактної частини струменя будуть  $q_{ут} = 5,2$  л/с.  $R_{k_{ут}} = 12$  м. У подальших розрахунках уже враховуємо ці уточнені величини.

6. Визначаємо відстань між пожежними кранами з умови зрошення кожної точки приміщення 2-а струменями.

$$L_{кр} = k \sqrt{(\sqrt{R_k^2 - (T - 1,35)^2} + l_p)^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2}, \quad (6.3)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує кількість струменів, що зрошують кожну точку приміщення ( $k = 1$  для 2-х струменів та  $k = 2$  для 1-го струменя);

$R_k$  – радіус дії струменя (уточнений), м;

$l_p$  – довжина рукава, м;

$T$  – висота приміщення, м;

1,35 – висота розташування пожежного кран-комплекту, м;

$B$  – ширина приміщення, м.

Підставимо у формулу 6.3 числові значення:

$$L_{кр} = 1 \sqrt{(\sqrt{12^2 - (9 - 1,35)^2} + 20)^2 - \left(\frac{30}{2}\right)^2} = 25,1 \text{ м.}$$

За такої відстані необхідно встановити на кожному поверсі по 8 пожежних кран-комплектів. Якщо загальна кількість ПКК > 12 відповідно до ДБН В.2.5-64:2012 магістральна мережа повинна бути кільцевою і мати 2 незалежні вводи.

7. Складаємо аксонометричну схему з розбивкою її на розрахункові ділянки, вибравши диктуючою точку – ПКК 12 на стояку 3, розташовану як найдалі від вводу (диктуюча точка знаходиться приблизно на однаковій відстані від вводу по



2-х напрямках руху води). За розрахунковий беремо напрямок від точки 0 до ПКК 12. Розрахунок проводиться за умови вимикання одного вводу.

8. Визначаємо витрати води на господарсько-питні потреби за за табл. А.3 ДБН В.2.5-64:2012 за максимальною витратою на 1 сантехнічний прилад (для пісуара  $q_0 = 0,2$  л/с).

Складемо аксонометричну схему магістральної водопровідної мережі.

Визначаємо вірогідність одночасної дії всіх сантехнічних приладів.

$$P = \frac{q \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N}; \quad (6.4)$$

де  $Q$  – витрати води на 1 робітника, л/с;

$U$  – кількість однакових водоспоживачів, осіб;

$N$  – кількість санітарно-технічних приладів, шт.;

$q_0$  – максимальна витрата одним приладом, л/с.

$$P = \frac{14,4 \cdot 400}{3600 \cdot 0,2 \cdot 58} = 0,135$$

Визначаємо загальну витрату води на господарсько-питні потреби:

$$q = 5\alpha q_0, \quad (6.5)$$

де  $\alpha$  – величина, що залежить від  $P$  та  $N$ .

$$q = 5 \cdot 3,46 \cdot 0,2 = 3,46 \text{ л/с.}$$

Зосередимо витрати води в точках приєднання стояків до магістрального водопроводу. Якщо всі сантехнічні прилади розташовані на двох стояках, визначимо витрату води на один стояк:

$$q_{ст.} = \frac{3,46}{2} = 1,73 \text{ л/с}$$

9. Визначаємо загальну витрату води під час пожежі:

$$Q_{заг} = q + q_{пож.}, \quad (6.6)$$

$$Q_{заг} = 3,46 + 10,4 = 13,86 \text{ л/с.}$$

10. Умовно розділяємо загальну витрату на дві частини для пропуску води до ПКК-12 і ПКК-13 по двох напрямках приблизно однакової довжини, враховуючи, що кожна точка зрошується 2-ма струменями. Розподіляємо зосереджені витрати по ділянках магістральної мережі.

11. Розбиваємо мережу на розрахункові ділянки з позначенням напрямку руху води. За нульову точку беремо точку вводу. Перша точка на магістралі – це місце приєднання господарсько-питного стояка. Номери точок наносимо на аксонометричну схему. Ділянкою вважається відстань між точками на аксонометричній схемі (відстань між точками приєднання стояків до магістральної мережі). Номери розрахункових ділянок заносимо в таблицю 6.1.

12. Визначаємо довжину ділянок і заносимо їх у графу 3 таблиці 6.1.

13. Визначаємо витрати води для кожної розрахункової ділянки і заносимо їх у графу 4.

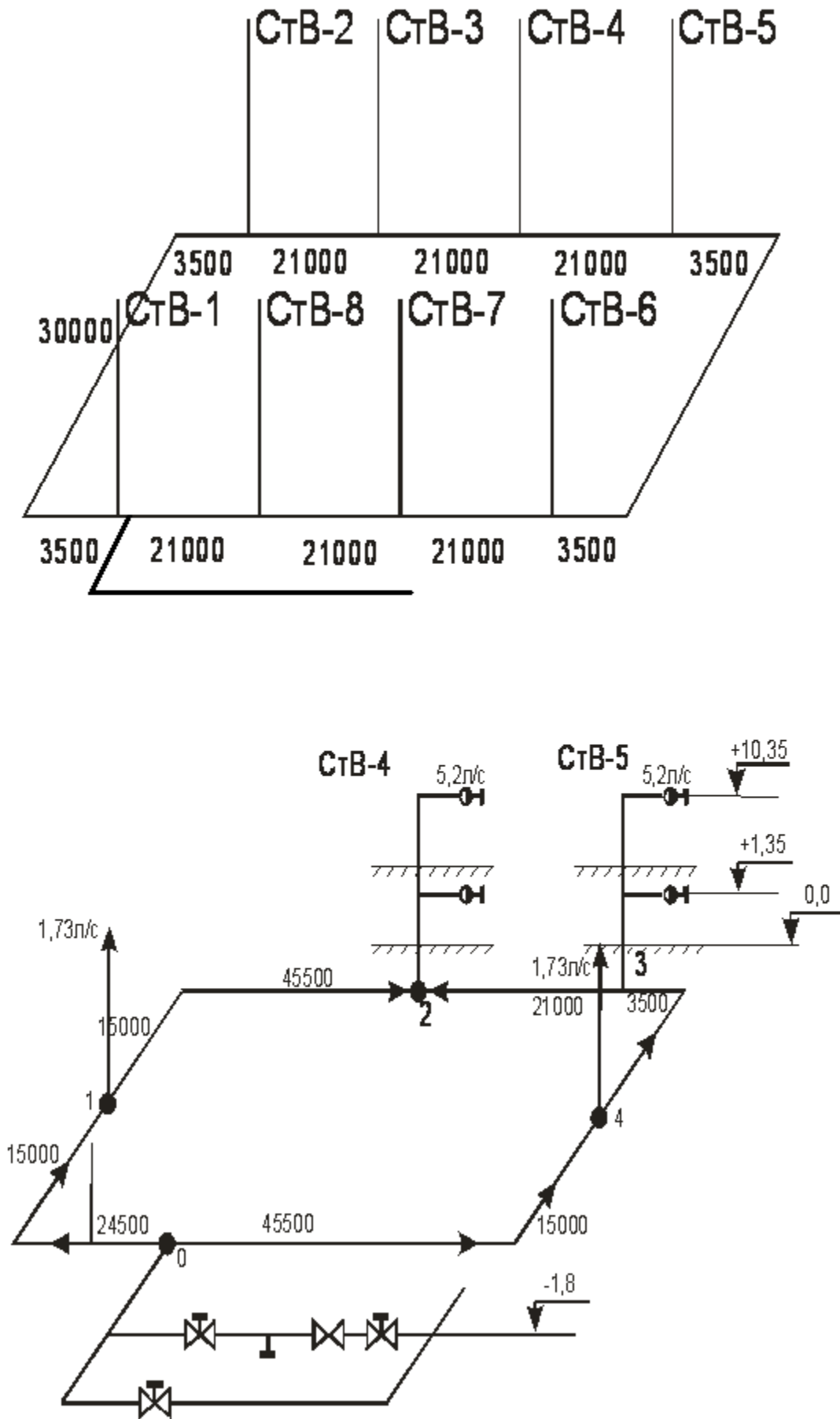


Рис. 6.11. Аксонометричні схеми системи водопостачання

14. Визначимо діаметри ділянок трубопроводів за наступною формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{v}}. \quad (6.7)$$

За звичайних умов вибираємо економічно вигідну швидкість 0,8–1,5 м/с.

Під час пожежі  $v = 2,5 - 3 \text{ м/с}$ . Визначимо діаметри розрахункових ділянок магістралі і занесемо результати в графу 5 табл. 6.1 та на ввіді в будівлю з витратою  $Q_{\text{заг}} = 13,86 \text{ л/с}$ .

$$d_{\text{в.в.}} = 1,13 \sqrt{\frac{13,86 \cdot 10^{-3}}{2,5}} = 0,084 \text{ мм.}$$

Беремо стандартний діаметр вводу 100 мм.

15. Перевіряємо дійсні швидкості руху води по ділянках, а значення заносимо у графу 6 табл. 6.1.

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2}, \quad (6.8)$$

16. Проведемо розрахунок кільцевої мережі. Труби беремо для магістралі сталеві газопровідні оцинковані з  $d = 80 \text{ мм}$ . Втрати напору по ділянках визначаємо за наступною формулою, а результати занесемо до табл. 6.1 у графу 7:

$$h = S q_{\text{дбл}}^2, \quad (6.9)$$

де  $S = A \cdot L$  ( $A$  – питомий опір 1 погонного метра трубопроводу, який визначаємо за табл. 6.2;  $L$  – довжина розрахункової ділянки).

17. Визначаємо нев'язку мережі, додавши сумарні втрати напору зі знаком (+) та зі знаком (-):

$$\Delta h = (+\Sigma h) + (-\Sigma h), \quad (6.10)$$

Нев'язка повинна відповідати допустимій:

$$\Delta h_{\text{доп}} < 0,5 \text{ м (без пожежі)}$$

$$\Delta h_{\text{доп}} < 1,0 \text{ м (під час пожежі)}$$

$$\Delta h = -11,11 + 8,9 = -2,21 \text{ м.}$$

18. Розрахункова нев'язка більша допустимої, тому визначаємо поправку  $\Delta q$ :

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \Sigma S q}, \quad (6.11)$$

де  $Sq$  – береться за стрічкою 9 розрахункової табл. 6.1.

$$\Delta q = \frac{2,21}{2 \cdot 3193,2} = 0,0003 \text{ м}^3/\text{с} = 0,3 \text{ л/с.}$$

19. Якщо одержимо  $+\Delta h$ , то там де  $-\Delta h$  додаємо  $\Delta q$ ;

якщо  $-\Delta h$  – там де  $+\Delta h$  додаємо  $\Delta q$  до  $q$ ,

а там де  $-\Delta h$  – віднімаємо  $\Delta q$ .

До витрат першого напрямку додаємо  $\Delta q$ , а від витрат другого напрямку руху води віднімаємо  $\Delta q$ . Визначаємо втрати напору за уточненими витратами ділянок

і знаходимо нев'язку:  $\Delta h_1 = 9,88 + (-10,151) = -0,271$  м, що менше допустимого ( $\Delta h_{\text{доп.}} = 1$  м). Кільце ув'язане, розрахунок по ув'язці припиняємо.

20. Підбираємо водомір на пропуск розрахункової витрати води. Загальна витрата води з урахуванням пожежі становить 13,86 л/с. За ДСТУ-Н «Настанова щодо підбору та улаштування лічильників води та тепла у багатоквартирних будинках» підбираємо лічильник із діаметром умовного проходу 100 мм (турбінний) з опором  $S_{\text{ліч}} = 0,000675$ . Під час підбору лічильника води враховують його гідрометричні характеристики, а також допустимі втрати напору і умови установки. Визначаємо втрати напору в лічильнику за формулою:

$$h_{\text{ліч}} = S Q_{\text{заг}}^2, \quad (6.12)$$

де  $S$  – гідравлічний опір лічильника;

$Q$  – розрахункова (максимальна) витрата води, л/с.

Допустимі витрати напору в крильчастих лічильниках не повинні перевищувати 2,5 м, а в турбінних – 1 м. Якщо втрати напору становлять менше двадцяти відсотків від допустимих, необхідно обирати інший лічильник (меншого калібру, з метою врахування малих витрат води).

$$h_{\text{ліч}} = 0,000675 \cdot 13,86^2 = 0,13 \text{ м.}$$

21. Визначаємо втрати напору в стояках і на вводі.

Визначаємо втрати напору по довжині:

$$h_1 = h_{\text{сер.}} + 2h_{\text{ст.}}, \quad (6.13)$$

де  $h_{\text{сер.}}$  – середня втрата напору по кільцю, м;

$$h_{\text{сер.}} = \frac{9,88 + 10,151}{2} = 10,015 \text{ м,}$$

$h_{\text{ст}}$  – втрати напору по стояку:

$$h_{\text{ст}} = A l q_{\text{ст.}}^2, \quad (6.14)$$

де  $A$  – опір труби стояка (визначаємо за табл. 6.2);

$l$  – довжина стояка.

$$h_{\text{ст}} = 2893 \cdot 11,05 \cdot (5,2 \cdot 10^{-3})^2 = 0,86 \text{ м,}$$

$$h_1 = 10,015 + 2 \cdot 0,86 = 11,74 \text{ м,}$$

$$h_{\text{вв}} = A l Q_{\text{заг.}}^2, \quad (6.15)$$

де  $A$  – опір труби вводу (визначаємо за табл. 6.2);

$l$  – довжина вводу.

$$h_{\text{вв}} = 339,1 \cdot 15,5 \cdot (13,86 \cdot 10^{-3})^2 = 1,01 \text{ м.}$$

22. Визначаємо необхідний напір на вводі:

$$H_{\text{неотх.}} = k(h_1 + h_{\text{вв}}) + h_{\text{ліч}} + H_{\text{в}} + H_{\text{г}}, \quad (6.16)$$

де  $h_1$  – втрати напору по довжині в мережі, м;

$h_{\text{вв}}$  – втрати напору на вводі, м;

$h_{\text{ліч}}$  – втрати напору в лічильнику, м;

$H_{\text{в}}$  – напір перед пожежним краном, м;

$H_{\text{г}}$  – геометричний напір, що визначається як різниця відміток осі пожежного кран-комплекту, що найвище розташований та осі труби на вводі, м;

$k$  – коефіцієнт, що враховує втрати напору в місцевих опорах ( $k = 1,1$  в мережах протипожежних водопроводів;  $k = 1,15$  в мережах виробничо-протипожежних водопроводів;  $k = 1,2$  в мережах господарсько-протипожежних водопроводів).

$$H_{\text{необх.}} = 1.2(11.74 + 1.01) + 0.13 + 19.9 + 12.15 = 47.83 \text{ м.}$$

23. Порівнюємо гарантований напір із необхідним. Якщо величина необхідного напору більша від гарантованого, необхідно підібрати насос, який забезпечить створення необхідного напору:

$$H_{\text{н}} = H_{\text{необх.}} - H_{\text{гар}}, \quad (6.17)$$

$$H_{\text{н}} = 47.83 - 15 = 32.83 = 33 \text{ м.}$$

За табл. 6.4. підбираємо марку насоса К90/35 з робочими параметрами:

$$H_{\text{н}} = 35 \text{ м, } Q = 90 \text{ м}^3/\text{год.}$$

24. Визначаємо потужність електродвигуна для насоса:

$$N = \frac{QH\gamma}{1000\eta}, \quad (6.18)$$

де  $Q$  – подача насоса;

$H$  – напір насоса;

$\gamma$  – питома вага води;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії насоса.

25. Підбираємо ємність регулювального бака.

$$W = \beta(W_{\text{рег}} + W_{\text{н.з.}}), \quad (6.19)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт запасу бака ( $\beta = 1.2 - 1.4$ ).

$$W_{\text{рег}} = \frac{QH}{4n}, \quad (6.20)$$

де  $Q_{\text{н}}$  – подача насоса;

$n$  – кількість включень насоса за годину ( $n = 6 - 10$ ).

$$W_{\text{н.з.}} = W_{\text{пож}} + W_{\text{г.п.}}, \quad (6.21)$$

$$W_{\text{пож}} = 0.6 \cdot Q_{\text{пож}}; \quad W_{\text{г.п.}} = 0.6 \cdot Q_{\text{г.п.}}, \quad (6.22)$$

$$W_{\text{рег}} = \frac{13,86}{4 \cdot 6} = 0,0006 \text{ м}^3; \quad W_{\text{пож}} = 0,6 \cdot 10,4 = 6,24 \text{ м}^3; \quad W_{\text{г.п.}} = 0,6 \cdot 3,46 = 2,076 \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{н.з.}} = 6,24 + 2,076 = 8,316 \text{ м}^3; \quad W = (8,316 + 0,0006) \cdot 1,3 = 10,8 \text{ м}^3.$$

Вибираємо параметри бака:  $2,5 \times 2,5 \times 1,8 \text{ м}$ .

Таблиця 6.1. Розрахункові дані для ув'язки мережі

Напрямок	Ділянки	$l, \text{ м}$	$q \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$	$d, \text{ мм}$	$v, \text{ м/с}$	$A$	$S = A \cdot l$	$Sq \text{ (} q \text{ в } \text{м}^3/\text{с)}$	$h = Sq^2, \text{ м}$	$\delta$	$\delta h$	$\Delta q \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$	$q \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$	$h$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
+ I	0 – 1	39,5	6,53	70	1,70	2893	114273,5	746,2	4,9	1	4,9	+0,3	6,83	5,33
	1 – 2	60,5	4,80	70	1,25	2893	175026,5	840,1	4,0	1	4,0	+0,3	5,10	4,55
$\Sigma$								<b><math>\Sigma 1586,3</math></b>			<b><math>+\Sigma 8,9</math></b>			<b><math>+\Sigma 9,88</math></b>
- II	0 - 4	60,5	7,33	70	1,90	2893	175026,5	1282,9	9,4	1	9,4	-0,3	7,03	8,65
	4 – 3	18,5	5,60	70	1,45	2893	53520,5	299,7	1,7	1	1,7	-0,3	5,30	1,50
	3 – 2	21,0	0,40	70	0,10	2893	60753,0	24,3	0,01	1,41	0,01	-0,3	0,10	0,001
$\Sigma$								<b><math>\Sigma 1606,9</math></b>			<b><math>-\Sigma 11,11</math></b>			<b><math>-\Sigma 0,151</math></b>

Таблиця 6.2. Значення гідравлічних опорів для труб

d, мм	Стальні труби A (для Q, м <sup>2</sup> /с)	Чавунні труби A (для Q, м <sup>3</sup> /с)
20	1643000	-
25	436700	-
32	93860	-
40	44530	-
50	11080	13360
70	2893	-
80	1168	1044
100	267	339,1
125	86,2	103,5
150	33,9	39,54
175	20,79	-
200	6,959	8,608
250	2,187	2,638
300	0,8466	0,9863
350	0,3731	0,4368
400	0,1859	0,2191
450	0,09928	0,1187
500	0,05784	0,06782
600	0,02262	0,02596
700	0,01098	0,01154

Таблиця 6.3. Значення поправкового коефіцієнта

v, м/с	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
K <sub>п</sub>	1,41	1,28	1,20	1,15	1,11	1,09	1,06	1,04	1,03	1,0

### § 6.5. Насоси для підвищення тиску, пневматичні установки і водонапірні баки

Якщо гарантійний напір в мережі зовнішнього водопроводу нижче від того, що вимагається, встановлюють насоси-підвищувачі. Звичайно в цих випадках застосовують відцентрові насоси, безпосередньо сполучені з електродвигунами. У разі необхідності безперебійної подачі води проектують установку резервних насосних агрегатів. Число резервних насосних агрегатів визначають за ДБН В.2.5-74:2013. Резервний протипожежний насос встановлюють у тих випадках, коли для цього об'єкта на гасіння пожежі потрібна подача не менше ніж двох струменів води.

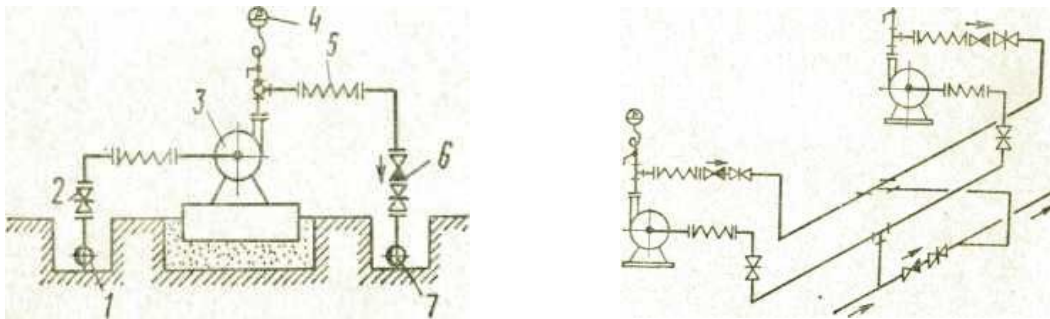
Насоси приєднують до мережі після водомірного вузла. Розміщують насосні установки в сухому і теплому ізольованому приміщенні висотою не менше 2,2 м. Не допускається розміщення господарських насосних установок під житловими

квартирами, дитячими кімнатами, лікарняними приміщеннями, аудиторіями навчальних закладів та іншими схожим приміщеннями.

Насосні агрегати встановлюють на фундаменти, що знаходяться над рівнем підлоги не менше ніж на 20 см, з пристроєм надійної звукоізоляції, що складається з амортизацій під агрегатами, еластичних підкладок і еластичних патрубків завдовжки не менше 1 м (вібровставок) на всмоктууючому і напірному трубопроводах. Для протипожежних насосів звукоізоляція не вимагається. Кріпиться насосний агрегат до фундаменту болтами, що закладаються в місця, наперед залишені для них. Якщо діаметр нагнітальних патрубків не перевищує 200 мм, на одному фундаменті можна встановити два агрегати. Відстань між фундаментами і від них до стін приміщення повинна бути не менше 700 мм, а до зовнішніх стін – не менше 1 м.

Під час установки насосів доцільно передбачати пристрій обвідної лінії із засувкою і зворотним клапаном в обхід насосів. Для обв'язування насосів застосовують сталеві труби на зварці і фланцеві з'єднання з арматурою та насосами.

Пуск насосів може бути автоматичним, дистанційним або ручним. Протипожежні насоси можуть включатися пусковими кнопками, що розташовуються біля пожежних кран-комплектів, або струменевими реле.



**Рис. 6.12.** Схеми обв'язування насосів трубопроводами

1 – всмоктувальний трубопровід; 2 – засувка (вентиль); 3 – насос; 4 – манометр;  
5 – вібровставка; 6 – зворотний клапан; 7 – напірний трубопровід

На напірній лінії кожного насоса встановлюють манометр, зворотний клапан і засувку або вентиль, а на всмоктувальній лінії – засувку. Для поглинання зусиль, що виникають в напірних трубопроводах від статичного і динамічного напорів, в місцях поворотів трубопроводів встановлюють упори. Через трубопроводи, укладені по підлозі, роблять перехідні містки. В окремих випадках трубопроводи укладають в підпільних непрохідних каналах.

За необхідності безперебійної роботи насосів постачання їх енергією передбачають від двох незалежних джерел.

Підбір насоса проводять за різницею напорів (необхідного і гарантованого) та за розрахунковою витратою води:

$$H_n = H_{\text{необх.}} - H_{\text{гар.}} \quad (6.23)$$

Гарантійний напір у зовнішній мережі може бути заданий як від відмітки осі труби введення в місці його приєднання до зовнішньої мережі, так і від відмітки землі у цьому місці.



Необхідний напір для мережі внутрішнього водопроводу складається з геометричної висоти розташування диктуючого водорозбірного пристрою над відміткою гарантійного напору, з робочим тиском перед арматурою диктуючого водорозбірного пристрою і з напором, що необхідний для подолання всіх опорів на шляху руху води від зовнішньої мережі до диктуючого водорозбірного крана.

Насоси рекомендується підбирати, користуючись характеристиками, наведеними в чинному каталозі насосів. Під час підбору насоса необхідно, щоб він забезпечував подачу розрахункової витрати води споживачам за найбільшого значення ККД.

Якщо насос працює в системі водопостачання без водонапірного бака, то його подача повинна відповідати максимальній розрахунковій секундній витраті води  $q$ , л/с. У системах із водонапірним або гідропневматичним баком подача насоса повинна відповідати максимальній розрахунковій годинній витраті води  $Q$ , м<sup>3</sup>/год. Режим роботи насоса при цьому визначають по інтегральному або східчастому добовому графіку водоспоживання, прагнучи отримання якнайменшого регульовального об'єму водонапірного бака.

Таблиця 6.4. Основні технічні характеристики насосних агрегатів типу К

Типорозмір насосного агрегата	Параметри насоса			Параметри електродвигуна			Розміри насосного агрегата, м			Ма-са, кг
	$Q$ , м <sup>3</sup> /д	$H$ , м	$K3$ , м	Тип	$N_d$ , кВт	$n$ , хв <sup>-1</sup>	$L \times B \times H$	$D_y$	$D_y^{-1}$	
K100-65-200	100	50	4,5	АІР180М2	30,0	2900	1290x498x510	100	65	370
K100-65-200	100	50	4,5	АНР180S2	22,0	2900	1290x498x510	100	65	350
K100-65-200a	90	40	4,5	АІР160М2	18,5	2900	1290x498x475	100	65	275
K100-65-250	100	80	4,5	5А200L2	45,0	2900	1390x568x605	100	65	485
K100-65-250	100	80	4,5	4АМН180М2	45,0	2900	1380x568x605	100	65	445
K100-65-250a	90	67	4,5	5А200М2	37,0	2900	1390x568x605	100	65	435
K100-65-250a	90	67	4,5	4АМН180S2	37,0	2900	1380x568x605	100	65	405
K150-125-250	200	20	4,2	АІР160М4	18,5	1450	1325x475x455	150	125	410
K150-125-315	200	32	4,0	АІР180М4	30,0	1450	1375x540x610	150	125	422
K150-125-315	200	32	4,0	4АМН 180S4	30,0	1450	1375x540x610	150	125	402
K200-150-250	315	20	4,2	АІР180М4	30,0	1450	1355x540x610	200	150	422
K200-150-250	315	20	4,2	4АМН 180S4	30,0	1450	1375x540x610	200	150	402
K200-150-315	315	32	4,2	5А200L4	45,0	1450	1665x600x720	200	150	570
K200-150-315	315	32	4,2	5АН200L4	45,0	1450	1665x600x720	200	150	530
K200-150-400	315	50	4,2	5АМ250И4	90,0	1450	1750x795x825	200	150	960
K8/18	8	18	5,0	АІР80В2	2,2	2900	764x257x323	40	32	60
K20/18	20	18	5,0	АІР80В2	2,2	2900	788x257x310	50	40	61
K20/30	20	30	5,0	АМР100S2	4,0	2900	827x299x332	50	40	78
K45/30	45	30	4,3	АІР112М2	7,5	2900	1030x332x413	50	40	126
K45/55	45	55	5,0	АМР160S2	15,0	2900	1390x505x565	80	50	310
K45/55a	40	50	5,0	АІР132М2	11,0	2900	1295x485x500	80	50	265
K90/20	90	20	5,2	АІР112М2	7,5	2900	1030x332x413	80	50	135
K90/35	90	35	5,0	АНР160S2	15,0	2900	1390x505x565	100	80	330
K90/35a	85	32	5,0	АІР132М2	11,0	2900	1295x485x500	100	80	265
K90/85	90	85	5,0	5А200I2	45,0	2900	1535x575x630	100	65	520
K90/85	90	85	5,0	4АМН180S2	45,0	2900	1525x575x630	100	65	480
K90/85a	85	76	5,0	5А200М2	37,0	2900	1510x575x630	100	65	495
K90/85a	85	76	5,0	4АМН180S2	37,0	2900	1500x575x630	100	65	465

### Водонапірні баки

Водонапірні баки (резервуари) встановлюють з метою безперебійного постачання будівель водою (у випадку постійного або періодичного недостатнього напору в зовнішній мережі) і з метою створення недоторканного запасу води на пожежні або технологічні потреби.

Повний об'єм  $V$  водонапірного бака складається з регулюючого  $V_p$  і запасного  $V_{нз}$  об'ємів.

Регулюючий об'єм бака,  $m^3$ , для системи без насосної установки визначається за формулою:

$$V_p = QT, \quad (6.24)$$

де  $Q$  – середньогодинна витрата води,  $m^3/год$ , в будівлі за час живлення мережі внутрішнього водопроводу з бака;

$T$  – час, протягом якого вода у разі недостатнього напору в зовнішній мережі поступає в мережу внутрішнього водопроводу з бака, год.

Об'єм бака складає від 50 до 80 % добової витрати води в будівлі.

У системах водопостачання з водонапірним баком та насосами-підвищувачами регулюючий об'єм бака значно зменшується і залежить від частоти включення насоса і його номінальної подачі.

Якщо працює автоматичний насос з подачею  $Q_n$ ,  $m^3/год$ , рівною максимальній розрахунковій годинній витраті води або більшій за неї, регулюючий об'єм бака  $V_p$ ,  $m^3$ , слід визначати за формулою:

$$V_p = \frac{Q_n}{4n}, \quad (6.25)$$

де  $n$  – число включень насоса за 1 год, становить для відкритих баків від 2 до 4, для гідропневматичних баків – від 6 до 10; великі значення  $n$  приймають для малих установок потужністю до 10 кВт.

За умови ручного пуску насосів регулюючий об'єм бака  $V_p$ ,  $m^3$  визначають за формулою:

$$V_p = \frac{Q_{доб.}}{n_{доб.}}, \quad (6.26)$$

де  $Q_{доб.}$  – добова витрата води в момент максимального водоспоживання,  $m^3/добу$ ;

$n_{доб.}$  – число включень насоса за добу, яке становить від 3 до 6.

Регулюючий об'єм бака можна визначити і графічно, якщо побудувати суміщений графік подачі і споживання води.

Запасний об'єм бака визначається протипожежними або виробничими вимогами. Недоторканний протипожежний запас води  $V_{нз}$ ,  $m^3$ , визначають з розрахунку 10-хвилинної тривалості гасіння пожежі за умови максимального водоспоживання:

$$V_{нз} = 0,6q_{пн.с.}, \quad (6.27)$$

де  $q_{пн}$  – витрата води на один пожежний струмінь, л/с;

$n_{п.с.}$  – кількість одночасно діючих струменів.

Водонапірні баки можуть бути круглими або прямокутними в плані. Виготовляють їх з листової сталі і, щоб уникнути корозії, фарбують всередині і зовні масляною фарбою, яка виготовлена за рецептом, що узгоджений із органами санітарного нагляду. Зверху баки закривають кришками, в яких влаштовують люки для доступу всередину баків.

Під баком на відстані не менше 50 см від його дна встановлюють піддон для збору вологи, що конденсується. Приміщення для установки бака повинне бути теплим, зручним для експлуатації, обладнаним вентиляцією і освітленням. Відстань між баком і перекриттям обирають не менше ніж 0,6 м, між баком і стінами – не менше 0,7 – 1 м.

Висоту розташування бака  $H_6$ , м, визначають за умови:

$$H_6 \geq \Sigma h + H_p, \quad (6.28)$$

де  $H_6$  – висота від диктуючого водорозбірного крана до дна бака, м;

$\Sigma h$  – сума втрат напору по довжині і в місцевих опорах від диктуючого водорозбірного крана до дна бака;

$H_p$  – робочий напір перед диктуючим водорозбірним краном, м.

На рис. 6.3 наведені принципіві схеми обв'язування баків трубопроводами. Подавальний трубопровід обладнується, як правило, двома поплавковими клапанами. Діаметр подавального трубопроводу визначається розрахунком. Якщо подавальний трубопровід об'єднують із тим, що відводить, то на ділянці, що відводить, встановлюють зворотний клапан і засувки. Переливний трубопровід підводять з розривом струменя до проміжного бачка, що з'єднаний гідравлічним затвором (сифоном) із каналізаційним або водостічним стояком.

Установку баків виконують згідно з вказівками ДБН В.2.5-74:2013.

Повний об'єм бака, включаючи недоторканий протипожежний запас, визначають з коефіцієнтом запасу  $\beta = 1,1-1,3$  за формулою:

$$V = \beta (V_p + V_{н.з.}). \quad (6.29)$$

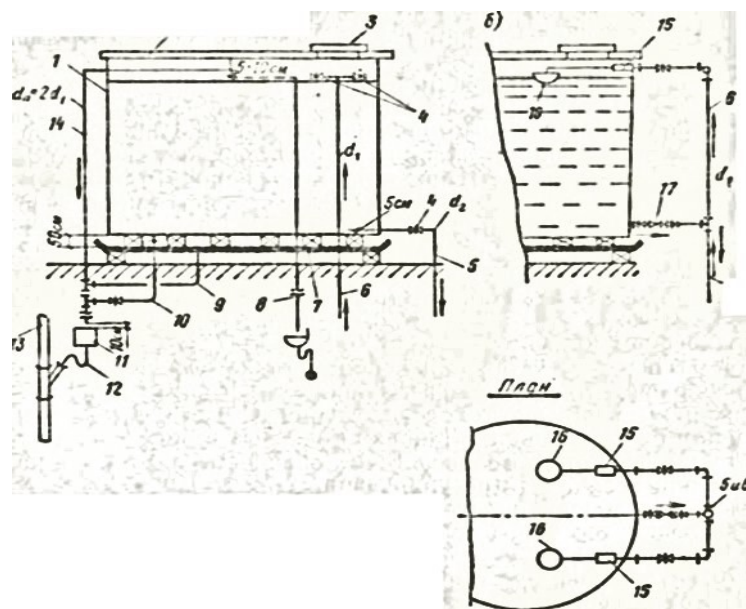


Рис. 6.13. Обв'язування водонапірних баків трубопроводами

Під час проектування внутрішнього водопроводу з баками необхідно враховувати їхні істотні недоліки: необхідність в спеціальних приміщеннях, значні навантаження на перекриття і, як наслідок, його дорожчання, необхідність в періодичному чищенні баків і забезпеченні циркуляції води з метою запобігання погіршення її якості.

### Пневматичні установки

На внутрішніх водопроводах застосовують водоповітряні (пневматичні) напірні установки постійного і перемінного тиску. Постійний тиск підтримується редуційним клапаном. Найбільш поширені установки перемінного тиску.

Пневматичні установки складаються з двох баків (повітряного і водяного) або одного бака (гідропневматичного), обладнаних запобіжними клапанами, контрольними приладами (тиску і рівня), запірною арматурою, і компресора для подачі стиснутого повітря. Якщо недостатній напір або подача води у внутрішній водопровід із місцевого джерела водопостачання, ці установки поєднують із автоматизованими насосами, що в свою чергу дозволяє різко скоротити обсяг водяного бака.

Компресор включається в роботу періодично для поповнення втрат повітря. Установка може працювати і без компресора. У цьому випадку стиск повітря забезпечується подачею води в бак під тиском насоса.

Пневматичні установки використовують для збереження і подачі протипожежного запасу води, а також для господарсько-питного або виробничого водопостачання.

Максимальний тиск звичайно обирають приблизно на 30 % більше  $p_{\min}$ , але не більш 0,6 МПа (що відповідає напорові 60 м) для господарсько-питних водопроводів і не більше 0,9 МПа (що відповідає напорові 90 м) для протипожежних водопроводів.

Витрата повітря складає близько 10 % повного об'єму баків. Звичайно для пневматичних установок застосовують компресори з невеликою подачею – близько 2 – 3 м<sup>3</sup>/год.

Пневматичні установки розташовують у приміщеннях підвалів перших поверхів або в технічних поверхах багатопверхових будинків, якщо добуток їхнього повного об'єму, м<sup>3</sup>, на робочий (максимальний) тиск не перевищує 200. У іншому випадку їх розміщують в окремо розташованих будівлях як вибухонебезпечні установки.

#### *Контрольні питання та завдання*

1. Які є схеми внутрішніх водопроводів?
2. Що входить до складу водомірного вузла і його призначення?
3. Порядок гідравлічного розрахунку внутрішнього водопроводу.
4. Підбір насосів і напірних баків.

## **ГЛАВА 7. ОСОБЛИВОСТІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ГАЛУЗЕВИХ ОБ'ЄКТІВ**

### **§ 7.1. Внутрішні протипожежні водопроводи будівель підвищеної поверховості**

В житлових будинках застосовуються схеми водопостачання з нижньою та верхньою розводкою.

Системи з нижньою розводкою – в будинках без горища, а з верхньою – в будинках, де є горище. Під час прокладання верхнього розвідного трубопроводу під стелею верхнього поверху його необхідно покривати шаром теплової ізоляції для захисту від випадання конденсату. В наслідок цього різко погіршується інтер'єр приміщення.

Найбільшого розповсюдження на сьогодні отримали системи господарсько-протипожежного водопроводу будівель, в яких розвідні трубопроводи магістральної мережі прокладають у підвалі і до них приєднуються водорозбірні і пожежні стояки своєю нижньою частиною.

У верхній частині пожежні стояки зв'язані трубопровідними перемичками зі стояками господарсько-питного водопроводу і в будівлях висотою до 16 поверхів служать додатковими стояками, що розвантажують водорозбірні стояки.

Внутрішні водопровідні мережі проектують зі сталевих оцинкованих труб діаметром до 150 мм і не оцинкованих труб більшого діаметру. Допускається також використання пластмасових труб для квартирних підводок і водорозбірних стояків. Пожежні стояки виконуються тільки із сталевих труб.

Для можливості керування внутрішньою водопровідною мережею передбачається установка запірної арматури на вводах, на кільцевій розвідній мережі для забезпечення можливості відключення на ремонт окремих її ділянок (не більше, ніж півкільця), біля основи пожежних стояків із кількістю пожежних кран-комплектів 5 і більше, біля основи водорозбірних стояків у будівлях висотою 3 поверхи і більше, на відводах, що живлять 5 водорозбірних пристроїв і більше, на відводах у кожному квартирі або номер.

Якщо напір води в міській водопровідній мережі недостатній для гасіння пожежі від внутрішніх пожежних кран-комплектів, на внутрішньому протипожежному водопроводі встановлюють пожежні насоси. В системах господарсько-протипожежного водопроводу у разі недостатнього тиску води на вводі встановлюють господарські і пожежні насоси, оскільки в цих системах тиск води на вводі недостатній для гасіння пожежі.

Водонапірні баки призначені для регулювання водоспоживання, зберігання недоторканого запасу води і утворення необхідного напору у водопровідній мережі будівлі. В будинках, що обладнані внутрішнім протипожежним водопроводом, у водонапірних баках зберігається також недоторканий запас води для гасіння пожежі протягом 10 хв.

Водонапірні баки використовуються в окремих будівлях із особистими підвищувальними установками або без них, якщо тиск води у водопровідній мережі достатній для наповнення бака в періоди малих водорозборів або його відсутності.

## Вимоги до протипожежного водопроводу житлових будинків згідно з нормами ДБН В.2.5-64:2012

1. Вибір системи і схеми протипожежного водопостачання залежить від протипожежних вимог, системи зовнішнього водопроводу, (Q та H).

2. Для житлових будинків необхідність обладнання внутрішнім протипожежним водопроводом, а також мінімальні витрати води на пожежогасіння, необхідно визначати за ДБН В.2.5-64:2012 (табл. 3 п. 8.1.):

- підвищеної поверховості – умовною висотою  $26,5\text{ м} < H \leq 47\text{ м} - 1_{\text{стр.}} \times 2,5\text{ л/с}$ ;
- висотні – умовною висотою  $47\text{ м} < H \leq 73,5\text{ м} - 2_{\text{стр.}} \times 2,5\text{ л/с}$ ;
- висотні – умовною висотою  $73,5\text{ м} < H \leq 100\text{ м}$  відповідно до ДБН В.2.2-24.

3.  $Q_{\text{пож.}}$  залежно від  $H_{\text{комп.}}$  і  $d_{\text{н.}}$  визначається за табл. 3, наприклад:

$$Q_{\text{пож.}} = 2,6\text{ л/с при } H_{\text{комп.}} = 12\text{ м}; H_{\text{ПКК}} = 21\text{ м}; d_{\text{н.}} = 13\text{ мм}; d_{\text{ПКК}} = 50\text{ мм.}$$

$$Q_{\text{пож.}} = 2,6\text{ л/с при } H_{\text{комп.}} = 12\text{ м}; H_{\text{ПКК}} = 20,1\text{ м}; d_{\text{н.}} = 13\text{ мм}; d_{\text{ПКК}} = 65\text{ мм.}$$

4. Гідростатичний тиск на відмітці найбільш низько розташованого пожежного кран-комплекту в системі роздільного протипожежного водопроводу, а також у системах, в яких пожежні стояки використовуються для подачі транзитних питних витрат води на верхній поверх (у схемах з верхньою розводкою), не повинен перевищувати 0,9 МПа.

У випадку тиску для пожежних кран-комплектів більше ніж 0,4 МПа між пожежним кран-комплексом і з'єднуючою головкою треба передбачати встановлення пристроїв (регулятор тиску), які знизять надлишковий тис (п. 8.6 ДБН В.2.5-64:2012)  $H \leq 60\text{ м}$  (на час гасіння пожежі дозволяється  $H \leq 90\text{ м}$ ). Гідравлічний напір у системі роздільного п/п водопроводу на відмітці найбільш низько розміщеного ПКК не повинен перевищувати  $H \leq 90\text{ м}$ .

5. -  $H_{\text{вільний}}^{\text{ПК}} \rightarrow H_{\text{комп.}}$  для диктуючої точки (самої віддаленої від вводу);

$$- H_{\text{комп.}}^{\text{мін}} \geq 6\text{ м (висотою } < 50\text{ м);}$$

$$- H_{\text{комп.}}^{\text{мін}} \geq 8\text{ м (висотою } > 50\text{ м);}$$

$$- H_{\text{комп.}}^{\text{мін}} = H_{\text{нрм.}} \text{ (п. 8.6.).}$$

Примітка: для отримання пожежних струменів з  $Q \leq 4\text{ л/с} \rightarrow$  ПКК і рукави  $d = 50\text{ мм}$ .  $Q \geq 4\text{ л/с} \rightarrow d_{\text{ПКК}} = 65\text{ мм}$ .

6. Час роботи ПКК береться  $\tau_{\text{ПКК}} = 3\text{ год.}$  (п. 6.).

7. Вимоги до установки ПКК (за пунктами 6.12-6.16):

- висота установки 1,35 м над підлогою;
- розміщують у шкафчиках;
- отвори для провітрювання;
- опломбування та пристрій для візуального огляду без відкривання;
- спарені ПКК ( один над другим, другий на висоті 1 м від підлоги).
- кожний ПКК повинен бути обладнаний пожежним рукавом однакового з ним діаметру, довжиною  $l = 10, 15\text{ або } 20\text{ м}$  і пожежним стволом;
- у пожежних шафах виробничих, господарських і допоміжних будівель необхідно передбачати можливість розміщення 2-х ручних вогнегасників.

- ПКК встановлюються переважно при вході, на опалювальних клітинах, вестибюлях, коридорах, проходах тощо (найбільш доступних місцях).

- дозволяється встановлення спарених ПКК – за розрахункової кількості струменів  $\geq 2$ .

8. У приміщеннях, обладнаних установками автоматичного пожежогасіння, внутрішні ПКК допускається розміщувати на водяній спринклерній мережі після вузлів управління (п. 8.16. ДБН В.2.5-64:2012).

9. Два вводи і більше передбачається для:

- будівель, в яких встановлено  $> 12$  ПКК;

- житлових будівель з кількістю квартир  $> 400$ .

Кільцеві мережі повинні бути приєднані до зовнішньої кільцевої мережі  $\geq 2$  вводами (п. 10.1 ДБН В.2.5-64:2012).

10. На вводах водопроводу необхідно передбачити установку зворотних клапанів, якщо на внутрішній водопровідній мережі встановлюється декілька вводів, які мають вимірвальні пристрої, і які з'єднані між собою трубопроводами всередині будівлі.

### **Протипожежні водопроводи будівель підвищеної поверховості**

Внутрішній протипожежний водопровід будівель підвищеної поверховості має дещо іншу будову, ніж внутрішній водопровід у будівлях, що мають не більше ніж 16 поверхів. У будівлях підвищеної поверховості водопроводи влаштовуються роздільними (господарсько-питними і самостійними пожежними) і рідко об'єднаними.

Розділення мереж обумовлюється значною різницею напорів, що вимагаються для роботи пожежних кран-комплектів і господарсько-побутових пристроїв. Так, вільний напір на пожежному кран-комплекті для створення струменя з радіусом компактної частини 16 м має дорівнювати 25–30 м, тоді як у господарсько-побутових пристроях для подачі розрахункової витрати води достатньо підтримувати напір 3–4 м. Крім того призначення водопроводів будівель підвищеної поверховості також дещо інше, ніж призначення об'єднаних господарсько-пожежних водопроводів.

До будівель із підвищеною поверховістю належать будівлі 17-поверхові і більше. За такої висоти (більше 50 м) подача стволів на вищі поверхи найбільш важка, а надійна робота насосно-рукавних систем в момент пожежі не гарантується, тому що для створення струменя з радіусом компактної частини 16 м на насосах необхідно підтримувати напір 100 м і більше, тоді як рукави, що були у користуванні, витримують напір 70–90 м. Тому в таких будівлях влаштовують спеціальні протипожежні водопроводи зі своїми насосними станціями, водонапірними і гідропневмобаками, що забезпечують подачу повної розрахункової витрати води на пожежогасіння.

Для зменшення напору у внутрішніх водопровідних мережах високоповерхову будівлю розбивають на зони, у кожній із яких влаштовують самостійні мережі протипожежного і господарсько-питного водопроводу. Водопроводи, що розміщені у зонах, називають зонними. Висота зони не повинна перевищувати величини:

$$\Delta Z = H_{\text{макс.}} - H_{\text{п.к.}} - h_{\text{м}}, \quad (7.1)$$

де  $\Delta Z$  – висота зони, тобто різниця відміток між зонами;  
 $H_{\text{макс}}$  – максимальний гідродинамічний напір на відмітці нижчих пожежних кран-комплектів, величина якого у протипожежному водопроводі не повинна бути більшою, ніж 90 м;  
 $H_{\text{п.к.}}$  – необхідний вільний напір біля самого високо розташованого пожежного кран-комплекту;  
 $h_{\text{м}}$  – втрата напору в мережі.

Крім того, кількість зон повинна бути обґрунтована економічно. Із збільшенням кількості зон збільшуються будівельні затрати, але зменшується кількість енергії, що витрачається на підйом води. Тому, кількість зон повинна бути такою, щоб, по-перше, здійснювалась технічна вимога експлуатації пожежного водопроводу ( $H_{\text{макс}} = 90$  м), що забезпечує надійність подачі води, по-друге, будівельні та експлуатаційні затрати були мінімальними.

Зонне водозабезпечення здійснюється за двома основними схемами: паралельною і послідовною (рис. 7.1, 7.2). у випадку паралельної схеми вода подається в кожен зону насосами, що влаштовані в низу будівлі, за послідовної схеми вода подається із зони в зону.

Як при послідовній, так і при паралельній схемах кожна зона має свої господарські і пожежні насоси і водонапірні баки (або пневмобаки).

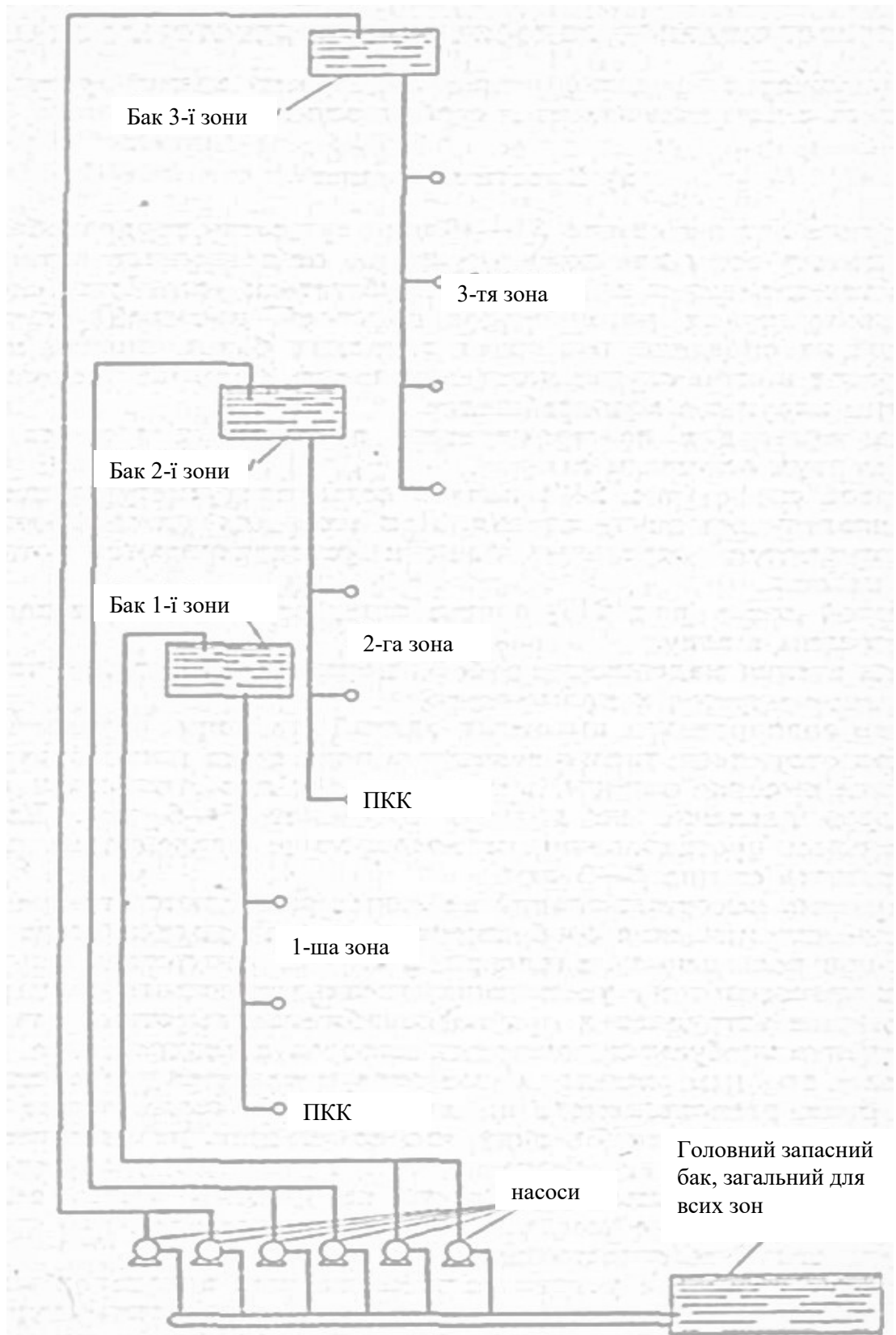
У разі зниження рівня води у водонапірному баку від реле рівня включаються господарсько-питні насоси, котрі поповнюють запас води.

Під час роботи пожежних кран-комплектів рівень води у водонапірному баку різко знижується, і тоді від реле рівня (НЗ) або струминного реле включається пожежний насос зони, у котрій виникла пожежа.

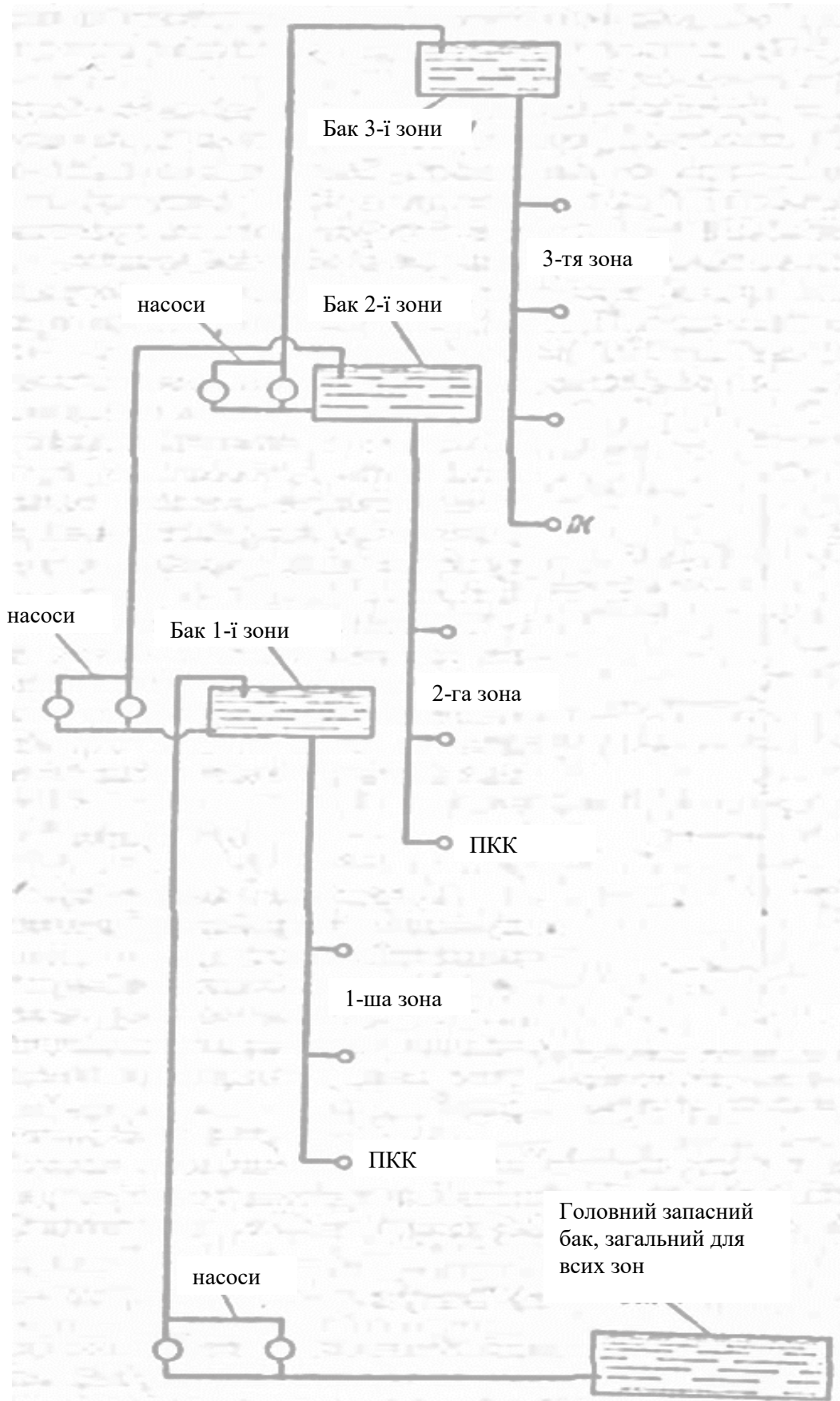
У зовнішній водопровідній мережі воду подають у внутрішню зонну систему по двох водоводах. Якщо у зовнішній водопровідній мережі недостатня витрата води, то в будівлі передбачається пристрій запасного резервуару.

У водонапірні баки вода подається господарськими насосами, а з них – до водозабірних пристроїв господарської мережі цієї зони. Крім того, водонапірний бак через спеціальний трубопровід живить мережу зонного пожежного водопроводу, тобто пожежний водопровід кожної зони знаходиться постійно під тиском водонапірного баку.





**Рис. 7.1.** Паралельна схема подачі води у зони



**Рис. 7.2.** Послідовна схема подачі води у зони

У випадку влаштування водопроводу за принципом послідовного зонування, поступова система повинна бути доповнена загальною системою, за якої вода додатковим насосом може подаватися у будь-який бак.

До переваг паралельної системи належить також зручність обслуговування насосної станції, оскільки всі насоси розташовані в одному (підвальному) приміщенні.

Кожна зона працює незалежно одна від одної. Проте паралельна система вимагає більшу кількість труб, ніж послідовна.

У разі будівництва високо поверхових будинків також використовують такі схеми:

- двохзонного внутрішнього протипожежного водопроводу;
- трьохзонного водозабезпечення 38-поверхової будівлі;
- об'єднаного водопроводу 22-поверхової будівлі;
- об'єднаного внутрішнього водопроводу для кількох висотних будівель, розміщених недалеко одна від одної;
- водозабезпечення без встановлення баків 18-поверхової будівлі.

### **Вимоги до влаштування і розрахунку протипожежних водопроводів будівель підвищеної поверховості, що направлені на забезпечення надійної роботи водопровідних систем у цілому**

1. На пожежних стояках зони встановлюється більше 12 пожежних кран-комплектів, тому влаштування тупикових мереж неприпустимо. Водопровідні мережі кожної зони повинні бути закільцьовані по вертикалі.

2. З метою концентрації пожежних струменів на пожежних стояках влаштовують спарені пожежні кран-комплекти, які обладнані рукавами діаметром 66 мм і стволами з насадками діаметром 19 мм. У тому випадку, коли в будівлях підвищеної поверховості влаштовують незадимлювальні сходові клітини, встановлювати в них пожежні кран-комплекти не рекомендується, тому що під час прокладання пожежних рукавів сходові клітини через відкриті двері можуть швидко задимлюватись.

3. На внутрішній водопровідній мережі повинні бути встановлені ремонтні засувки з таким розрахунком, щоб відключилось не більше одного пожежного стояка.

4. Пожежні насоси повинні мати автоматичне, дистанційне і ручне управління. Автоматичне виключання пожежних насосів повинно здійснюватись після використання 2-хвилинного пожежного запасу води в баках. Запас, що залишився на 8 хвилин використання води в баках, передбачається для гасіння пожежі у випадку запускання пожежних насосів вручну (у випадку виходу із ладу автоматичних пускових пристроїв).

5. Дистанційний пуск пожежних насосів здійснюється від кнопок, розташованих у пожежних кран-комплектах. Кнопки дистанційного пуску повинні бути обов'язково встановлені у верхніх пожежних кран-комплектах, якщо висота установки водонапірних баків не забезпечує створення потрібних напорів.

6. Для надійної роботи системи водопостачання пожежні насоси рекомендується приєднувати до магістрального кільця, що прокладене у приміщенні насосної станції.

7. Мережі протипожежних водопроводів кожної зони повинні мати два патрубки діаметром 77 мм, що виведені назовні і обладнані напівгайками для приєднання рукавів пожежних автомобілів.

Необхідний напір  $H_n$  для гасіння пожежі визначається для найбільш віддаленого і високо розташованого крана. Пожежні кран-комплекти, що розміщені в нижніх поверхах, будуть знаходитись під великим тиском, тому і витрата води з них буде більша, ніж із верхніх кранів. Відповідно, необхідний напір  $H_m$  для насосів і висота установки водонапірних баків повинні визначатися для кранів, що розміщені на верхніх поверхах, а подача насосів і об'єм баків – для кранів, що розміщені на нижніх поверхах будівлі. Це веде до збільшення ємності бака і, відповідно, до збільшення будівельних витрат, а також вимагає установки насосів з великою подачею, що зв'язано зі збільшенням експлуатаційних затрат.

Для того, щоб унеможливити вказані недоліки, встановлюють діафрагми біля нижніх пожежних кран-комплектів. Діафрагми збільшують опір пожежного кран-комплекту, внаслідок чого витрата води з нього зменшується. Діаметр діафрагми підбирається таким, щоб усі пожежні кран-комплекти пропускали тільки розрахункову кількість води.

Для визначення діаметра діафрагми використовують формулу Дарсі-Вейсбаха:

$$h = \zeta_0 \frac{V^2}{2g}, \text{ звідки } \zeta_0 = \frac{2gh}{V^2}, \quad (7,2)$$

де  $\zeta_0$  – коефіцієнт опору діафрагми;

$h = H_n - H_B$  – різниця напору нижнього ПКК і розрахункового напору верхнього ПКК;

$V$  – швидкість руху води в трубопроводі.

Швидкість руху води в пожежному кран-комплекті може бути визначена із рівняння нерозривності потоку:

$$V = \frac{Q_n}{\omega}, \quad (7,3)$$

де  $Q_n$  – витрата води з нижнього ПКК;

$\omega$  – площа перерізу ПКК.

Витрата води із нижнього ПКК ( $Q_n$ ) зв'язана з витратою води з верхнього ПКК співвідношенням ( $Q_B$ ):

$$\frac{Q_n}{H_n} = \frac{Q_B}{H_B}, \text{ то } Q_n = Q_B \sqrt{\frac{H_n}{H_B}} \quad (7,4)$$

Якщо відоме значення  $\zeta_0$ , за таблицею підбираємо відношення площі живого перерізу крана  $\omega$  і діафрагми  $\omega_0$ .

$\zeta_0$	226	43,8	17,5	7,8	3,75	1,8	0,8
$\frac{\omega_0}{\omega}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7

Якщо  $\frac{\omega_0}{\omega} = \frac{d_0}{d}$ , то діаметр отвору діафрагми може бути визначений за формулою:

$$d_0 = d \sqrt{\frac{\omega_0}{\omega}} \quad (7,5)$$

Діаметр отвору діафрагми може бути визначений за номограмою.

Діафрагму необхідно встановити перед півгайкою так, щоб вона була постійно під наглядом. Кількість діафрагм різних діаметрів повинна бути за можливістю найменшою (не > 3).

### §7.2. Протипожежне водопостачання театрів

Будинки театрів відносять до особливо пожежонебезпечних будівель, тому що, під час виступів у них знаходиться велика кількість людей, а пожежі, що виникають, характеризуються швидким ростом площі горіння, високою температурою, задимленням.

Особливо швидко розвиваються пожежі на сценах, де зосереджена велика кількість матеріалів що горять, а приміщення мають досить великі об'єми. Для гарантування безпечної евакуації людей з будинків театрів і успішної ліквідації пожеж, необхідно за короткий проміжок часу, подати велику кількість вогнегасячої речовини. *Тому, в театральних видовищних установах передбачають облаштування внутрішніх пожежних водопроводів, спринклерних і дренчерних установок.*

Внутрішня водопровідна мережа, як правило, влаштовується роздільною: господарсько-питна і протипожежна. Це обумовлюється тим, що міський водопровід у більшості випадків не може забезпечити подачу пожежних витрат із необхідним напором у разі максимального господарсько-питного водоспоживання.

Крім того, не завжди є можливим відібрати від міського водопроводу пожежну витрату, тому що її величина нерідко досягає 0,1 м<sup>3</sup>/с і більше 100 л/с. Тому, найчастіше внутрішні водопроводи в будинках театрів улаштовують за схемою із запасним резервуаром. При цьому ємність запасного резервуара визначається з умови роботи *пожежних кран-комплектів* протягом трьох годин і *установок пожежогашіння* протягом однієї години гасіння пожежі:

$$W_{з.р} = 10^3 (10,8Q_{п.к} + 3,6Q_{уст}), \quad (7.6)$$

де  $W_{з.р}$  – об'єм води запасного резервуара, м<sup>3</sup>;

$Q_{п.к}$  – витрата води пожежних кран-комплектів, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{уст}$  – витрата води установок пожежогашіння, м<sup>3</sup>/с.

Якщо міський водопровід може забезпечити роботу пожежних кран-комплектів спринклерних і дренчерних установок за максимального господарсько-питного водоспоживання, то внутрішній водопровід допускається влаштовувати об'єднаним. Однак, у цьому випадку незалежно від кількості пожежних кран-комплектів живлення водогінних мереж, враховуючи роботу спринклерних і дренчерних установок, повинне здійснюватися, через два вводи, що приєднані до зовнішньої кільцевої водовідної мережі. Кожний ввід розраховується на одночасний пропуск пожежної і максимальної господарсько-питної витрати.

Магістральні мережі внутрішніх водопроводів театру прокладаються кільцеві з установкою на них ремонтних засувок таким чином, щоб в момент аварії відключалося не більше двох пожежних стояків.

Ремонтні засувки (вентилі) встановлюються біля основи тих пожежних стояків, що мають три і більше пожежних кран-комплекти.

Пожежні кран-комплекти у всіх приміщеннях театру, а також у виробничих приміщеннях і резервних складах, що розташовані в окремому корпусі на ділянці будівлі театру, повинні розташовуватися таким чином, щоб кожна точка приміщень зрошувалася двома компактними струменями.

*Однак, враховуючи значну висоту сцени, допускається у кранах, розташованих на планшети сцени, підтримувати напір, необхідний для створення пожежних струменів продуктивністю не менше  $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$  кожна з висотою компактної частини, яка на 2 м перекриває колосники сцени. При цьому на планшети колосникової сцени, якщо його площа до  $500 \text{ м}^2$  повинно бути встановлено не менше трьох пожежних кран-комплектів, а якщо площа більша – не менше чотирьох пожежних кран-комплектів. На кожній робочій галереї і колосниках установлюються по два пожежні кран-комплекти, по одному з правої і лівої сторони сцени.*

Для зручності користування пожежними кранами їх доцільно встановлювати:

- біля входів на сцену;
- у коридорах;
- біля входів у робочі галереї;
- на сходових клітках, що прилягають до сцени.

Якщо існують закриті сходові клітини, що ведуть до робочих галерей – необхідно передбачати установку пожежних кран-комплектів і на них.

Для зрошення глядацького залу пожежні кран-комплекти рекомендується встановлювати біля входів:

- до партеру;
- в амфітеатрі;
- на яруси глядацького залу;

- до горищного приміщення, якщо є підвісне перекриття над глядацьким залом, що може загорітися.

Для обладнання внутрішньої протипожежної системи водопостачання застосовуються:

а) пожежні кран-комплекти діаметром 65 мм із непрогумованими рукавами довжиною 10 м і стволами з насадками діаметром 19 мм – *при установці їх на планшеті сцени;*

б) пожежні кран-комплекти діаметром 50 мм із непрогумованими рукавами довжиною 10 м і стволами з насадками діаметром 16 мм – *при установці їх на колосниках і робочих галереях;*

в) пожежні кран-комплекти діаметром 50 мм із непрогумованими рукавами довжиною 20 м і стволами з насадками діаметром 16 мм – *при установці їх у всіх інших приміщеннях.*

Сумарна розрахункова витрата води, подачу якої повинна забезпечити насосна станція, береться більшою із двох випадків роботи засобів внутрішнього пожежогасіння:

а) роботи спринклерів сцени з витратою  $Q_{сп}^{сп} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , якщо площа сцени до  $500 \text{ м}^2$  і  $Q_{сп}^{сп} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , якщо площа сцени  $500 \text{ м}^2$  і більше, роботи двох пожежних кран-комплектів на планшеті сцени із загальною витратою  $Q_{кр}^{сп}$  не менше  $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$  і двох кранів на верхніх робочих галереях із загальною витратою  $Q_{кр}^Г$  не менше  $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , а також роботи секції дренчерів порталу сцени з витратою  $Q_{др}^П$ , тобто:

$$Q_{пож} = Q_{сп}^{сп} + Q_{кр}^{сп} + Q_{кр}^Г + Q_{др}^П \quad (7.7)$$

б) роботи всіх дренчерів під колосниками сцени з витратою  $Q_{др}^К$ , і під нижнім ярусом робочих галерей з витратою  $Q_{др}^Г$  роботи двох кранів планшета сцени із загальною витратою  $Q_{кр}^{сп}$  не менше  $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$  і двох кранів на верхніх робочих галереях із загальною витратою  $Q_{кр}^Г$  не менше  $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , а також роботи секції дренчерів порталу сцени з витратою  $Q_{др}^П$ , тобто:

$$Q_{пож} = Q_{др}^К + Q_{др}^Г + Q_{кр}^{сп} + Q_{кр}^Г + Q_{др}^П \quad (7.8)$$

Насосні станції в театрах улаштовуються за схемою насосних із пневмобаками. Пожежні насоси повинні мати 100 % резерв. Запускання насосів повинне бути автоматичним і дистанційним від кнопок, що встановлені у приміщенні пожежного поста, насосної і на планшеті сцени.

Для клубів із естрадами і глядацьким залом до 300 місць пуск пожежних насосів допускається з ручним і дистанційним керуванням.

Для резервування живлення внутрішніх мереж від пожежних автомобілів напірну лінію (між насосами і розподільною гребінкою) обладнують двома виведеними назовні патрубками діаметром 77 мм.

## **Вимоги до внутрішнього протипожежного водопроводу будинків культурно-видовищних закладів, бібліотек, архівів і спортивних споруд**

1. У культурно-видовищних будівлях варто передбачати:

- у кінотеатрах і клубах із естрадами, якщо місткість глядацької зали до 700 місць, – пожежні кран-комплекти; більше 700 місць, якщо є колосники – пожежні кран-комплекти і дренчерні установки згідно з п. 10 дійсного додатка;

- у клубах зі сценами розмірами, м: 12,5x7,5; 15x7,5; 18x9 і 21x12, якщо місткість глядацької зали до 700 місць, – пожежні кран-комплекти і дренчерні установки;

- у клубах з розміром сцен 18x9, 21x12 м та місткістю глядацької зали більше 700 місць, зі сценами 18x12 і 21x15 м незалежно від місткості, а також у театрах пожежні, кран-комплекти, дренчерні і спринклерні установки;

- у демонстраційних комплексах театрів місткістю 600 місць і більше зі сценами панорамного, тристороннього і центрального типу – установки пожежогасіння.

2. У виробничих приміщеннях і резервних складах, що розташовують в окремому корпусі на ділянці будинку театру, чи при розміщенні підсобно-виробничих приміщень у будинку театру варто передбачати внутрішні пожежні кран-комплекти і спринклерні установки відповідно до вимог пунктів 13 і 10 додатка з ДБНа. При розміщенні виробничих приміщень і резервних складів в окремому корпусі поза ділянкою будинку театру спринклерні пристрої передбачаються відповідно до вимог п. 13 дійсного додатка ДБНа, а витрати води пожежними кранами визначаються відповідно до вимог ДБН В.2.5-64:2012.

3. Витрати води внутрішнього пожежогасіння з пожежних кран-комплектів варто визначати в будівлях:

- кінотеатрів і клубів із естрадами та місткістю глядацької зали до 300 місць включно – 2 струмені не менше 2,5 л/с, більше 300 місць – 2 струмені з витратою не менше 5 л/с кожна;

- клубів зі сценами і театрів незалежно від місткості – 2 струмені не менше 2,5 л/с і 2 струмені з витратою не менше 5 л/с кожна.

4. Пожежні кран-комплекти встановлюють біля входів у глядацьку залу, на сцені, естраді, біля входів на сходові клітини.

У будинках клубів зі сценами розмірами, м: 18x12, 21x12, 21x15, а також у будинках театрів додаткові пожежні кран-комплекти діаметром 65 мм зі списком 19 мм і довжиною рукава 10 м встановлюють на планшетах сцени.

Пожежні кран-комплекти діаметром 50 мм зі списком 16 мм і довжиною рукава 10 м встановлюють на колосниках і робочих галереях; те ж у всіх інших приміщеннях театрів, якщо довжина рукава – 20 м.

5. На планшетах сцени, якщо його площа до 500 м<sup>2</sup>, встановлюють 3, а за більшої площі – 4 пожежних кран-комплекти.

На кожній робочій галереї і колосниках розміщують не менше двох пожежних кран-комплекти, по одному з правої і лівої сторін сцени. Установка кранів допускається відкрито без шаф.



6. Пожежні кран-комплекти варто розташовувати так, щоб будь-яка точка приміщень зрошувалася двома струменями.

7. Внутрішня мережа пожежних кран-комплектів повинна бути кільцевою, приєднуватися двома введеннями як до зовнішньої мережі, так і до розподільчої гребінки спринклерної і дренчерної систем. Розподільчі засувки мережі встановлюють із розрахунку відключення ділянок, що мають не більше двох відгалужень. В основі стояків, що мають більше трьох пожежних кран-комплектів, встановлюють вентилі чи засувки.

8. Вільний напір перед пожежними кранами необхідно передбачати таким, щоб одержаний компактний струмінь зрошував найбільш високу частину розрахункового приміщення. Напір пожежних кран-комплектів на планшеті сцени повинен забезпечувати одержання компактних струменів висотою, що на 2 м перевищує планшети сцени до колосникового настилу.

9. Дренчери встановлюють під колосниками сцени й ар'єрсцени, під нижнім ярусом робочих галерей і нижніми перехідними містками, що з'єднують їх, у сейфі скачаних декорацій і у всіх прорізах сцени, включно з прорізами порталу, карманів і ар'єрсцени, а також частини трюму, зайнятої конструкціями збудованого устаткування сцени і підйомно-опускних пристроїв. Зрошення протипожежної завіси необхідно передбачати з боку сцени.

10. Спринклерними установками обладнують: покриття сцени й ар'єрсцени, усі робочі галереї і перехідні містки, крім нижніх, трюм (крім убудованого устаткування сцени), кишені сцени, ар'єрсцена, а також складського приміщення, комори, майстерні, приміщення станкових і об'ємних декорацій, камера пиловидалення.

11. Для розміщення дренчерних і спринклерних зрошувачів враховують наступні умови:

- площа підлоги, що захищається одним зрошувачем, визначається не більше  $9 \text{ м}^2$  при середній інтенсивності зрошення не менше  $0,1 \text{ л/с}$  на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги;

- витрата води на зрошення прорізів сцени враховується  $0,5 \text{ л/с}$  на  $1 \text{ м}$  прорізу, на зрошення порталу сцени не менше  $0,5 \text{ л/с}$  на  $1 \text{ м}$  ширини порталу при його висоті до  $1,5 \text{ м}$  і  $0,7 \text{ л/с}$  на  $1 \text{ м}$ , якщо висота більше  $5 \text{ м}$ .

Вільний напір у найбільш віддаленому і високорозташованому зрошувачі повинен бути не менше  $5 \text{ м}$  водяного стовпа.

В одному будинку діаметр вихідних отворів у всіх зрошувачів повинен бути однаковим.

12. Керування дренчерними установками необхідно проектувати:

- електричне чи гідравлічне з двох місць на планшеті сцени і з приміщення пожежної частини для секцій захисту сцени, ар'єр-сцени і сценічних прорізів;

- дистанційне, електричне, чи гідравлічне з вищезгаданих місць і автоматичне від датчиків на вузлі керування спринклерами сцени для дренчерної завіси сценічного порталу;

- дистанційне – з приміщення установки розподільчої гребінки – для секції захисту сейфа скручених декорацій.

13. Дренчери колосників сцени й ар'єрсцени, нижнього ярусу робочих галерей і з'єднуючих їх перехідних містків, поєднують в одну чи кілька секцій.

Дренчери наддверними прорізами сцени і прорізом ар'єрсцени поєднують в одну секцію. Дренчери порталу сцени і сейфа скручених декорацій виділяють у дві окремі секції.

14. Спринклери, що установлені на сцені, ар'єрсцені, у бічних кишнях, трюмі сцени, необхідно поєднувати в одну секцію з окремим керуванням.

15. Сумарна розрахункова витрата води обирається більшою із двох випадків роботи засобів внутрішнього пожежогасіння:

- спринклерів сцени (покриття сцени, усіх робочих галерей перехідних містків), одночасної дії двох пожежних кран-комплектів на планшеті сцени із загальною витратою не менше 10 л/с і двох кранів на верхніх робочих галереях із загальною витратою 5 л/с, а також роботи секції дренчерів порталу сцени;

- усіх дренчерів під колосниками сцени й ар'єрсцени, нижнім ярусом робочих галерей і з'єднуючими їхніми робочими містками, одночасної дії двох пожежних кран-комплектів на планшеті сцени загальною витратою не менше 10 л/с і двох кранів на верхніх робочих галереях з витратою 5 л/с, а також роботи секції дренчерів порталу сцени.

16. У тих випадках, коли напір у зовнішній мережі недостатній для забезпечення розрахункової роботи протипожежних пристроїв, слід встановлювати насоси, запуск яких необхідно проектувати:

- дистанційним – від кнопок біля пожежних кран-комплектів – у разі відсутності спринклерних і дренчерних пристроїв;

- автоматичним – у разі наявності спринклерних і дренчерних пристроїв, з дистанційним дублюванням (для пуску і зупинки) із приміщень пожежного поста і насосної.

17. Пожежні насосні агрегати повинні мати стовідсотковий резерв і встановлюватися в окремих опалювальних приміщеннях, що мають виходи безпосередньо назовні в сходову клітку. У будинках кінотеатрів і клубів, обладнаних тільки пожежними кранами, допускається установка насосів котельні.

18. Для приєднання рукавів пересувних пожежних насосів від напірної лінії між насосами і розподільчою гребінкою спринклерної і дренчерної установок повинні бути виведені назовні два патрубки діаметром 80 мм зі зворотними клапанами і стандартними з'єднувальними пожежними голівками.

19. Насоси господарсько-питного водопостачання необхідно встановлювати на віброізолюючих підставках і відокремлювати від внутрішньої мережі еластичними вставками.

20. У випадку, якщо потужність зовнішніх водогінних мереж недостатня для подачі розрахункової витрати води на пожежогасіння під час приєднання вводів до тупикових мереж, необхідно передбачати влаштування підземних резервуарів, ємність яких повинна забезпечувати:

- роботу розрахункової кількості внутрішніх пожежних кран-комплектів із розрахунковою витратою протягом трьох годин;

- роботу спринклерних чи дренчерних установок із розрахунковою витратою води протягом однієї години;

- витрату води на зовнішнє пожежогасіння протягом трьох годин.

21. Протипожежне водопостачання в будівлях бібліотек і архівів слід проектувати, якщо об'єм будинку  $7500 \text{ м}^3$  і більше. Норми витрати води і кількість струменів на внутрішнє пожежогасіння необхідно брати з ДБН В.2.5-64:2012.

22. У будівлях спортивного призначення інтенсивність зрошення під час використання спринклерних установок необхідно брати  $0,08 \text{ л/с}$  на  $1 \text{ м}^2$ , виходячи з розрахунку одночасного зрошення площі до  $120 \text{ м}^2$  із тривалістю роботи системи 30 хв.

### **§ 7.3. Протипожежне водопостачання виробничих будівель великої площі**

Розвиток сучасної промисловості зумовлює необхідність будівництва будинків великої площі (укрупнення та блокування), що досягає 10–20 га, а в окремих випадках і більше (прокатні цехи металургійних заводів, целюлозно-паперові комбінати, багатопрогонові ангари тощо).

Пожежні підрозділи під час гасіння пожеж у будинках великої площі стикаються зі значними труднощами, викликаними високою температурою, швидким задимленням приміщень, великою швидкістю росту площі горіння.

Для гасіння пожеж у таких будинках потрібне подавання великої кількості вогнегасної речовини.

Для цього використовуються: внутрішні пожежні кран-комплекти, автоматичні установки пожежогасіння, лафетні стволи, гідранти на зовнішній водопровідній мережі.

На внутрішній водопровідній мережі встановлюють пожежні кран-комплекти діаметром 65 мм і обладнують їх стволами з насадками діаметром 19–22 мм. Такі пожежні кран-комплекти забезпечують створення струменів з радіусом компактної частини не менше 16 м, що можуть використовуватися для гасіння розвинених пожеж.

Для виробничих будівель висотою до 50 м розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння береться з табл. 4 ДБН В.2.5-64:2012 і залежить від:

- об'єму;
- ступеня вогнестійкості;
- категорії виробництва.

У виробничих будівлях висотою більше 50 м пожежна витрата води дорівнює  $(5 \times 8) 10^{-3} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ .

Магістральна мережа проектується кільцевою, як правило, з верхнім розведенням труб, що прокладаються над виробничим приміщенням у межах технічного поверху.

Пожежні кран-комплекти встановлюються на колонах і приєднуються до магістральної мережі стояками, що проходять через перекриття.

Через значні розміри приміщень внутрішня водопровідна мережа має велику довжину. Тому з метою зменшення витрат на будівництво водопроводу в будинках великої площі нормами допускається установка пожежних кран-комплектів на спринклерній мережі після контрольних-сигнальних клапанів. Але

таке об'єднання знижує надійність роботи як спринклерної установки, так і пожежних кран-комплектів. Це відбувається з таких причин:

- під час ремонту пожежного кран-комплекту доводиться виключати спринклерну мережу, внаслідок чого деякі приміщення залишаються без захисту;
- унеможлиблюється розбивка мережі на ремонтні ділянки, тому що установка засувок на спринклерній мережі не допускається;
- внутрішні пожежні кран-комплекти встановлюються на тупику, оскільки спринклерна мережа живиться через один контрольно-сигнальний клапан.

Таким чином, це рішення невіддале і застосовувати його в практиці проектування внутрішніх пожежних водопроводів рекомендується лише у виняткових випадках.

Для автоматичного пожежогасіння в будинках великої площі найбільш часто використовуються спринклерні і дренчерні установки.

У випадку одночасної роботи спринклерних і дренчерних установок витрати води на пожежогасіння досягають великих величин. Однак спільну дію спринклерних і дренчерних установок потрібно враховувати тільки у випадку, коли це необхідно за умовами гасіння пожежі.

Найчастіше дренчерні установки використовуються для створення завіс з метою обмеження пожежонебезпечних ділянок виробництва (наприклад, внутріцехових складів паливних матеріалів) або поділу приміщень на частини, коли його площа перевищує допустиму площу протипожежного відсіку.

Витрата води на створення дренчерних завіс визначається з умови подачі  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$  на 1 м завіси.

Інші типи автоматичних установок пожежогасіння (пінні, порошкові) у будинках великої площі можуть використовуватися для захисту окремих технологічних апаратів.

У тих випадках, коли спринклерні установки малоефективні (наприклад, на підприємствах хімічної промисловості) доцільно разом із дренчерними завісами для гасіння пожежі використовувати лафетні стволи.

Лафетні стволи встановлюють з насадками діаметром 32 або 38 мм залежно від необхідної пожежної витрати і радіуса розпиленої частини струменя, враховуючи при цьому, що вони будуть працювати з тиском перед насадкою, що дорівнює  $6 \cdot 10^6 \text{ Па}$ .

Кількість стволів визначається з урахуванням зрошення кожної точки приміщення одним струменем за умови зіткнення двох струменів у найбільш віддаленій і високій точці.

Лафетні стволи в приміщеннях рекомендується розміщувати на узвишшях у «башенках», забезпечених підпором повітря.

Варто підкреслити, що вибір систем гасіння, для конкретного об'єкта повинен бути погоджений із органами держаного пожежного нагляду.

#### § 7.4. Протипожежне водопостачання складів лісових матеріалів та підприємств нафтохімічної промисловості

Спеціальні протипожежні водопроводи будують за принципом водопроводів високого тиску.

Режим роботи спеціальних водопроводів має цілий ряд особливостей порівняно з об'єднаними водопроводами.

Так, у період пожежогасіння необхідно тимчасово підвищувати тиск у спеціальних протипожежних водопроводах.

В інший час невеликий тиск підтримується за допомогою виробничих чи господарських насосів (вся система заповнена водою).

З постійним високим тиском спеціальні водопроводи влаштовують рідко (складна експлуатація). Де ж будують спеціальні водопроводи? Це:

- 1) на складах лісоматеріалів;
- 2) нафтобазах;
- 3) на підприємствах нафтохімічної та нафтопереробної промисловості.

На складах лісоматеріалів дуже швидко розповсюджується вогонь, сильно розносяться іскри конвективним потоком, що призводить до виникнення нових пожеж. Швидкість розповсюдження полум'я складає від 1 до 4 м/хв, (це залежить від вологості деревини, способу її укладання, напрямку та швидкості вітру залежно від вологості).

Інтенсивність подачі води складає 0,21 – 0,45 л/с м<sup>2</sup>.

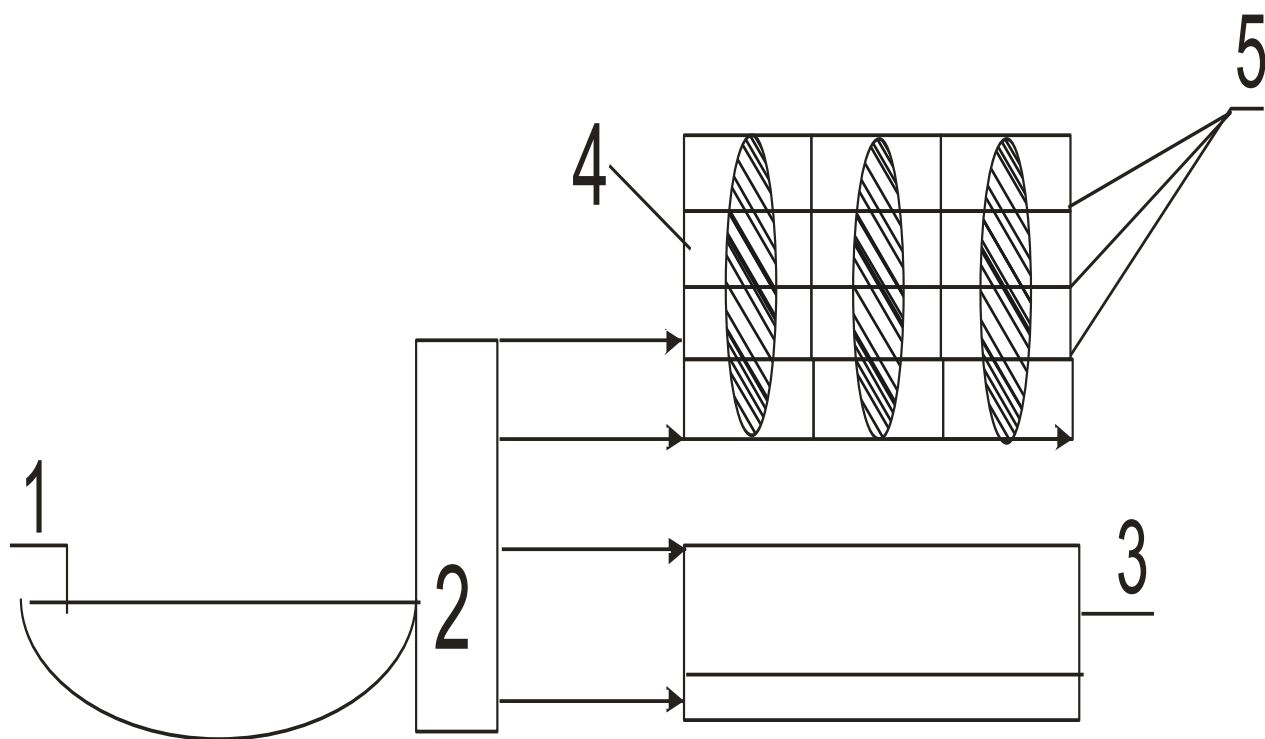
Розповсюдження пожежі проходить швидко. За 40 – 60 хв, вогнем може бути охоплений квартал (перекриваючи 10 метрові розриви між групами штабелів).

Для локалізації пожежі в межах 25 м, необхідна інтенсивність подачі води по фронту вогню 0,6 л/с на один погонний метр, а по периметру лісобіржі може бути сотні літрів за секунду.

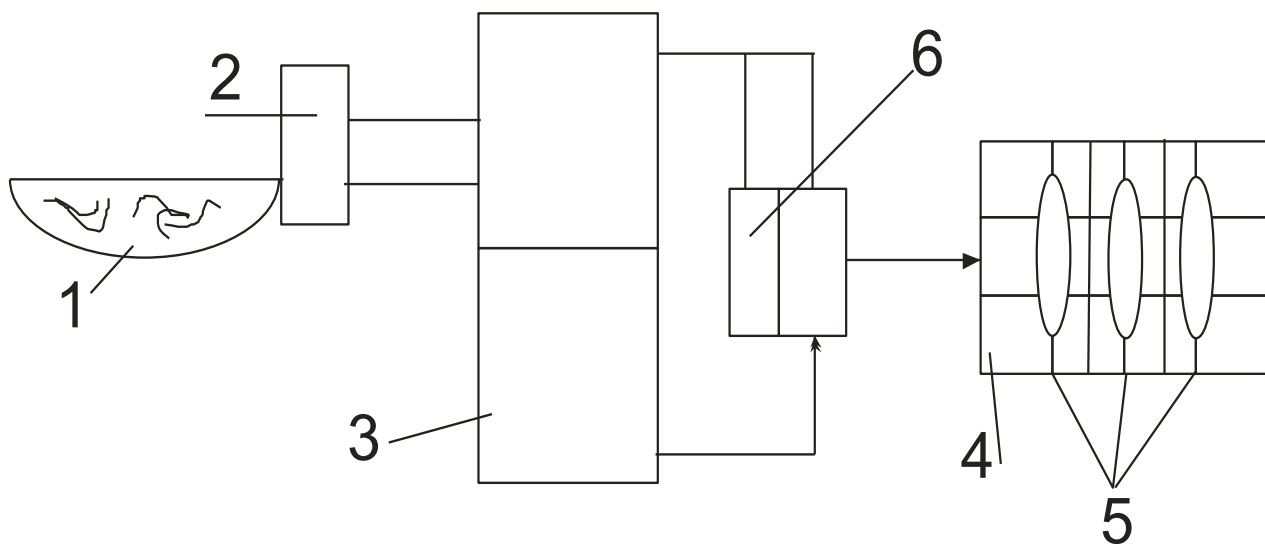
Влаштування протипожежних водопроводів на складах лісобірж регламентується будівельними нормами (СНиП 2.11.06-91 «Склади лесных материалов. Противопожарные нормы проектирования»).

У зв'язку зі зміною тиску в спеціальних водопроводах можуть виникати гідроудари та явища кавітації. Тому, до спеціальних водопроводів висуваються підвищені вимоги:

- обов'язкове кільцювання водопровідної мережі; використання зварних сталевих труб (з/б та чавунні використовують рідко – ненадійний стик);
- засувки на мережі встановлюють так, щоб одночасно відключалось не більше 2-х лафетних стволів;
- лафетні стволи розташовують так, щоб рівномірно зросити всю поверхню, що захищається;
- за вододжерело можна використати поверхневі води без попереднього очищення;
- якщо влаштовують штучні резервуари то необхідно передбачити постійне поповнення запасу води;
- пожежні насоси можна встановлювати і на НС 1 підйому і на НС 2 підйому (рис. 7.3.).



**Рис. 7.3а.** Схеми водопостачання лісобірж



**Рис. 7.3б.** Схеми водопостачання лісобірж

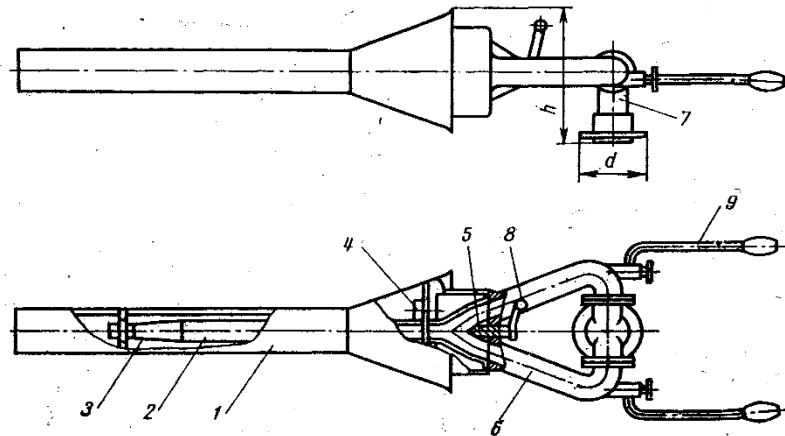
1 – вододжерело; 2 – НС I підйому; 3 – водовід комбінату; 4 – пожежний водопровід лісобірж; 5 – відводи до лафетних стволів; 6 – НС II підйому

- виробничі насоси, що підтримують тиск у протипожежному водопроводі встановлюють в НС 1-го підйому (без пожежі);
- стаціонарні лафетні стволы встановлюють на складах:
  - 1) пиломатеріалів з  $S > 9$ га;
  - 2) балансової деревини, осмолу та дров, щепок та тирси, якщо  $h$  кучі  $> 20$  м.
- насадки лафетного ствола  $d = 50$  мм;

- якщо менші площі і висоти куп на складах круглого лісу, використовують переносні лафетні стволи (їх зберігають у пожежних депо на території складу).

### Стационарні лафетні стволи, система зрошення

Широко розповсюджені лафетні стволи типу - ПЛС-20П з насадками  $d = 28, 32, 38, 42, 50, 65$  мм.



**Рис. 7.4. Ствол пожежний лафетний комбінований стационарний**  
 1 – корпус; 2 – труба; 3 – насадок; 4 – розпилювач; 5 – золотник;  
 6 – розгалуження; 7 – трійник; 8 – ручка перемикача режиму роботи; 9 – ручка управління  
 СТВОЛОМ

Шарнірне з'єднання дозволяє повертати ствол в горизонтальній площині на  $360^\circ$ , а в вертикальній –  $30-75^\circ$ .

До комплекту ствола входять:

- 1) змінний повітряно-пінний насадок;
- 2) всмоктувальний рукав (для підсмоктування піноутворювача). Замість рукава можна використовувати вставку Вентурі;
- 3) насос, паралельний водяному насосу.

Лафетні стволи на водопроводах високого тиску встановлюють на:

- відкритих площадках;
- на плоских покрівлях безпечних будівель;
- на спеціальних вишках.

Стволи, що підняті на підвищення, захищені від руйнування, також створюються кращі умови для роботи ствольщика але зменшуються напори біля стволів.

На підприємствах нафтохімічної та нафтопереробної промисловості спеціальні водопроводи влаштовують також за СНиПом 2.11.06-91.

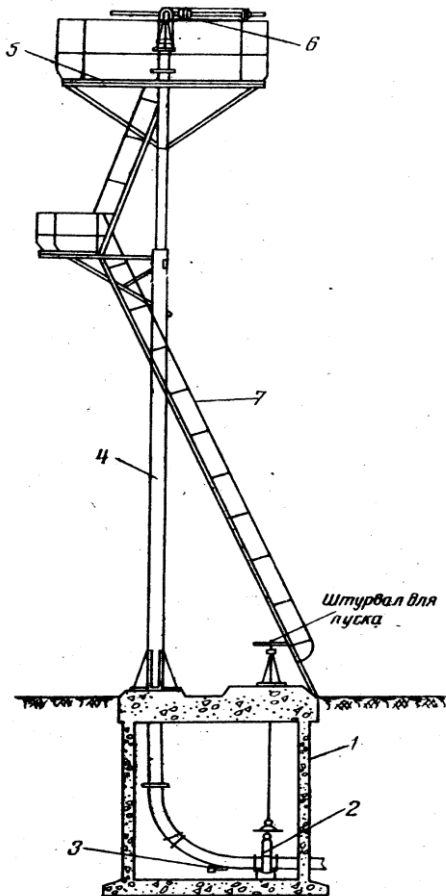
*Лафетні стволи встановлюють:*

- 1) по периметру об'єкта за умови, що кожна точка зрошується на лісоскладах двома струменями;
- 2) на зовнішніх вибухо- і пожежонебезпечних установках для захисту апаратури та обладнання з горючими газами;
- 3) на сировинних, товарних і проміжних складах;
- 4) на залізничних дорогах зливно-наливних естакад.

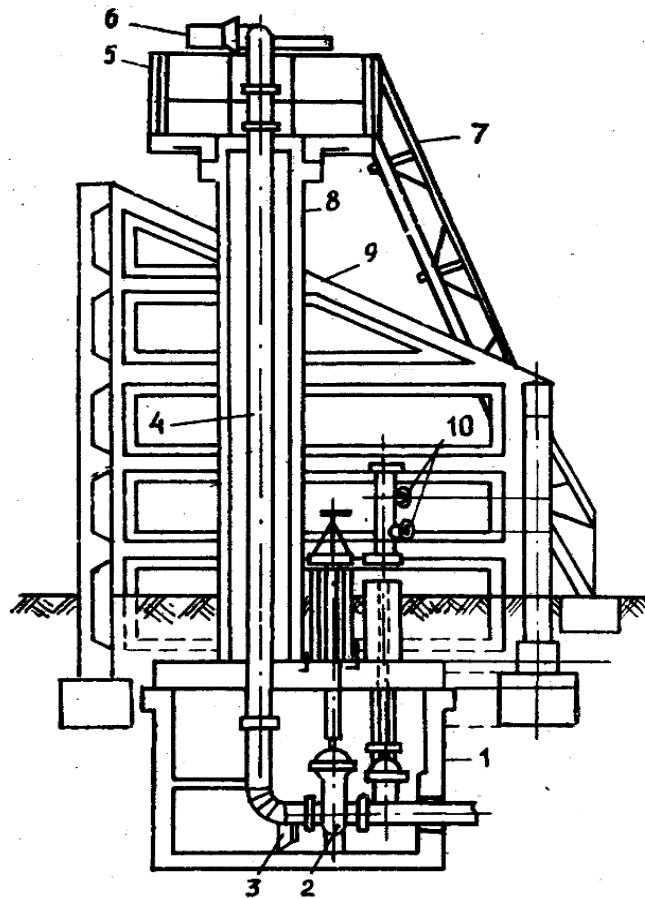
Але, на котли-утилізатори, під тиском, реактори, тобто в тій зовнішній частині установок, де є печі, що працюють при  $t \geq +450\text{ C}^0$ , – лафетні стволи не встановлюють.

Колонні апарати захищають на висоту до 30 м лафетними стволами та пересувною пожежною технікою.

Стволи встановлюють на лафетних вишках. Вишки бувають легкі металеві та зі збірного залізобетону. Вода подається по трубі до лафетного ствола (до верху вишки).



**Рис. 7.5.** Вишка для лафетного ствола



**Рис. 7.6.** Вишка для лафетного ствола із збірного залізобетону

1 – водопровідний колодязь; 2 – задвижка; 3 – кран для випуску води; 4 – стояк; 5 – площадка ствольщика; 6 – лафетний ствол; 7 – драбина; 8 – бетонна труба; 9 – огороження вишки; 10 – з'єднувальні головки для пожежних рукавів

На лафетних вишках в основі влаштовують бетонні водопровідні колодязі, в яких нижче глибини промерзання встановлюють засувку і контрольно-зливний кран на водопровідній трубі.

Штурвал управління із засувкою встановлюють на поверхні землі.

Для підйому на вишку встановлюють драбину.

На стояках вишок нафтохімічної та нафтопереробної промисловості встановлюють 2 засувки (1 – в колодязі, 2 – біля лафетного ствола). Влітку засувка в колодязі відкрита постійно.



Управління засувкою як місцеве так, і дистанційне (пускач розташований на площадці лафетного ствола).

Висота лафетних вишок 6 – 8 м для лісоскладів та 4,8; 6; 7,2 м для зовнішніх технологічних установок.

Для захисту сировинних та товарних складів з циліндричними чи шаровими резервуарами висота вишок  $h \geq 5$  м, для горизонтальних резервуарів –  $h \geq 2$  м.

Під час монтування лафетних вишок без підключення до стаціонарної водопровідної мережі встановлюють сухотруби. Приєднання їх до стволів стаціонарне. Під час пожежі приєднуються рукавні лінії від пожежних автомобілів.

Насосні станції з пожежними насосами встановлюють на відстані не менше 50 м від насосних станцій по перекачці СВГ, ЛЗР та ГР і не менше 100 м від резервуарів. Вода знаходиться в 2-х резервуарах біля НС. Діаметр насадка  $\min \geq 28$  мм. Напір біля лафетного ствола  $H_{\min} \geq 40$  м. Максимальний напір у системі водопроводів високого тиску  $H_{\max} \leq 150$  м.

Пожежні насоси інколи включають послідовно, щоб досягти розрахункового напору.

Пожежні насоси повинні включатись від кнопок, що розташовані біля лафетних стволів, та мати пускові пристрої, що діють автоматично від сигналізації із приміщення пожежної частини.

Витрату води на пожежогасіння можна визначити за нормативними даними (табл. 7.1).

Таблиця 7.1. Витрати води для гасіння пожеж на лісобіржах

Назва складу	Q, л/с
Відкриті склади пиломатеріалів при S до 9 га	65
> 9 га	130
Склади круглих лісоматеріалів: при вологому способі зберігання до 9 га	30
при сухому способі зберігання до 9 га	30
9-18 га	45
> 18 га	65
Склади балансової деревини, осмолу і дров кучового збереження:	
при висоті кучі до 14 м	60
> 14 м	> 240
склади щепи і тирси	60

Витрати води на виробничі зони  $Q = 120$  л/с для складів –  $Q = 50$  л/с. На пересувну техніку з цих же трубопроводів додаткове  $Q = 50$  л/с. під час проектування зовнішнього пожежогасіння витрату води слід брати з розрахунку двох одночасних пожеж.

*Однієї пожежі* – в районі резервуарних парків і окремо резервуарів, що стоять з нафтою, нафтопродуктами і рідким паливом із витратою води для наземних і напівпідземних резервуарів. Для підземних резервуарів, з витратою води для пожежогасіння більше 100 л/с. Розрахункову витрату води можна

подавати водопроводом високого тиску, а решту води для гасіння пожежі – пересувними пожежними насосами з водоймищ. Недоторканий протипожежний запас води для пожежогасіння підземних резервуарів необхідно визначати з розрахунку тривалості гасіння пожежі протягом 3 годин, але не більше 1000 м<sup>3</sup>. Час поповнення цього запасу води повинен бути не більше, ніж 4 доби. Запас пінопорошка необхідно визначати з урахуванням можливості використання запасу, що зберігається на суміжних підприємствах, якщо на доставку цих запасів до місця пожежі необхідно не більше 1 години. При цьому запас пінопорошка повинен складати не менше 50 % розрахункової кількості, що вимагається для пожежогасіння.

*Другої пожежі* – в районі виробничих установок і споруд, за винятком вказаних вище об'єктів із витратою не менше 80 л/с, в районі очисних споруд (нафтовловлювачі, аварійні комори, насосні станції уловлених нафтопродуктів) не менше 80 л/с, із яких 40 л/с можна отримати від водопроводу високого тиску, а інші 40 л/с – від водоймищ.

В місцях технологічних установок і резервуарних парків додатково до протипожежного водопроводу необхідно влаштовувати пожежні водоймища місткістю не менше 200 м<sup>3</sup> на відстані не більше 500 м один від одного з розривом від місця забору води з водоймищ до резервуарів не менше 40 м, а до інших споруд з виробництвами категорії А, Б і В в місцях технологічних установок – не менше 20 м і в місцях резервуарних парків – не менше 40 м. Водоймища повинні бути утепленими, мати підвідний трубопровід для поповнення водою від водопроводу і під'їзд із майданчиком 12×12 м для розвороту пожежних автомобілів. До градирень також необхідно будувати під'їзди з майданчиками 12×12 м для розвороту пожежних автомобілів і подачі води від градирень на пожежогасіння.

Пінне гасіння необхідно виконувати відповідно до вказівок з гасіння пожеж нафти і нафтопродуктів у резервуарах.

Систему парогасіння необхідно підключати до постійно діючих виробничих паропроводів. Підключення системи парогасіння до заводської паропровідної мережі проводиться через два послідовно встановлених вентиля або засувки з установкою між ними контрольної трубки з вентиляем.

Підприємства повинні мати надійний зв'язок і електричну пожежну сигналізацію, а пожежне депо повинне мати прямий телефонний зв'язок із найближчою міською або відомчою пожежною охороною і внутрішнім телефонним зв'язком із комутатором підприємства.

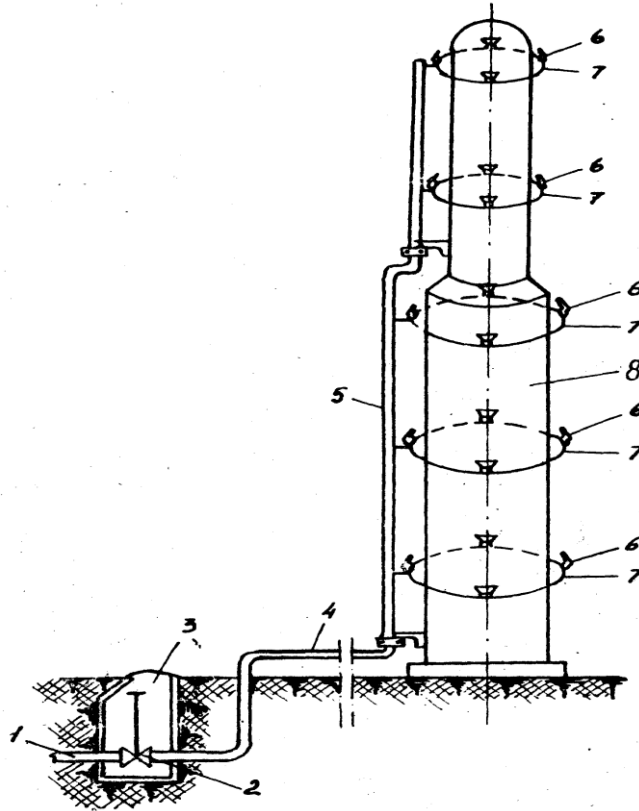
Для зрошення колонних апаратних установок витрати води на горизонтальні резервуари наведені в табл. 7.2.

Інтенсивність подачі води на охолодження поверхні обладнання:

- сферичних і циліндричних резервуарів – 0,1 л/с м<sup>2</sup>;
- апаратів колонного типу СВГ – 0,5 л/с м<sup>2</sup>;
- апаратів колонного типу ЛЗР – 0,1 л/с м<sup>2</sup>.

Якщо колонні апарати вище 30 м, то їх захищають системи зрошення.

Є стаціонарні системи зрошення колонних апаратів і резервуарів. Вода подається через трубопроводи.



**Рис. 7.7.** Принципова схема установки водяного зрошення  
 1 – водопровід; 2 – засувка; 3 – колодязь; 4 – сухотруб; 5 – стояк; 6 – зрошувач;  
 7 – кільце зрошування; 8 – колона

Таблиця 7.2. Витрати води для зрошення резервуарів

Розташування резервуарів	Об'єм одного резервуара, м <sup>3</sup>					
	25	50	110	160	175	200
В один ряд	5	5	5	5	5	5
В два ряди	6	6	6	6	6	6

Кільця зрошення встановлюють через 10 м (верхнє кільце – на рівні максимальної відмітки, отвори в один чи декілька рядів:  $S_{\text{отв}} = S_{\text{тр}}$  (площа отворів дорівнює площі поперечного перерізу подавальної труби) діаметри отворів обирають рівними 4–6 мм. Сумарні втрати напору кільця зрошення становлять  $\leq 15$ –20 м. Напір для найвіддаленішої точки становить  $H = 5$  м.

### **Протипожежні водопроводи з пінними установками пожежогасіння**

Повітряно-механічна піна підвищує ефективність пожежогасіння.

Такі установки використовують на об'єктах, де є нафтопродукти та на об'єктах із кабельним господарством (ТЕЦ, ГЕС, паперові комбінати, прядильні фабрики тощо).

У таких випадках водопровідні системи мають:

- автоматичні водоживники та насоси для зберігання і подачі піноутворювачів;

- запасні резервуари;
- піногенератори (94 % води + 6 % ПУ).

Для піногенераторів і повітряно-пінних стволів необхідний напір  $H = 60$  м.

Витрати води в резервуарному парку визначають за інтенсивністю подачі розчину на розрахункову площу. Для нафтопродуктів з температурою спалаху парів  $+28^{\circ}\text{C}$  і нижче інтенсивність подачі дорівнює  $0,08$  л/с·м<sup>2</sup>, для нафти – дорівнює  $0,05$  л/с·м<sup>2</sup>. Одночасно необхідно враховувати  $Q$  для охолодження наземних резервуарів: для того, що горить, –  $0,5$  л/с на 1 погонний метр, а для сусідніх –  $0,2$  л/с на 1 погонний метр.

Стаціонарні пінокамери підключаються до системи водопостачання через сухотруби. Вода в кільця зрошення подається з пожежних гідрантів.

Недоторканий запас води в резервуарах визначається із розрахунку одночасної подачі на 10 хв.

У випадку гасіння пожеж хімічною, повітряно-механічною піною, парою і розпиленою водою як основний показник для розрахунку цих засобів береться інтенсивність зрошення дзеркала резервуару (л/с на 1 м<sup>2</sup>) і розрахунковий час гасіння пожежі. Необхідну кількість піноутворюючих речовин слід визначати, виходячи з потрібної кількості для одного найбільшого резервуара в групі резервуарного парку, інтенсивності подачі засобів гасіння пожежі та розрахункового часу гасіння пожеж у резервуарах, який необхідно брати для:

*хімічної піни:*

- якщо високий рівень нафтопродуктів у резервуарі – 10 хв;
- якщо низький рівень нафтопродуктів у резервуарі (нижче, ніж 3 м від верхнього рівня продукту) – 25 хв;

*повітряно-механічної піни* – 5 хв;

*розпиленої води* – 1 хв.

Запас піноутворювальних засобів для хімічної піни слід брати на 25 % більше розрахункової кількості, а для повітряно-механічної піни – 6-ти кратний запас.

Якщо розриви між резервуарами в групі не відповідають нормам, то за розрахункову площу пожежі необхідно брати 30 % площі резервуарів у групі. Запас води для пожежогасіння на складах I і II категорій, нафтоналивних і нафтоперекачувальних станцій із резервуарними парками більше 6 тис. м<sup>3</sup>, а також на нафтомаслозаводах повинен забезпечуватися від протипожежних водопроводів, що відповідають нормативним вимогам.

Навкруги резервуарних парків, будівель і споруд водопровід повинен прокладатися кільцевий, а тупики завдовжки не більше 200 м допускається прокладати тільки до будівель та споруд, що стоять окремо.

Для гасіння пожеж на нафтобазах III категорії замість протипожежного водопроводу дозволяється будувати водоймища з подачею води пожежними автомобілями або мотопомпами. Об'єм пожежних водоймищ необхідно враховувати на основі 5-кратного розрахункового часу пожежогасіння найбільшого резервуару нафтопродуктів, що входить до групи резервуарного парку складу, і охолодження того, що горить і суміжних резервуарів,

струменями води протягом 6 годин для резервуарів до РВС-1000 включно, і 10 годин – для резервуарів більш РВС-1000.

Для складів III категорії з місткістю найбільшого резервуара не більше 1000 м<sup>3</sup> тривалість охолодження резервуарів допускається 3 години.

Розміщувати пожежні водоймища необхідно, враховуючи прокладки рукавних ліній завдовжки не більше 200 м. Мінімальна місткість кожного з водоймищ повинна складати не менше 100 м<sup>3</sup>. Для поповнення пожежного запасу води у водоймищах після пожежі відводиться не менше 48 годин. Якщо резервуарні парки складів знаходяться не далі 200 м від природних водоймищ (річок, озер, ставків), то у випадку влаштування під'їздів до них і пірсів для установки пожежних автомобілів і мотопомп пожежні водоймища на складах не потрібні.

Для невеликих нафтобаз (колишні нафтосклади РТС), де загальна місткість резервуарного парку з нафтопродуктами не перевищує 1500 м<sup>3</sup>, місткість пожежного водоймища повинна відповідати потребі витрати води на гасіння пожежі і охолодження резервуарів (10 л/с) тривалістю 3 години (не менше 100 м<sup>3</sup>).

Витрата води для охолодження резервуара, що горить, повинна обчислюватися з розрахунку подачі 0,5 л/с на 1 м довжини його периметра, а для охолодження резервуарів, сусідніх з тим, що горить, слід брати 0,2 л/с на 1 м довжини половини кола резервуару. Для напівпідземних резервуарів витрата води на охолодження обирається на 50 % менше розрахункового, а для підземних резервуарів вона взагалі не враховується.

У разі неможливості отримати для гасіння пожежі потрібну кількість води безпосередньо з вододжерел у системі водопостачання об'єкту повинні передбачатись запасні водоймища з постійним запасом води з умов 5-кратного розрахункового часу пожежогасіння в найбільшому резервуарі і охолодження того, що горить, і сусідніх резервуарів струменями води протягом 6 годин для резервуарів до РВС-1000 і 10 годин для резервуарів більше РВС-1000 м<sup>3</sup>. Під час розрахунків протипожежного водопостачання можна враховувати можливість використання виробничої оборотної води та інших вододжерел підприємства: враховуються також природні вододжерела, якщо є можливість забору з них води пожежними автомобілями.

Гасіння пожежі та охолодження як сусіднього, так і того, що горить, резервуарів протягом 3–8 годин.

Протипожежні водопроводи з пінними установками можуть бути різними на різних підприємствах і мати свої особливості (все враховується відповідними нормами).

### **Вимоги до зовнішньої мережі установок пожежогасіння і охолодження за БН В.2.258.1-94**

1. Витрату води на охолодження наземних вертикальних резервуарів (що підлягають охолодженню відповідно до п. 17.2.13) слід визначати на основі інтенсивності подачі за таблицею 33. Загальну витрату води на охолодження

горизонтальних наземних резервуарів місткістю більше 100 м<sup>3</sup> (того, що горить, і сусіднього з ним) необхідно брати 20 л/с.

2. Загальну витрату води на охолодження підземних резервуарів (того, що горить, і сусіднього з ним) слід брати:

10 л/с – якщо місткість найбільшого резервуара від 400 до 1000 м<sup>3</sup>,

20 л/с – якщо місткість від 1000 до 5000 м<sup>3</sup>,

30 л/с – якщо місткість від 5000 до 30000 м<sup>3</sup>,

50 л/с – якщо місткість від 30000 до 50000 м<sup>3</sup> включно.

3. Кільця зрошення, що передбачаються з перфорованого трубопроводу, повинні мати діаметр отворів не менше 3 мм. Отвори повинні розташовуватись по кільцю з направленням вниз під кутом 60° до зрошуваної поверхні і вгору – під кутом 75° (в бік покрівлі) для створення водяної завіси. Висота водяної завіси повинна складати не менше 4 м.

Таблиця 7.3. Інтенсивність подачі води на охолодження

Установки охолодження резервуарів	Інтенсивність подачі води на охолодження, л/с на метр довжини	
	периметра резервуара, який горить	половини периметра сусіднього резервуара
1. Стационарна установка для резервуарів зі стінками висотою більше 12 м (крім резервуарів з покрівлею, що плаває)	0,75	0,3/0,4
для резервуарів зі стінками висотою 12 м і менше та резервуарів з покрівлею, що плаває.	0,5	0,2
2. Пересувна установка	0,8	0,3/0,4

Примітка. Під ризикою – з урахуванням інтенсивності на створення водяної завіси для захисту дихальних клапанів.

Підвідні трубопроводи і кільця зрошення не повинні мати застійних зон.

Кільця зрошення повинні мати ухил не менше 0,0005 в бік постачальних трубопроводів. А постачальні трубопроводи повинні мати ухил в бік спускних пристроїв.

### **Зовнішні мережі установок пожежогасіння і охолодження**

1. Водопостачання установок пожежогасіння, враховуючи вимоги до часу поновлення протипожежного запасу, проектування пожежних резервуарів і водойм визначається відповідно до вимог розділу 18.1 ДБНа.

2. Мережу розчинопроводів для гасіння пожежі резервуарного парку або залізничної естакади, обладнаної зливно-наливними пристроями з двох сторін, необхідно, як правило, проектувати кільцевою з тупиковими відгалудженнями (вводами) до окремих будівель і споруд (у тому числі і до резервуарів за наявності стаціонарної установки автоматичного пожежогасіння). Прокладання розчинопроводів кільцевої мережі необхідно передбачати навколо резервуарного парку за межами зовнішнього обвалування парку і на відстані не менше 10 м від залізничних колій естакади, обладнаної зливно-наливними пристроями з двох сторін.

На розчинопроводах стаціонарних автоматичних і неавтоматичних установок пожежогасіння необхідно передбачати пожежні гідранти або стояки зі з'єднувальними головками, обладнані вентилями, для можливості дублюючого використання пересувних установок.

На залізничних зливно-наливних естакадах СНН I категорії (при маршрутному зливі-наливі на двосторонніх естакадах) рекомендується передбачати комбіновані лафетні стволи зі стаціонарним підключенням до мережі розчинопроводів. Кількість і розташування лафетних стволів визначається з умов зрошення обладнання, що захищається, одним компактним струменем. Напір біля насадки повинен бути не менше 0,4 мПа.

У разі прокладання розчинопроводів, постійно заповнених розчином піноутворювача, зовнішні розчинопроводи повинні бути забезпечені заходами щодо їхнього незамерзання або укладені на глибині не менше, ніж 0,5 м нижче глибини промерзання ґрунту.

Мережу розчинопроводів допускається проектувати сухотрубною. Можливість застосування сухотрубної системи повинна підтверджуватись розрахунками на допустиму інерційність системи і незамерзання розчину піноутворювача.

До наземних резервуарів місткістю 10000 м<sup>3</sup> і більше, а також до будівель і споруд складу, розташованих далі 200 м від кільцевої мережі розчинопроводів, слід передбачати по два тупикових відгалудження (вводи) від різних ділянок кільцевої мережі розчинопроводів для подавання кожним із них повного розрахункового витрачання на гасіння пожежі.

3. Розрахункову тривалість охолодження резервуарів (того, що горить, і сусіднього з ним) слід обирати:

- наземних вертикальних резервуарів під час гасіння пожежі стаціонарною установкою – 3 години, і пересувною – 6 годин;
- наземних горизонтальних і підземних резервуарів – 3 години.

4. Вільний напір у мережі розчинопроводів повинен забезпечувати необхідний напір біля піногенераторів, встановлених стаціонарно або приєднаних за допомогою пожежних рукавів. Напір біля піногенераторів необхідно встановлювати згідно з технічною характеристикою на ці прилади.

Вільний напір у мережі протипожежного водопроводу під час пожежі необхідно обирати:

- у випадку охолодження резервуарів стаціонарною установкою – за технічною характеристикою кільця зрошення, але не менше 10 м на рівні кільця зрошення;

- для охолодження резервуарів пересувною установкою – за технічною характеристикою пожежних стволів, але не менше 40 м.

5. Відстань між гідрантами на СНН рекомендується передбачати не більше 130 м. На залізничних естакадах у разі групового зливу – наливу з кількістю цистерн, що обробляються одночасно, понад 6, відстань між гідрантами не повинна перевищувати більше 80 м.

Обладнання резервуарів і водойм, призначених для зберігання протипожежного запасу води, а також під'їзди до них, необхідно передбачати у відповідно до ДБН В.2.5-74:2013.

### **Особливі вимоги до проектування стаціонарних установок автоматичного пінного пожежогасіння**

1. Інерційність стаціонарних УАПГ (час з моменту виникнення пожежі до надходження піни) не повинна перевищувати трьох хвилин.

2. Вода для приготування розчину піноутворювача, як правило, не повинна містити домішки нафти і нафтопродуктів.

Використання оборотної води на СНН для одержання робочих розчинів піноутворювачів слід передбачати відповідно до таблиці 34 і п. 18.1.18 цих норм.

3. Дозуючі пристрої повинні забезпечити робочу концентрацію піноутворювача у водному розчині залежно від типу піноутворювача і жорсткості води відповідно до таблиці 32.

Під час гідравлічного розрахунку необхідно враховувати вплив в'язкості піноутворювача на величину втрат (згідно з табл. 34).

Відповідність концентрації піноутворювача, що вимагається у воді, перевіряється розрахунком за формулою:

$$100 Q_n / (Q - Q_n) = X + 1, \quad (7.9)$$

де  $Q_n$  – витрата піноутворювача, л/с;

$Q$  – продуктивність установки, л/с;

$X$  – концентрація піноутворювача, що необхідна, % .

4. Як піноутворюючі пристрої для УАПГ необхідно застосовувати піногенератори типу:

- ГПСС для гасіння в резервуарах зі стаціонарною покрівлею і понтоном;

- ГПС для гасіння в резервуарах із покрівлею, що плаває;

- ГПС, ГЧС і ГЧСМ для гасіння в приміщеннях. Для одержання і вводу піни в шар горючого рекомендується застосовувати високонапірні піногенератори типу ВПГ. На пінопроводі перед піногенератором необхідно встановлювати запірно-пускову арматуру (засувку, зворотний клапан) з автоматичним і ручним керуванням.

Допускається застосування пінокамер інших конструкцій, що пройшли промислові випробування і рекомендовані до застосування.

5. На резервуарах із покрівлею, що плаває відстань по периметру резервуара між піногенераторами (пінозливами) необхідно обирати не більше 5 м. На



резервуарах інших конструкцій піногенератори пінокамери необхідно розташовувати рівномірно по периметру.

Ввід пінокамер, як правило, необхідно виконувати через бокові стінки резервуара, відповідно до чинних типових проектів. Для резервуарів місткістю 10000 м<sup>3</sup> і більше ввід пінокамер допускається через вікна в покрівлі резервуара. Ці резервуари необхідно забезпечувати заходами щодо вибухозахисту і збереження пінокамер.

6. Розрахунок необхідної кількості піногенераторів виконується залежно від загальної витрати їхньої середньої продуктивності, але не менше двох, а запас засобів – відповідно до їхньої максимальної продуктивності.

#### *Контрольні питання та завдання*

1. Особливості влаштування систем протипожежного водопостачання будівель підвищеної поверховості.
2. Як вибрати діаметр ПКК для сцени?
3. Чим обладнуються пожежні кран-комплекти в театрах?
4. За яким документом проектується система протипожежного водопостачання в театрах?
5. Де встановлюють пожежні кран-комплекти в будівлях великої площі?
6. Де встановлюють лафетні стволи?
7. Які особливості протипожежного водопостачання підприємств нафто-хімічної промисловості?

## ГЛАВА 8. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ВОДОВОДІВ ТА ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ З УРАХУВАННЯМ МОЖЛИВИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Надійність розглядається в двох аспектах – якісному і кількісному. Під час розгляду питань надійності важливим є поняття стан відмовлення, що визначає рівень якості безперебійного водопостачання і вихід його за допустиму межу.

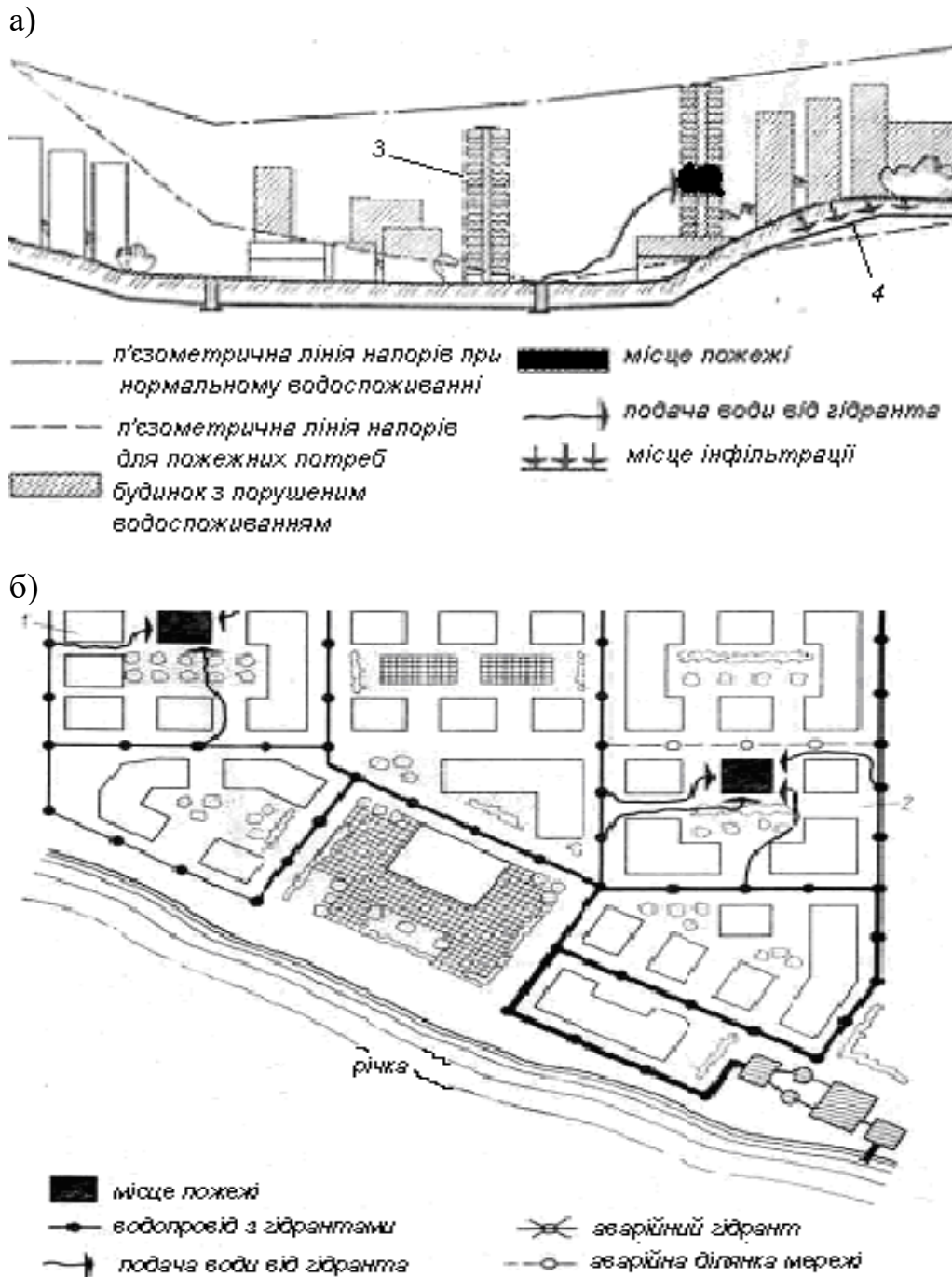
Стан відмовлення характеризує часткову чи повну втрату якості функціонування. Система водопостачання може знаходитися в стані повного чи часткового відмовлення. Повне відмовлення – відмовлення, у результаті якого система стає нездатною виконувати задані функції. Часткове відмовлення – це відмовлення елементів системи, після якого система ще здатна виконувати задані функції.

Стан відмовлення для систем водопостачання може бути сформульований як: будь-яка короткочасна перерва в подачі води для гасіння пожежі; порушення режиму водопостачання, заданого нормами витрати і напору води, подаваної для протипожежних потреб; перерва у водопостачанні хоча б одного споживача; перерва у водопостачанні частини споживачів; повне припинення водопостачання споживачів; перерви у водопостачанні на час, що перевищує регламентований для цієї групи споживачів, тощо.

У комунальних системах водопостачання відмовлення деяких елементів не приводить до втрати працездатності системи в цілому, але іноді є заздалегідь запланованим заходом (профілактичний плановий ремонт ділянок водогінної мережі, заміна насосно-силового устаткування після встановленого терміну служби тощо).

Таким чином, за критерії надійності системи береться ймовірність випадкової події, у результаті якої за встановлений термін експлуатації не відбудеться жодного відмовлення. Відмовлення, що спричиняють порушення заданого режиму водопостачання **при гасінні** пожеж (наприклад, відмовлення пожежного гідранта, руйнування ділянки водопровідної мережі тощо), можуть виникнути не тільки в результаті аварій і ушкоджень окремих елементів самої системи (внутрішні відмовлення водопостачання – рис. 8.1,(а)), але й у результаті впливу зовнішніх факторів (зовнішні відмовлення водопостачання – рис. 8.1, (б)).

Відмовленням системи водопостачання на стадії її розрахунку і проектування розглядається стан, що не може відповідати заданим вимогам, які формалізуються за допомогою критичних умов водопостачання на основі розрахункових моделей. Ймовірність відмовлення в цьому випадку є ймовірністю виходу за деякий допустимий рівень. У системі водопостачання, що працює в режимі пожежогасіння, поява незалежної події (відмовлення) характеризує ймовірність того, що фактичні параметри водоспоживання перевищують розрахунковими, обумовленими вимогами нормативів. До цих параметрів належать: витрата води для гасіння пожежі, тривалість відбору в процесі гасіння, тривалість відновлення витраченого під час пожежі непорушного запасу води, одночасне число відборів під час пожежі, графік нерівномірності водовідбору споживачів.



**Рис. 8.1.** Схема відмов водопровідної мережі

а – внутрішнє відмовлення; б – зовнішнє відмовлення; 1 – порушення подачі води у разі виходу з ладу пожежного гідранта; 2 – порушення водопостачання мешканців міста із-за зниження напору у випадку великого відбору води для гасіння пожеж; 4 – порушення санітарно-гігієнічних умов водопостачання в результаті відбору води для гасіння пожеж

Під час розгляду складного ймовірного процесу відбору води для гасіння пожеж важливо встановити оптимальну норму водопостачання споживача чи розмір ризику, що відповідає  $\varepsilon$ . Значення  $\varepsilon$  змінюється в межах довірчого інтервалу, тим більшого, ніж менш точний прогноз капітальних витрат, витрат експлуатації і відшкодування збитків від пожеж. Крім того, значення  $\varepsilon$  з часом змінюється. Стан, що характеризує порушення розрахункового водопостачання конкретного споживача, може бути представлений таким чином. Нехай система

водопостачання забезпечує споживачів водою відповідно до заданих графіків режиму споживання води по годинах доби, днях тижня, сезонах року і знаходиться в  $N$  різних станах. Безліч станів  $N$  розіб'ємо на дві підмножини. Підмножина  $N_{Ri}$  – сукупність станів, у яких споживач  $i$  має зв'язок хоча б з одним джерелом системи (система зв'язана в цьому стані), а підмножина  $N_{Qi}$  – сукупність станів, у якій таких зв'язків немає (система не зв'язана). Стану системи в точці  $i$  відповідає визначена водовіддача  $\Phi(q_{ij})$ , що характеризує в цій точці якість безперебійного водопостачання, яке залежить від пропускнуої здатності елементів системи, характеру зміни напору води у водогінній мережі і подачі вододжерела в такому стані. У деяких випадках на якість безперебійного водопостачання значно впливає процес водоживлення більш відповідальними споживачами системи, чим споживач  $i$ .

У загальному випадку характеристика якості безперебійного водопостачання має наступний вид:

$$\begin{aligned} \Phi(q_{ij}) &= 0 \text{ для } j \in N_{Qi}, \\ \Phi(q_{ij}) &< q_i(\tau) \text{ для } j \in N_{Ri}, \end{aligned} \quad (8.1)$$

де  $q_i(\tau)$  – водоспоживання в точці в  $i$ -й момент.

Для всіх водоспоживачів у початковому стані  $j = 0$  характеристика якості водопостачання  $\Phi(q_{i0}) \geq q_i(\tau)$ . Якщо не враховувати коливання водоспоживання  $q_i(\tau) = q_i = \text{const}$  (перше припущення), то стан  $k$  з  $\Phi(q_{ik}) < q_i$  вважається станом порушення нормального водоспоживання в точці  $i$  (друге припущення). Перше припущення знімається за наявності заздалегідь установлених графіків водоспоживання протягом доби, тижня і сезону. Використання графіка коливання водоспоживання за тривалістю дає можливість розглядати режим водоспоживання як стаціонарний процес. Це припущення лише трохи зменшує точність значень характеристики якості безперебійного водопостачання, тому що розрахункова модель не враховує параметри режиму мінімального водоспоживання. Тому для цього випадку справедливий вираз (8.1). Для інших станів  $0 \leq \Phi(q_{ij}) \leq \Phi(q_{i0})$  характеристика водопостачання показує, що наслідки відмовлень елементів різні. Відмовлення одних елементів може навіть не змінити водовіддачі споживачеві  $i$ , у той час як відмовлення інших елементів може цілком припинити подачу води. Утворити для кожного споживача системи ранжирований ряд станів із умов, що водовіддача системи в кожному наступному стані не буде більше попередньої, тобто  $\Phi(q_{im}) \geq \Phi(q_{i(m+1)})$  ( $m$ -стан системи відповідно споживача  $i$ ), отримаємо, що стан відмовлення  $k$  для споживача  $i$  буде  $\Phi(q_{ik}) < q_i$ , а перехід системи в стан  $l$  буде  $\Phi(q_{il}) \geq q_i$ , тобто процес відновлення відмовлення відбудеться за час  $\tau > \tau_{\text{регл}}$ . Друге припущення не є **переважаючим**, тому що можна обчислити час перебування системи в стані  $k$ , якщо вона спочатку знаходилася в будь-якому відомому стані  $j$ . Для споживачів першої і другої категорій надійності подачі води системами водопостачання відповідно до вимог ДБНа похибка подібного допущення мала, тому що короткий час перебування системи в станах  $k$  для цих споживачів. Вплив похибки відчувається при розрахунку надійності водопостачання споживачів, що допускають тривалу перерву водопостачання. Співставляючи  $N_{Ri}$  і  $N_{Qi}$  з  $N'_{Ri}$   $N$ , отримаємо один із

наступних станів  $N_{Qi} = N'_{Qi}$  і  $N_{Ri} = N'_{Ri}$  чи  $N_{Ri} > N'_{Ri}$  і  $N_{Qi} < N'_{Qi}$ , причому  $N_{Ri} - N'_{Ri} = N'_{Qi} - N_{Qi} = N$ . Це дозволяє розмежовувати стан роботи і стан відмовлення. Якщо неможливо встановити чітку межу між станами, то робочий стан  $j$  для споживача  $i$  характеризується виразом  $\Phi(q_{ij}) > q_i$ , а стан відмовлення  $l$  для споживача  $i$  –  $\Phi(q_{il}) \ll q_i$ . Разом із цим можливі стани спаду водопостачання  $k$  (система в цих станах працює зі зниженою водовіддачею, що знижує рівень якості безперебійного водозабезпечення). У системі з  $N$  різними станами перехід системи зі стану  $i$  у стан  $j$  визначається ймовірністю переходу  $P_{ij}$ , що відповідає наступним умовам:

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1 \quad (i=1,2,\dots,n),$$

$$P_{ij} \geq 0 \quad (i \neq j, j \leq N). \quad (8.2)$$

Таким чином, у комунальній системі водопостачання виникнення відмовлень навіть досить великої кількості елементів та значні відхилення експлуатаційних показників від заданих (наприклад, зниження напору у водогінній мережі, зменшення запасів води в резервуарах, аварія на окремих ділянках мережі тощо) приводять не до повного виходу її з ладу, а лише до зниження рівня якості безперебійного водопостачання.

### Шляхи забезпеченості надійності роботи систем водопостачання

Забезпечення надійності системи водопостачання, як і інших систем масового обслуговування, є однією з основних задач під час їхнього проектування. Система повинна бути запроектована і побудована так, щоб у процесі експлуатації вона виконувала свої функції із заданим ступенем безперебійності. Оскільки функцією систем водопостачання є подача споживачам води відповідно до заданого режиму споживання, то виконання цих умов відповідає працездатний стан системи. Якщо в результаті будь-яких причин знижується якість водопостачання об'єкта нижче допустимої межі, то стається відмовлення системи. Надійність систем подачі води досягається структурним резервуванням окремих елементів системи, тобто паралельним включенням декількох взаємозамінних елементів чи шляхом тимчасового резервування.

*Структурне резервування.* Прикладом нерезервованої системи подачі води є водопровід з декількох  $n$  послідовно включених елементів. Його працездатний стан забезпечується тільки за умови роботи всіх елементів, відмовлення будь-якого елемента викликає відмовлення всієї системи. Отже, надійність такої системи зменшується зі збільшенням числа елементів, і завжди менша надійності кожного її елемента.

Резервовані системи –  $m$  елементи, з яких тільки  $n$  елементів призначені для забезпечення нормального функціонування системи. Прикладом резервованих систем є системи транспортування води по двох чи декількох паралельно прокладених лініях трубопроводу. Кільцева водогінна мережа є резервованою системою. Більшість точок відбору води з'єднано з точками постачання мережі

багатьма можливими шляхами, тому аварії окремих ділянок мережі не порушують процесу водопостачання.

Необхідно зазначити, що збільшення росту водоспоживання населених пунктів у порівнянні з прогнозом водопостачання зумовлює необхідність розвитку системи водопостачання шляхом реконструкції і модернізації водопровідних споруд за рахунок збільшення числа водоводів, прокладання додаткових магістралей мережі, заміни агрегатів на насосних станціях і установок на очисних спорудах більш потужними, а іноді будівництво нових джерел і водозаборів.

*Тимчасове резервування.* Другим способом збільшення надійності є використання резервних ємностей, а також ємностей, що акумулюють запаси води, які необхідні в період ремонту елементів, що відмовили. Найбільш розповсюдженим методом тимчасового резервування є пристрій запасного резервуара в кінцевій точці водоводу. Місткість резервуара в цьому випадку повинна бути достатньою для постачання об'єкта на час ліквідації аварії водоводу.

Отже, шляхів забезпечення надійності систем водопостачання багато, і використання хоча б одного з них призведе до більш кращого функціонування системи за різних режимів роботи.

### **§8.1. Забезпечення надійності роботи водоводів та водопроводів**

Забезпечення надійності роботи водоводів, які подають воду від джерела водопостачання до споживачів є найважливішою задачею, яка включає в себе:

- безвідмовність;
- довговічність;
- ремонтнопридатність;
- **зберігаємість.**

Кожна система водопостачання може бути в стані:

- повної працездатності;
- неповної працездатності (неповна працездатність – це коли система працює в нормі допустимості, але на більш низькому рівні, ніж могла б);
- непрацездатність (повна відмова системи. Це виникає найчастіше у випадку одного джерела водопостачання).

Методом підвищення надійності водоводів є резервування.

Є 2 способи резервування:

- 1 – без перемичок;
- 2 – з перемичками.

*У разі першого способу резервування збільшують кількість паралельних ліній водоводів.*

Розрізняють три режими роботи резервних елементів.

Перший – не навантажений резерв (в режимі звичайної роботи не несуть навантажень).

Другий – навантажений резерв (резервні елементи працюють в такому ж режимі, що і основні елементи водоводів).

Третій – полегшений резерв (резервні елементи працюють в полегшеному режимі у порівнянні з основними).

Ненавантажений резерв є неекономічним і практично не застосовується.

Найбільш широко використовується навантажений резерв. В аварійній ситуації водопровід працює з повним навантаженням.

Частіше всього у водопостачанні використовуються паралельні постійні мережі, які несуть однакові навантаження. Цих мереж може бути, наприклад, п штук. Ніхто ці мережі не розділяє на основні та резервні. Є поняття кратності резервування:

$$N_0K = \frac{N_p}{N_0}, \quad (8.3)$$

де  $K$  – кратність резервування;

$N_p$  – кількість робочих ліній;

$N_0$  – кількість резервних ліній.

Надійність роботи системи залежить від числа кратності  $K$ .

Але при збільшенні кратності  $K$  збільшується і вартість всієї системи.

Під час аварії гарантується подача води:

$$Q_{\text{ав}} = 0,7Q_{\text{гр}} + Q_{\text{вир.ав}} + Q_{\text{нож}}, \quad (8.4)$$

де  $Q_{\text{гр}}$  – витрата води на господарські потреби, які можна знизити на 30 % від  $Q$  розрахункового;

$Q_{\text{вир.ав}}$  – витрати на потреби виробництва, які не нижчі за  $Q_{\text{вир.ав}}$  за графіком водоспоживання аварійного режиму роботи системи;

$Q_{\text{нож}}$  – витрати на гасіння пожежі (повні).

Під час роботи всіх водопроводів напір на насосі визначається за формулою:

$$H_i = \frac{SQ^2}{n^2} + H_a + \Delta Z, \quad (8.5)$$

де  $S$  – опір системи;

$Q$  – витрата;

$H_b$  – вільний напір на стволі;

$\Delta Z$  – висота підняття ствола;

$n$  – кількість паралельних ліній.

Необхідний напір насоса під час аварії (вихід із строю робочої лінії).

$$H_{\text{н.ав.нас.}} = \frac{SQ^2}{(n-1)^2} + H_a + \Delta Z, \quad (8.6)$$

де  $Q$  – розрахункова витрата за умови нормального режиму роботи системи;

$Q_{\text{ав}}$  – витрата під час аварійної ситуації;

$S$  – опір трубопроводу (першого водоводу або для всіх паралельних ліній  $S$  – однакове);

$N$  – кількість водоводів;

$H_b$  – вільний напір в кінці водоводу  $H \geq 10$  м (1 атм);

$\Delta Z$  – різниця відміток кінця водоводу (місце приєднання мережі міста) та осі насоса.

Визначимо кількість ліній водоводу за формулою:

$$n = 1 + Q_{av} \sqrt{\frac{S}{(H_{n.av.} - H_{e.} - \Delta Z)}} , \quad (8.7)$$

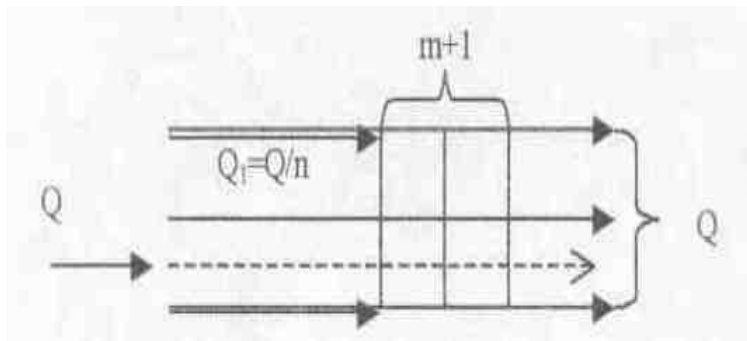
Найвигідніше обирати 2–3 паралельні лінії водоводу.

*Другий спосіб резервування – з перемичками.*

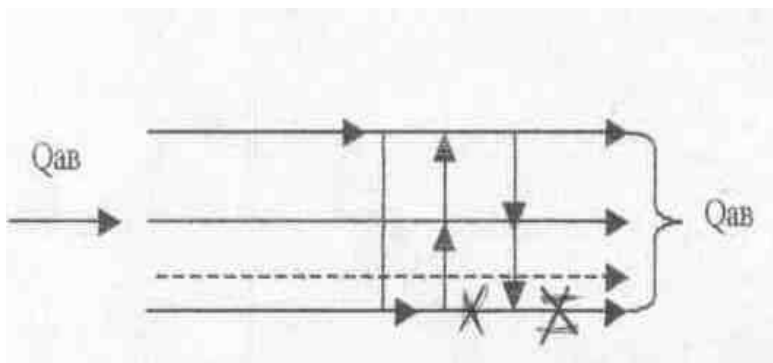
Водоводи з перемичками економічно вигідні. Їх влаштовують на водоводах, що близько розташовані між собою. Така система дозволяє відключати тільки пошкоджені ділянки.

Пропускна спроможність водоводів знижується не дуже значно, набагато менше ніж під час включання зовсім іншого водоводу.

Позначимо кількість перемичок –  $m$ , а кількість водоводів –  $n$ , для пропуску –  $Q_{av}$ .



*Робота водоводу в нормальному режимі*



*Робота водоводу в аварійному режимі*

Кількість ділянок між перемичками на кожному водопроводі  $m + 1$ . Загальна кількість ділянок  $(m + 1) n$ . Необхідний напір для всієї системи:



$$H_n = S_1(m+1)\left(\frac{Q}{n}\right)^2 + H_v + \Delta Z \quad (8.8)$$

$$H_{n.ав.} = S_1\left(\frac{Q_{ав.}}{n-1}\right)^2 + S_1m\left(\frac{Q_{ав.}}{n}\right)^2 + H_v + \Delta Z \quad (8.9)$$

Кількість перемичок визначаємо за формулою (8.10):

$$m = \left[ (2n-1)S\left(\frac{Q_{ав.}}{n}\right)(n-1)^2\left(H_{n.ав.} - H_v - \Delta Z - \frac{SQ^2_{ав.}}{n^2}\right) \right] - 1 \quad (8.10)$$

Для включення будь-якої ділянки необхідно встановити по дві засувки (в кінці та на початку). На 1 вузлі – 3 засувки, тобто на першій перемичці 6 засувок. Це дозволяє вчасно перекрити будь-яку ділянку водоводу.

Якщо водовід прокладено в одну лінію, то необхідно передбачити запас води на гасіння пожежі. Час ліквідації пожежі за умови витрати  $q = 25$  л/с – 2–3 години. Якщо вогнестійкість будівлі низька, то  $q \geq 25$  л/с, а час гасіння пожежі – 6 годин. Для будівель I та II категорії вогнестійкості та категорії Г і Д час гасіння пожежі – 2 години, за витрати  $q \leq 25$  л/с, а при  $q > 25$  л/с – 4 години (ДБН В.2.5-74:2012).

На напірних водоводах довжини ділянок без перемичок обирають:

1 = 5 км, якщо  $n \geq 2$  ( $n$  – кількість ліній водоводу);

1 = 3 км, якщо  $n = 1$  (п. 12.10 ДБН В.2.5-74:2013).

Коли є перемички, то довжина ділянки дорівнює відстані між перемичками.

Найкращим варіантом є побудова кільцевої мережі. Тоді проводиться розбивка мережі на ремонтні ділянки.

У разі відключення будь-якої ділянки не повинно відключатись більше п'яти гідрантів (не переривається подача води на підприємства, де за технічним процесом не допускається перерва в подачі води).

За п. 12.16 ДБН В.2.5-74:2013 гідранти розташовують на відстані не далі 2,5 метра від краю проїжджої частини дороги ( $l \leq 2,5$  м) та не ближче 5 м ( $l \geq 5$  м) від стінки будівлі. Інколи можна розташовувати пожежні гідранти на проїжджій частині дороги (але установка гідрантів на відводах від лінії водоводу не допускається).

Розташування пожежних гідрантів на водопровідній мережі повинне забезпечити пожежогасіння будь-якої будівлі, споруди чи якої-небудь її частини не менш ніж від двох гідрантів, якщо  $q_{пож} \geq 15$  л/с, і від одного, якщо  $q_{пож} \leq 15$  л/с (п. 12.16 ДБН В.2.5-74:2013).

Відстань між гідрантами  $L < 150$  м (або за розрахунком) на водопроводах низького тиску. Для водопроводів високого тиску  $L = 120$  м. На лініях  $d \leq 800$  мм гідранти не встановлюють (великі опори системи), їх встановлюють на супутніх лініях (п. 12.7 ДБН В.2.5-74:2013).

Якщо проїзди шириною  $b = 20$  м, то можна прокладати по дві лінії (дублюючі), що виключає пересікання проїзду водопровідними лініями. У випадку широких проїздів ( $b \geq 20$  м) лінії водопроводу прокладають з двох сторін вулиці (п. 12.7).

Водопровід, об'єднаний з протипожежним, проектують  $d \geq 100$  мм, а час ліквідації пожежі – 6 годин. Для підвищення надійності роботи мережі встановлюють запірну, регулюючу, водорозбірну, захисну та водомірну арматуру.

*Вимоги ДБН В.2.5-74:2013 до водопроводів у сейсмічних районах.*

1. Згідно ДБН В.2.5-74:2013 в районах, де є сейсміка 7–9 балів, передбачається два джерела водопостачання. (п.18.1.1.2).

2. У разі одного вододжерела  $Q_{\text{пож}}$  збільшують у два рази,  $Q_{\text{гп}}$  – запас збільшують на 8–12 год,  $Q_{\text{в}}$  – за аварійним графіком.

3. Водонапірні башти заміняють на резервуари.

4. Роздільні системи об'єднують.

5. Кількість можливих пожеж збільшують на одну.

6. В з'єднаннях використовують гнучкі елементи.

*На ґрунтах, що просідають*

1. Проводиться ущільнення ґрунтів на 30–40 см під трубопроводи.

2. Можливе попереднє замочування ґрунтів, а потім на утрамбованій подушці прокласти труби.

3. На ґрунтах, що просідають не можна будувати закриті резервуари  $W \geq 600 \text{ м}^3$ .

4. Все обладнання встановлюють на окремих фундаментах і не зв'язують з конструкцією.

5. Всі трубопроводи і споруди повинні вільно зміщуватись і повертатись один відносно одного.

6. Арматура використовується стальна.

7. З'єднання трубопроводів еластичні.

## § 8.2. Забезпечення надійної роботи насосних станцій

Надійність роботи насосних станцій залежить від надійності роботи основних елементів – насосів, запірно-регулюючої арматури, електро-обладнання, трубопроводів тощо.

Підвищується надійність насосних станцій методом резервування.

Розрізняють методи:

- структурний;
- навантажувальний;
- функціональний;
- часовий.

Структурний метод має три види:

1. Навантажений.
2. Не навантажений.

## 3. Полегшений.

Цей метод передбачає використання на станціях надлишкових елементів.

Навантажувальний метод – це використання властивостей насосів та інших елементів станції збільшувати подачу у випадку підключення деяких інших (резервні елементи працюють так само, як і основні).

Функціональний метод – це взаємозамінність обладнання різного призначення. Дублювання насосами дій один одного.

Часовий метод регулювання – це використання резерву за терміном роботи упродовж доби. Цей метод використовується у системах з регулювальними ємностями.

Кратність резерву слід обґрунтувати техніко-економічними розрахунками:

$$m = \frac{k - n}{n}, \quad (8.11)$$

де  $k$  – кількість однотипних елементів (наприклад насосів);

$n$  – загальна кількість всіх елементів станції.

Згідно з ДБН В.2.5-74:2013 надійності насосних станцій можна досягти такими способами:

1. Установка резервних насосів (за п. 11.2 табл.35 ДБН В.2.5-74:2013).

2. Протипожежні насоси необхідно підключати до двох електроджерел. Якщо джерело електроенергії одне, то запасні насоси – з двигуном внутрішнього згорання.

3. На насосних станціях влаштовують 2 всмоктувальні лінії, і кожна розраховується на  $Q$  повне для I та II категорії надійності 70 %,  $Q_{п}$  – для III категорії надійності. Одна всмоктувальна лінія допускається для III категорії надійності у випадку одного робочого протипожежного насоса. Також передбачається і 2 напірні лінії.

4. Пожежні насоси на НС I та II категорії повинні мати самостійні всмоктувальні лінії.

5. Трубопроводи в НС – із сталевих труб.

6. Діаметри труб вибирають за критичними швидкостями.

	Всмоктувальні	Напірні
D до 250 мм	$v = 0,7-1$ м/с	1-1,5 м/с
300-800 мм	1-1,5 м/с	1,2-2,0 м/с
> 800 мм	1,5-2 м/с	1,8-3,0 м/с

7. Напірна лінія повинна мати зворотні клапани між насосами і запірною арматурою.

8. Запірна арматура повинна дозволити провести ремонти при пропусканні витрат:

$Q_{\text{пож}}$  – повністю;

$Q_{\text{гп}}$  – 70 %  $Q_{\text{роз}}$ ;

$Q_{\text{вир}}$  – за аварійним графіком роботи.

9. Корпус насосу повинен бути під заливом. Там, де насоси встановлені не під залив – використовують вакууметричні насоси.

10. В НС обов'язково будують протипожежні водопроводи.

11. Використання напірно-регулюючих ємностей, ВБ, гідроколон підвищує надійність систем.

### § 8.3. Захист населених пунктів від затоплень та підтоплень

Річкові потоки дуже часто завдають великих збитків народному господарству шляхом затоплень і підтоплень під час повеней (обвалюються береги рік, блукають річкові русла, заносяться мулом, піском і камінням культурні землі).

*Повінь – це природне явище, яке викликає тимчасове затоплення водою значної частини суші.*

Зазвичай повінь вдається прогнозувати, тобто попередньо визначати час початку, масштаби і тривалість.

Повені, що пов'язані з вітровими потоками на побережжях та в гирлах рік, зі зливами та затяжними дощами, бурхливим таненням снігу, можуть стати причиною виникнення зсувів, обвалів, селів, викликати прориви дамб та гребель. У цих випадках зростання підйому води йде з катастрофічною швидкістю.

За даними ООН, за останні 10 років у всьому світі від повеней так чи інакше постраждало більше 250 мільйонів чоловік. За повторністю площ розповсюдження і за сумарними середньорічними матеріальними збитками повені займають перше місце серед стихійних лих. За кількістю людських жертв та за завданими матеріальними збитками повені поступаються тільки землетрусам.

Залежно від причин, що викликали повінь, їх умовно розділяють на три групи:

- повені, обумовлені випаданням рясних опадів, інтенсивним таненням снігу (льодовиків), поєднанням паводкових вод з льодоходом із створенням заторів (загромадження русла ріки льодом) та зажорів (накопичення внутрішньоводного і донного льоду, які створюють затори), а також перекриття русла ріки в результаті сходження снігових лавин, селів, великих зсувів, проривів гребель та інших гідроспоруд;

- повені, що виникають під дією нагонних хвиль;

- повені (цунамі), що є результатом підводних землетрусів, рідше – виверження підводних та острівних вулканів.

*Вражаючі дії повеней:*

- затоплення водою промислових та сільськогосподарських об'єктів, полів з вирощеним урожаєм;

- руйнування промислових, адміністративних, соціально-побутових та інших будівель і споруд;

- ушкодження і псування обладнання підприємств, руйнування житлового фонду, а також гідротехнічних споруд, транзитних і місцевих енергосистем, зв'язку та інших комунікацій.

Під час середніх та великих повеней у перші ж години порушується зв'язок. Паралізується судноплавство, великі льодини виривають з корінням дерева, зносять огорожі, мостові переходи, перевертають транспортні засоби. В течії річки пливають фундаменти зруйнованих будівель, споруд, колоди, дерева і застрягають в обвалених прольотах мостів, які створюють додаткові затори, а також серйозні перешкоди і загрозу безпеці рятувальників і постраждалих під час ведення пошуково-рятувальних робіт на воді.

У захисних дамбах і греблях в результаті тривалої дії води можуть створюватись проломи, що ведуть до руйнування ГТС та виникнення зон катастрофічного затоплення.

*Вражаючі фактори під час повені:*

- великі маси води;
- великі маси льоду;
- фрагменти зруйнованих будівель і споруд;
- великі маси з уламками гірських порід;
- електричний струм після обриву проводів ЛЕП;
- пожежі, що виникають у разі замкнення електропроводів, силових кабелів.

*Основні травми та ушкодження:*

- забиття, переломи, порізи тощо;
- переохолодження;
- утоплення;
- електроураження.

Тривалість повеней може складати від декількох годин до декількох тижнів.

Не змінюючи стік річок, можна за допомогою регуляційних чи виправних споруд регулювати русла рік. Під загальним регулюванням русла річки розуміють приведення його до такого стану, коли на всій довжині річки буде досягнута відповідність між розмиваючою силою потоку і опором ґрунтів русла розмиву, наносотранспортуючою здатністю русла і фактичним надходженням в нього наносів із водозбірного басейну.

Боротьба з місцевими розмивами берегів і дна за допомогою постійних споруд ведеться двома методами:

- 1) зменшення розмивальної сили потоку шляхом відхилення струменя від зони розмиву;
- 2) підвищення опору русла в зоні розмиву.

Регуляційні способи захисту наступні:

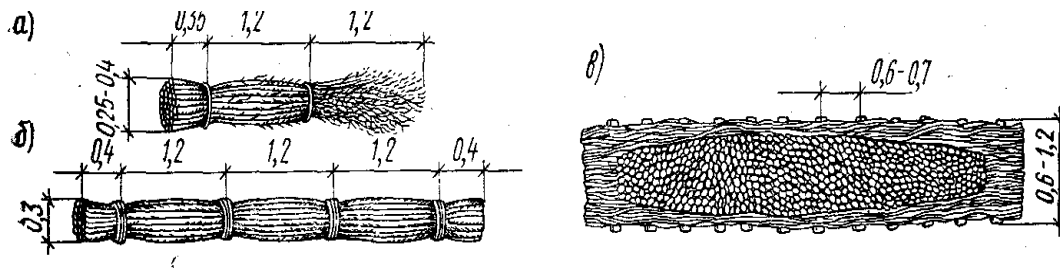
- 1) обвалування, тобто огороження земель, що затоплюються, земляними дамбами;
- 2) влаштування обвідних чи розвантажувальних русел (каналів), завдяки яким витрати води, а відповідно, і рівні води в головному руслі, знижуються до безпечних відміток;
- 3) підсипка і підвищення територій, що підлягають затопленню.

Найбільш розповсюдженим є метод обвалування. Іноді його комбінують з іншими методами.

### § 8.3.1. Місцеві матеріали та споруди для захисту русел від розмивів

Під час танення снігу або під час затяжних злив різко підвищуються рівні води у ріках та водоймах, внаслідок чого вони виходять з берегів, підтоплюють прилеглі землі та руйнують дамби і греблі. Під час ремонту необхідно проводити регулювання русел рік.

Регуляційні споруди мають значну довжину і вимагають великої кількості матеріалів. Тому їх зводять з найбільш дешевих місцевих матеріалів. Для регуляційних робіт застосовують такі матеріали: 1) камінь, скачаний або рваний усіх порід, за винятком досить пористих вапняків, слабких піщаників, що легко руйнуються у воді і під дією морозу. Для зовнішніх частин накидань або одягів необхідний камінь у перерізі не менше 25–30 см (30–50 кг) щоб уникнути віднесення його льодоходом; 2) щебінь, галька і гравій тих же порід, що і камінь; 3) пісок, піщано-глинисті, глинисті ґрунти, що йдуть у внутрішні частини споруд; 4) дерево, що застосовується у виді лапника (ялинові гілки), лозин, хмизу, дерев, кілків, дощок, обаполів, паль. Хмиз використовують переважно вербових порід, свіжозрубаний, краще осіннього рубання, товщиною до 4 см і довжиною 1,5–2,5 м; 5) рослинні матеріали: трави, що висіваються, дерен, мох, очерет тощо; 6) метал, у вигляді оцинкованого дроту діаметром 2–5 мм, тросу, цвяхів, болтів, анкерів, скоб.



**Рис. 8.2. Фашина:**

*a* – однокомельна; *б* – двокомельна; *в* – важка (навантажена каменем)

#### *Складні матеріали і елементи регуляційних споруд*

*Фашини* (рис. 8.2. *a*, *б*, *в*) – це пучки хмизу, перев'язані тонким свіжозрубаним хмизом та лозиною, що служать матеріалом для зв'язування, або м'яким дротом діаметром 2-3 мм. Слід зазначити, що виготовлення фашин пов'язане з великими затратами ручної праці і практично не піддається механізації. З цієї причини подібні складні матеріали зараз застосовують усе рідше. Однак, під час проведення обмежених за обсягом регуляційних робіт можуть використовуватися різні складні матеріали, що наведені нижче.

*Карабури* – видозміна важких фашин. Використовують їх на ріках Середньої Азії, карабури роблять із шару хмизу і соломи або очерету, привантаженого галькою, каменем або землею, згорнутого у вигляді рулону і перев'язаного дротом.

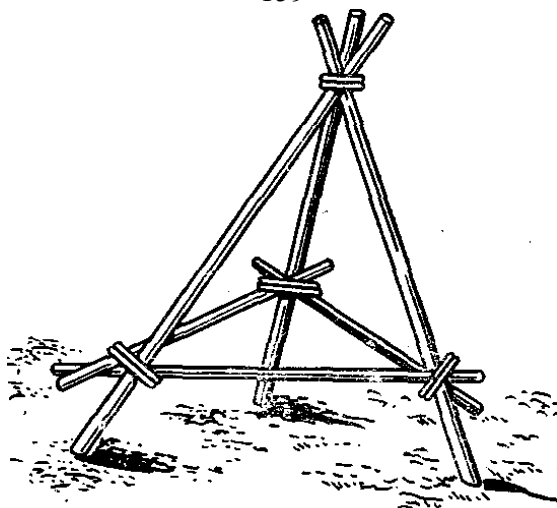


Рис. 8.3. Сипаї

*Мати хмизові і фашинні.* Хмизові мати в'яжуть із шарів хмизу, спрямованих перпендикулярно один до одного, хмиз скріплюють зверху і знизу сітками з прутяних канатів (товщиною 10–13 мм) за допомогою мотузок, що проходять крізь мат. Товщина хворостяних матів: 0,45–0,8 м. Фашинні мати відрізняються від хмизових тим, що замість шарів хмизу укладають шари фашин товщиною 0,7–1,5 м і більше залежно від числа шарів фашин (мінімально двох). Розміри мату в плані залежать від потреби, досягаючи іноді декількох десятків метрів. Для опускання матів у воду їх привантажують каменем, щебенем або лантухами з землею (приблизно 0,1 м<sup>3</sup> каменю на 1 м<sup>3</sup> мату).

*Хмизові покривала* або мати – це різні плетива з одного-двох рядів хмизу. Під час перевезення їх скачують у рулони.

*Прутяні кошики* (на Кавказі «тури») із вербових лозин мають форму циліндрів, тригранних призм або паралелепіпедів, кошики заповнюють каменем і в такому вигляді опускають у воду.

*Сипаї* (застосовують у Середній Азії), тобто триноги і *чарпаї* – чотириногі козли, які завантажуються каменем і хмизом, перекриваються іноді з однієї зі сторін плетеними щитами. Під дією завантаження і розмиву ґрунту козлові ноги занурюються в ґрунт дна (рис.8.3.), цим забезпечується велика стійкість сипайної споруди.

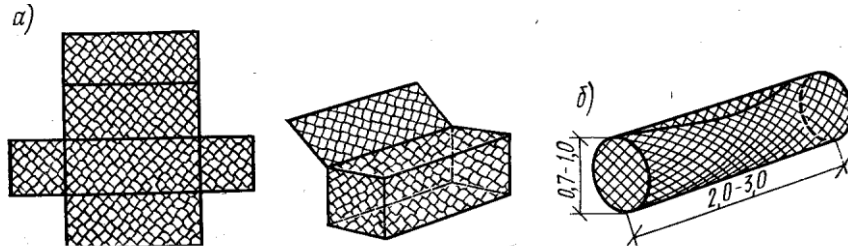
*Дротяні сітки і сітчасті конструкції* застосовують для різних покриттів, загороджень і утворення сітчастих споруд. Сітки плетуть з оцинкованого дроту діаметром 2–4 мм з чарунками розміром 10–17 мм, частіше 60–120 мм, у залежності від фракції каменю, що завантажується в них (звичайно галька), або ґрунту, що покривається ними. Останнім часом для затримки великих наносів, затонулих колод і та ін. на ріках, а також у боротьбі із селями, почали застосовуватися високоміцні сітки зі сталевих тросів.

*Габіони* – це ящики-паралелепіпеди (висотою 1 м, шириною 1–1,5 м, довжиною 3–5 м) із сітчастих стінок (мал. 8.4.), що збираються з окремих частин на місці будівництва і заповнюються галькою та каменем. Габіонні мати відрізняються від габіонів тим, що мають невелику висоту (0,4–0,5 м) при

розмірах у плані 2х3–3х4 м. Сітчасті циліндри і мішки навантажують каменем на риштуванні, а потім скидають у воду.

#### Основні вимоги до регуляційних споруд

Конструкції регуляційних споруд повинні мати достатній опір розмивові і руйнуванню водою, льодом, ударами великих наносів, бути стійкими проти зрушення



**Рис. 8.4.** Сітчасті конструкції:

а) габіон в розгорнутому та зібраному вигляді; б) циліндр

або перекидання під напором води і мати гнучкість, що дозволяє їм пристосовуватися до різних деформацій основи (пливти за ними) без порушення міцності споруд, і здатністю виконувати задані їм функції. З виробничої сторони конструкції повинні легко зводитися і ремонтуватися. Опір розмивові характеризується або стягуючою силою, що допускається,  $P = r q h l$ , або допустимою швидкістю течії,  $V'$ . Гнучкість конструкцій забезпечується укладанням матеріалу в споруди окремими блоками (камені, габіони, фашини, мати) так, що конструкція легко деформується у випадку підмиву основи і заповнює собою вимивини, що утворилися. Облаштування монолітних споруд у подібних умовах недоцільно і навіть шкідливо, тому що вони під час деформаціях русла розламуються на окремі брили і перестають виконувати свою роль, створюючи нові причини для погіршення стану русла.

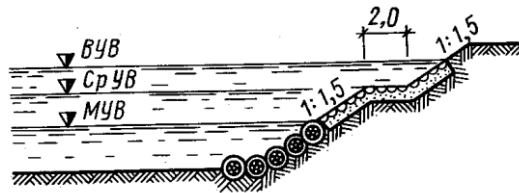
### § 8.3.2. Конструкції берегоукріплюючих одягів із місцевих матеріалів

У зоні вище граничного рівня води в річці (яка покривається водою тільки в паводки) найпростішим кріпленням може бути посів трав ( $P = 10$  Па); сорти трав підбираються за місцевими кліматичними і ґрунтовими умовами. На піщаних берегах попередньо відсипається шар (у 12–15 см) рослинної землі.

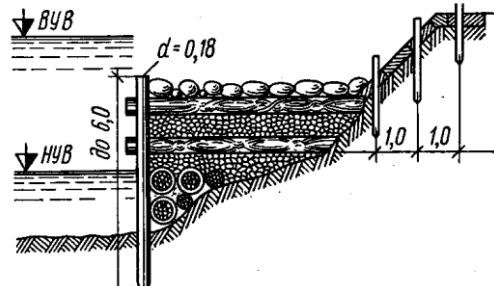
Більш міцним є покриття берегового укосу дерном ( $P = 10–20$  Па), плитки якого укладаються і «пришиваються» колами або металевими сітками за умови швидкості течії  $V = 0,8–1,1$  м/с або «у стінку» за швидкості  $V = 1,7–2$  м/с.

На пологих піщаних берегах застосовують висадку свіжозрубаної верби (верболіз) рядами, борознами або гніздами. Опір їх розмивові характеризується величиною  $P = 20–30$  Па спочатку, а після до 50 Па. Замість висадки верби можна застосовувати хмизову вистилку – шар хмизу товщиною 15–20 см, «пришитий» до берега прутяними канатами і кілками, і витримує швидкості руху води  $V = 1,5–1,9$  м/с, це кріплення довговічне після проростання.





**Рис. 8.5.** Фашинне кріплення берега



**Рис. 8.6.** Фашино-кам'яне

Більш міцним, але в той же час простим кріпленням є вертикальні тини, які косо спрямовані до течії рівнобіжними або пересічними (у клітину) рядами, що, проростаючи, витримують  $P = 50$  Па, а у разі заповнення кліток галькою або каменем до 100–120 Па і більше (рис. 8.5). Розміри кліток: 0,7–2 м, укіс – не крутіше 1:1–1:1,5; під гальку або кам'яне заповнення кліток товщиною 0,2–0,4 м підстиляється шар моху, соломи, хмизу, торфу або підсипається шар щебеню і гравію. Рослинні кріплення застосовують там, де на місці є необхідні матеріали.

*Кам'яне мощення* одинарне ( $P = 80$ –160 Па,  $V = 2$ –3 м/с) або подвійне ( $P$  до 240 Па,  $V = 3$ –4 м/с) застосовують для кріплення як надводних, так і підводних частин берегів (якщо вони звільняються тимчасово від води).

*Фашинні кріплення* підводних частин берега виконують у вигляді фашинних матів, пригружених каменем або лантухами з землею. Можливі і комбіновані кріплення з матів і фашиної кладки (при глибинах більше 1,5 м), з матів і важких фашин тощо (рис. 8.6). Фашинні кріплення застосовують на рівнинних ріках з  $P = 30$ –70 Па і  $V$  до 3 м/с.

У випадку великих швидкостей течії на гірських ріках використовують більш важкі *хмизово-кам'яні кріплення* – це кладка з перемежованих горизонтальних рядів каменю і хмизових шарів (у Середній Азії шарів очерету) або каменю і фашин, обгороджені або поздовжніми тинами на палях, або пальовими рядами. Опір цих кріплень характеризується величиною тиску  $P$  до 80 Па.

*Кам'яні підводні берегові кріплення* роблять у вигляді накидання каменю (укіс не крутіше 1:1) безпосередньо на ґрунт дна або на попередньо укладений мат, що захищає кріплення від підмиву (рис. 8.7).

У разі недостатньо великого каменю внутрішню частину конструкції відсипають із дрібного каменю або зі щебеню і гравію під захистом зовнішніх кам'яних призм, які відсипають поступово. Дрібний ґрунт, що відсипається, доцільно прикривати важкими фашинами для кращого захисту від вимивання його водою.

Покриття габіонних матів в основі має упор з габіонів або ж матів та продовжується у пологій частині дна ( $P = 80\text{--}160$  Па,  $V = 5$  м/с). Більш надійне ( $P=160\text{--}200$  Па) кріплення роблять з габіонів, що утворюють стінку, пазуха між якою й укосом берега заповнюється наносами, що відкладаються поступово самим потоком під час паводка, або ґрунтом штучним шляхом (рис. 8.8).

Гнучкі залізобетонні покриття в останні роки широко використовують для захисту берегів. Вони мають різні конструктивні виконання і застосовуються у разі швидкості течії до 2,5–5 м/с, а в окремих випадках до 7 м/с.

Гнучкі залізобетонні трати збирають на місці з окремих гнучких герлянд способом плетива (рис. 8.9). Крок чарунок у решітці дорівнює приблизно 0,4–0,8 м. Чарунки сітки можуть залишатися без заповнення або заповнюватися гірською масою, щебенем, галькою, рослинним ґрунтом. Іноді сітки укладають на підстилаючий килим товщиною 3 мм, виготовлений з гідросклоізолу та інших матеріалів. Залізобетонні гірлянди довжиною 3–7,5 м кожна і перетином від 5х5 до 12х20 см виконують гнучкими шляхом влаштування в гірлянді шарнірів із кроком, рівним кроку чарунки сітки. Шарнір – це ділянка арматури довжиною 10 см, покрита поліетиленом товщиною 2 мм. Гірлянди виготовляють у заводських умовах і транспортують пакетами по 8 штук на будівельний майданчик. Маса гірлянди може складати 0,03–0,3 т. Таке покриття є досить економічним.

Суцільні гнучкі залізобетонні мати складаються з квадратних, прямокутних, двотаврових і інших форм плиток товщиною 8–15 см, зв'язаних між собою арматурним дротом діаметром 5–6 мм, зі швами 2–2,5 см, плитки розмірами 40–100 см іноді поєднують у секції до 20–25 штук, що перевозять скачаними в рулони. Більш великі і важкі плити з'єднують на місці. Мати укладають на підстилку з гравію спланованого укосу механізованим способом. Великою перевагою збірних покриттів є можливість використання їх для зміцнення підводної частини берегів. Для цього залізобетонний мат, розстелений на сухому укосі, укладають на підводну ділянку або краном, або змотують його безпосередньо на місце укладання з барабана. На рис. 8.10 наведений приклад облицювання, виконаний із гнучких залізобетонних «матраців».

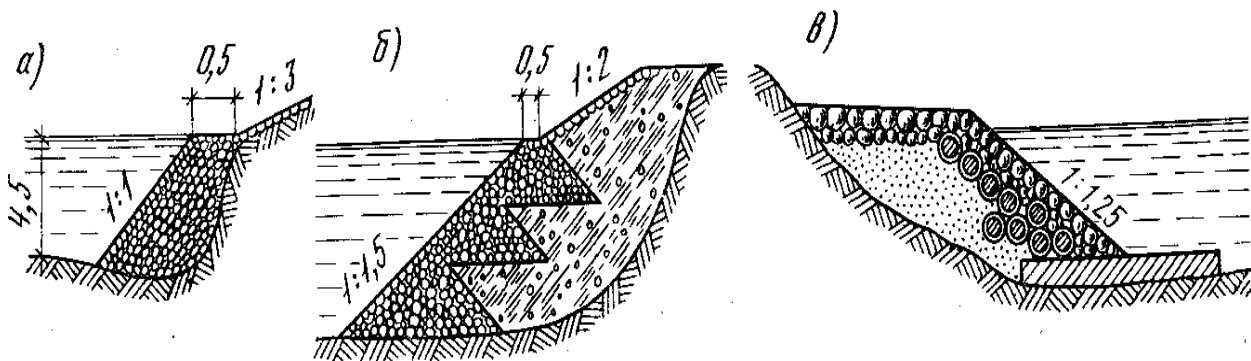
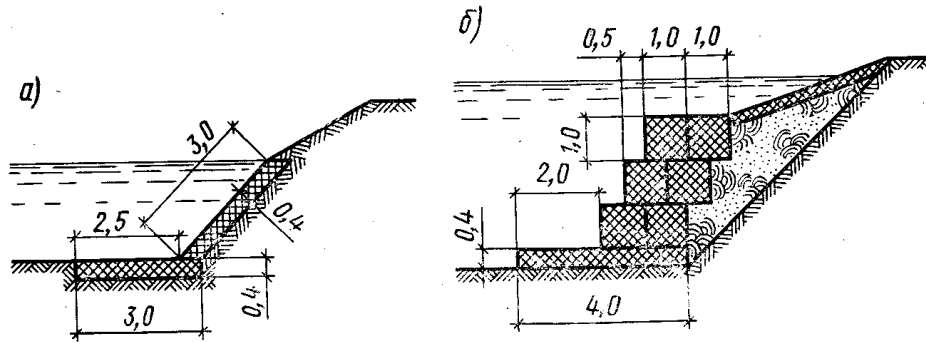
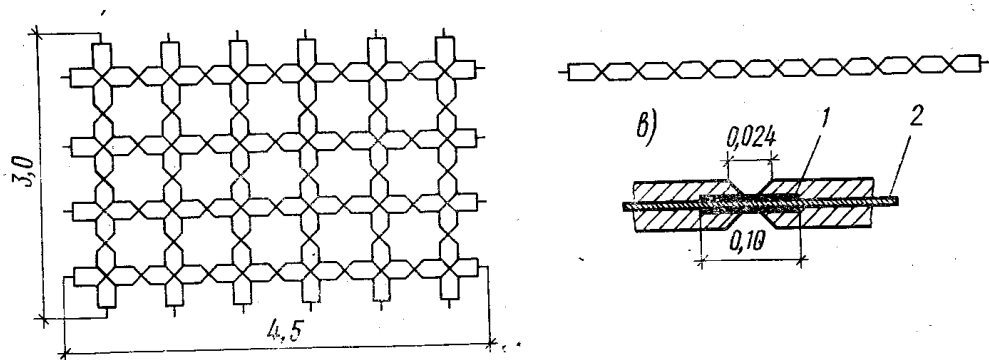


Рис. 8.7. Кам'яне берегове кріплення: а – кам'яне; б – кам'яно-земляне; в – кам'яно-фашильне

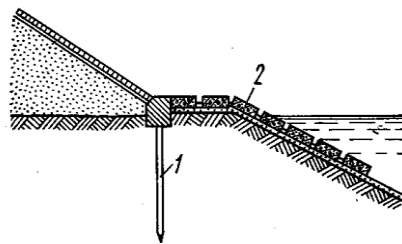


**Рис. 8.8.** Габіонні берегоукріплення: а – габіонні матраци; б – комбіноване



**Рис. 8.9.** Гнучкі залізобетонні ґрати:

а – ґрати; б – гірлянда; в – шарнір; г – поліетиленова оболонка; д – арматурний стрижень



**Рис. 8.10.** Одяг із гнучких з/б «матраців»:

1 – сваї; 2 – гнучкі з/б «матраци»

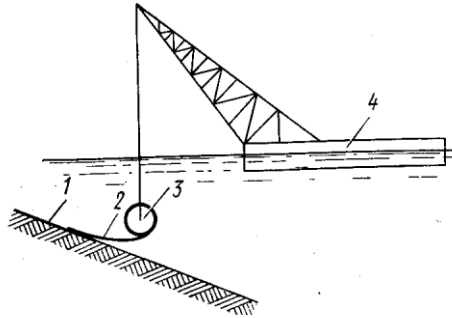
Асфальтові й асфальтобетонні захисні покриття застосовують у разі швидкості потоку до 2 м/с. Вони високодеформативні (гнучкі), прості в експлуатації, мають порівняно невисоку вартість і не трудомісткі. Ці покриття влаштовуються монолітними і збірними. Перед укладанням монолітного покриття укис планують, протравлюють (щоб уникнути проростання) отрутохімікатами та ущільнюють до пористості 35–40 %. Для збільшення несучої здатності укосу в нього втрамбовують щебінь, потім роблять розлив бітумних матеріалів автогудронаторами. Можливе влаштування армованого асфальтового покриття (2 шари бітуму з прокладкою між ними арматурної сітки).

Асфальтові покриття зі збірних елементів призначені для кріплення підводних частин укосів. Таке покриття конструктивно не відрізняється від монолітного і складається з двох шарів асфальту або асфальтобетону, між якими розташована арматурна сітка, яка стримує всі зусилля. Загальна товщина покриття дорівнює 5–10 см. Карта асфальтобетонного покриття може бути

виготовлена за однією із наступних технологічних схем:

1) збірні плити розміром до  $15 \text{ м}^2$  виготовляють у металевих формах на асфальтобетонному заводі, складують у штабеля і транспортують до місця монтажу. Готові карти краном укладають на місце;

2) асфальтобетонну карту виготовляють окремими секціями розміром до  $50 \text{ м}^2$  на стенді, безпосередньо біля води. Секції одну за іншою намотують на барабан. Укладання покриття на місце проводять шляхом змотування його з барабана (рис. 8.11.).



**Рис. 8.11.** Укладка на відкос збірного асфальтобетонного покриття з барабана: 1,2 – асфальтобетонні «матраци»; 3 – барабан; 4 – плавучий кран

Окремі карти (мати) повинні перекривати одна одну на 1–3 м. Вище рівня води їх кріплять до анкерів-паль, забитих у ґрунт на глибину 1,5–2 м. Річковий кінець карти має бути привантаженим бетонними брусками з перерізом  $20 \times 20 \text{ см}$ .

Асфальтові покриття зі збірних елементів є високоіндустріальними, з економічним типом кріплення укосів.

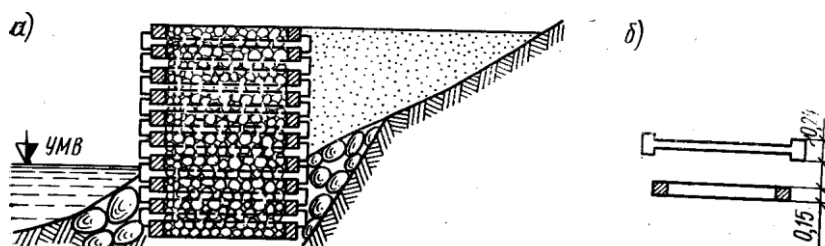
Найбільш міцними кріпленнями, що витримують тиск до  $1000 \text{ Па}$  ( $100 \text{ кгс/м}^2$ ) є наскрізні бетонні і залізобетонні конструкції. Пальові залізобетонні кріплення – це ряди паль діаметром 150 мм, забиті у ґрунт на деякій відстані одна від одної (суцільність близько 50 %). Іноді палі є лише опорами для збірних залізобетонних панелей.

*Зрубіві кріплення* виготовляють наскрізного типу з колод або залізобетонних елементів (рис. 8.12). Зруби заповнюють каменем, причому верхній шар – особливо великим. Зрубіві кріплення можуть влаштовуватися як у надводних, так і в підводних частинах берегів; вони мають достатню рухливість і міцність. Однак дерев'яні зруби в умовах поперемінного затоплення й оголення від води загнивають.

На гірських ріках, де є великий камінь, застосовують кріплення берега стінками із сухої кам'яної кладки ( $P = 400\text{--}600 \text{ Па}$ ).

Тип кріплення вибирають залежно від: 1) очікуваних впливів потоку на берег, тобто величин тиску  $P$  або швидкості  $V$ ; 2) місцевих матеріалів; 3) форми берегів і типу ґрунтів, з яких вони складаються; 4) результатів економічного зіставлення різних варіантів рішення. Варто враховувати, що кріплення з фашин рослинних та інших місцевих матеріалів досить трудомісткі й не допускають широкої механізації. Останнім часом набувають розповсюдження збірні конструкції із залізобетону й асфальтобетону, що дають економію в термінах

виконання і вартості, менш трудомісткі. Необхідно проводити техніко-економічне зіставлення нових конструкцій з існуючими (фашинними тощо) і вибирати оптимальні рішення.



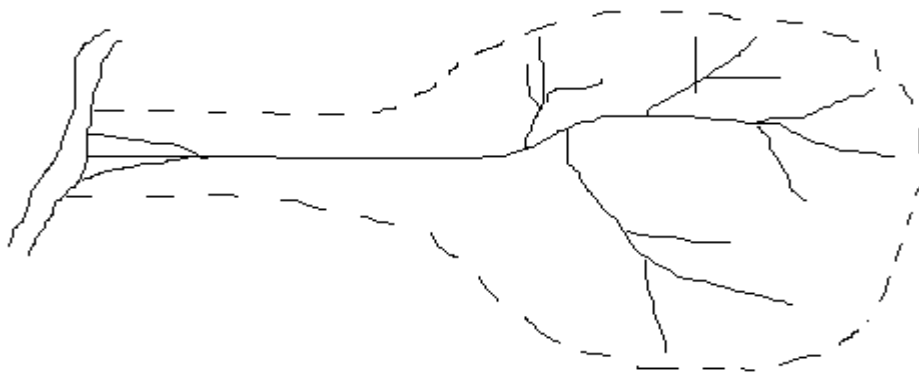
**Рис. 8.12.** Укріплення берега залізобетонними ряжами: а – поперечний профіль; б – переріз елементів

Тип кріплення відповідно до висоти берега може змінюватися, наприклад: вище рівня паводка може бути застосований тільки посів трав, нижче, у рідко затоплюваній зоні – одерновка, ще нижче, у зоні часто повторюваних рівнів – хмизові кріплення, що проростають, або мощення тощо. Підводна частина кріплення є найбільш відповідальною, тому що служить опорою усього кріплення берегового укосу, що лежить вище, одночасно піддаючись найбільшій розмиваючій дії потоку. Майже у всіх випадках доцільно, а при ґрунтах, що легко розмиваються, абсолютно обов'язково, в основі кріплення випускати убік річки мат та інші гнучкі покриття.

Під час розбивки берегоукріплення необхідно додавати йому плавний обрис у плані, щоб уникнути різкого впливу потоку на виступаючі частини кріплення і плавно ж, без виступів, сполучати його з берегами.

### § 8.3.3. Конструкції споруд для боротьби із селевими потоками

Унаслідок злив, дощів, танення льодовиків у гірських та передгірних районах створюються потоки, що включають в себе глину, пісок, камінь – такі потоки називаються селевими. Самі селі утворюються там, де є круті (з кутом нахилу 15–40°) схили та особлива форма водозбірного басейну, наприклад циркова (рис. 8.13.).



**Рис. 8.13.** Схема гірського потоку із цирковою формою водозбірного басейну

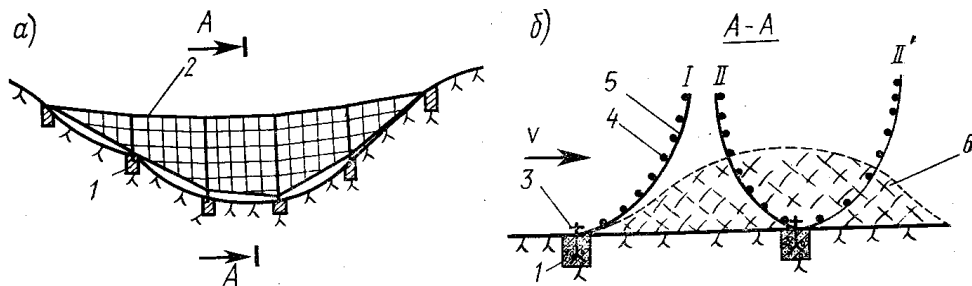
До гірської річки в її верхів'ї впадає багато мілких приток з малими глибинами та значними швидкостями руху води 1,5–8 м/с і більше. Донні наноси крупнозернисті піски, гравій, галька, камінь. Під час злив або інтенсивного нанесення снігу створюється велика концентрація поверхневого стоку. Якщо ґрунт схилів складений глиною з включенням каміння (до 50–70 % за масою), при насиченні глини водою до 8–10 % за масою, весь покрив схилу стає стійкою зв'язаною масою і починає рухатись у вигляді валу зі швидкістю більше 50 м/с, викликаючи величезні руйнування.

Пройшовши по ущелині декілька десятків кілометрів, цей грязевокам'яний потік відкладається на конусі виносу, зберігаючи незмінним свій склад. Витрати селевих потоків досягають 2000 м<sup>3</sup>/с.

Селеві потоки знищують на своєму шляху будівлі, рослинний і тваринний світ, забруднюють культурні землі. Так в 1921 році в урочищі Медео селевий потік рухався на м. Алма-Ата валом висотою 5 м. Було зруйновано декілька сотень будівель, а на полях було відкладено зверху 1 млн. м<sup>3</sup> грязевокам'яної маси. Часто селеві потоки виникають в Карпатах та горах Криму.

Селі наносять великі збитки як у горах, так і в долинах. Заходи щодо боротьби з селями найбільш ефективні коли вони проводяться комплексно і включають в себе лісокультурні роботи в котловині басейну, регулювання господарської діяльності в ньому, створення мережі протиселевих гідротехнічних споруд (селезатримуючих, селепропускних, селенаправляючих).

*Сітчасті загати* зі сталевих канатів, застосовують для затримки твердої складової селевих потоків. Конструкція такої загати складається з двох сіток, які підвішуються до бортів і дна ущелини.



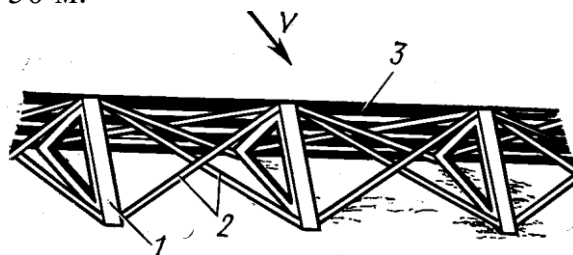
**Рис. 8.14.** Гнучка сітчаста запруда: а, б – підвіска запруди, що складається з селеріза/та огорожувальної сітки I; II' – положення огорожувальної сітки після проходження селя; 1 – анкерна опора; 2 – сітка із тросів; 3 – анкерний борт; 4 і 5 – подовжні і поперечні троси; 6 – тверда фракція селя

Перша сітка селеріза, що приймає на себе перший удар селя, частково руйнує його цілісність і пригальмовує тверду фракцію; друга – загороджувальна сітка (вона до приходу селя знаходиться в положенні 2). У просторі між селерізною і загороджувальною сітками під час проходження селя починається інтенсивне випадання твердої фракції і загороджувальна сітка приймає положення II'–II' (рис. 8.14.).

Аналогічні конструкції застосовують іноді для затримки великих донних наносів. Вони особливо ефективні в тих випадках, коли неможливе забивання паль у дно. Тоді через ріку протягають сталевий канат і до нього підвішують

загородження, що складається з вертикальних стрижнів і посиленої сталеві сітки.

*Наскрізнi залізобетонні загати – селеуловлювачі* (Грузинського науково-дослідного інституту гідротехніки і меліорації) – це накладні ґрати, що спираються на трикутні рами (рис.8.15.), що у свою чергу жорстко зв'язані поперечними розпірками. Утворена в такий спосіб єдина просторова система, що володіє великою суцільністю та жорсткістю, дозволяє перекривати дуже широкі русла на висоту до 30–50 м.



**Рис. 8.15.** Наскрізнi заводи-селеуловлювачі: 1 – трикутні рами; 2 – поперечні розпірки; 3 – решітки напірного перекриття

*Наскрізнi загати – селеуловлювачі, що збираються з геометрично незмінних рівносторонніх трикутників.* Кожна сторона трикутника є залізобетонною балкою з отворами на кінцях. З таких балок складаються трикутники, що і є єдиною конструкцією. Вони дозволяють побудувати більше 20 варіантів конструкцій різної висоти й орієнтації в плані.

За кордоном для регулювання селевих потоків широко застосовують загати невеликої висоти (до 5–6 м), які збудовані з металевого шпунта.

*Поперечні напівзагати.* Збільшення транспортуючої здатності потоку, зменшення глибин і припинення відкладення наносів можна домогтися за допомогою напівзагат. Ці споруди, звичайно, мають трапецевидний перетин. Чим ближче до голови, тим напівзагата піддається більш інтенсивному впливові води, внаслідок чого укоси її робляться усе більш пологими, сама дамба розширюється, голова її закруглюється і обов'язково підстилається широким матом. Іноді голова закінчується короткою подовжньою дамбочкою, так що буна в плані одержує вид букви Т, що трохи зм'якшує вплив потоку на голову.

Корені напівзагати міцно заглиблюються в берег не менше ніж на 2–4 м. Гребінь затопленої буни має бути добре укріплений проти розмиву, ударів льоду і тому подібних впливів. Гребінь у подовжньому профілі роблять з ухилом до берега 1:20–1:200 для напрямку води, що переливається через нього у бік русла і поступового розширення живого перетину ріки під час підйому рівня води. Конструкції напівзагат виконують із різних матеріалів. Поперечні перерізи напівзагат можуть мати досить різноманітні конструктивні виконання.

*Подовжні направляючі дамби* діють на потік м'якше, ніж поперечні, але уздовж них створюється подовжня течія з підвищеними швидкостями, що може привести до розмиву основи дамби і її річкового укосу. За конструкцією подовжні дамби в загальному мало відрізняються від поперечних, але річковому (зверненому до ріки) укосові подовжніх дамб надають більшу пологість і міцність, ніж береговому; основу дамби з річкової сторони захищають від

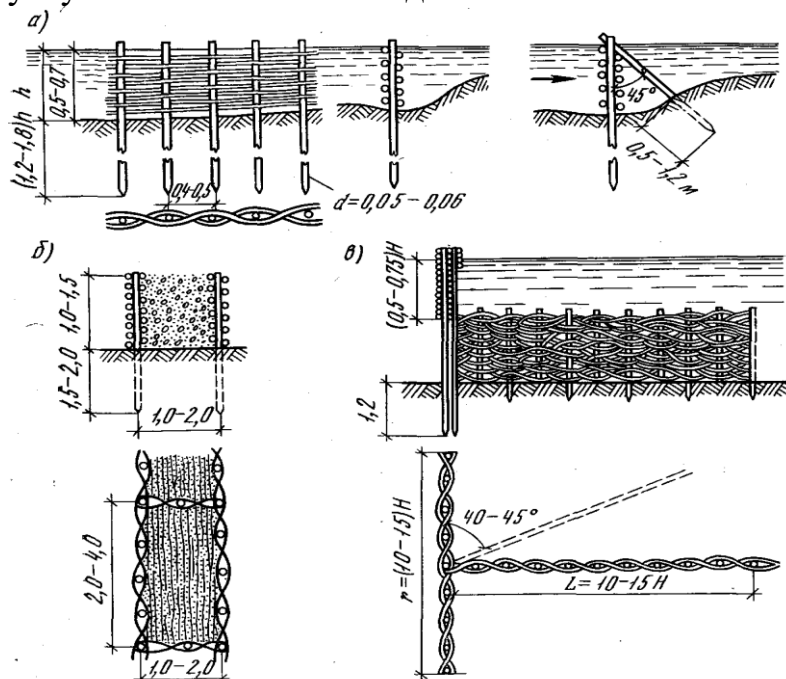
розмиву висуванням у ріку мату, відсипанням каменю, влаштуванням донних напівзагат, коротких шпор тощо.

Подовжні споруди часто виконують наскрізними зі збірних залізобетонних елементів або дерева; конструктивно вони схожі.

На рис. 8.16. показані деякі приклади тиново-хмизових напівзагат: однорядний тин без підкосів і з підкосами, дворядний тин із заповненням хмизом або гравієм, Т-подібні тини, що складаються з подовжнього щита, що не доходить до дна на 0,254–0,5 глибини, і поперечного, що заплітається від нижнього краю подовжнього щита до дна, і який складає з останнім кут  $45\text{--}90^\circ$ .

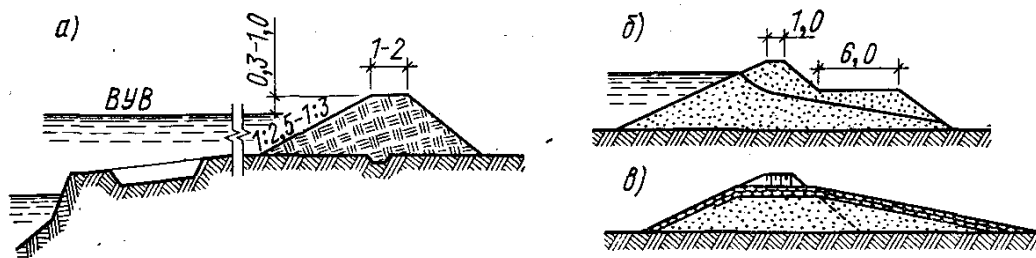
Ці тини, поряд з іншими наскрізними спорудами, м'яко впливають на потік, істотно впливають на поперечну циркуляцію потоку, за ними осідає частина наносів, завдяки чому пазухи між тинами і берегом заносяться.

Огороджувальні вали або дамби обвалування, що огороджують заплавні землі від затоплення паводками, зводяться з місцевих ґрунтів. Кращими ґрунтами для насипки дамб вважаються легкі і середні суглинки. Допускається застосування гумусованих ґрунтів, а також торфу зі ступенем розкладання не менше 50%. Слаборозкладені торф'яні ґрунти можна застосовувати тільки в суміші з пісками і суглинками. Дамби являють собою земляні греблі невеликої висоти, що відрізняються від руслових гребель тим, що утримують напір лише короткий час та мають уздовж їхнього напірного укосу потік води (рис. 8.17.). У заплавах рік незатоплювані дамби розраховують на витрати весняного паводдя 1–5 %-ої забезпеченості. Висоту дамб польдерів, що затоплюються, визначають з урахуванням пропуску літньо–осінніх паводків 5–10 %-ої забезпеченості.



**Рис. 8.16.** Споруди у вигляді тину: а – однорядний тин; б – дворядний тин; в – Т-подібний тин





**Рис. 8.17.** Влаштування дамб обвалування: а – конструкція простої дамби; б – дамба з дорогою; в – найпростіший водозлив у дамбі обвалування

Перевищення гребеня дамб  $h$  над розрахунковим максимальним рівнем води знаходять за формулою:

$$h = a + h_n + \Delta h, \quad (8.12)$$

де  $a$  – конструктивний запас, що встановлюється не менше 0,5 м;

$h_n$  – висота нахату хвилі на відкос дамби, м;

$\Delta h$  – висота вітрового нагону води, м.

Якщо висота до 2–3 м, вали мають трапецевидний перетин (рис. 8.17а), річковий укїс виконують не крутіше 1:2,5-1:3, а заплавної-1:2-1:1,5, хоча іноді робиться таким же, як і річковий, і навіть більш пологішим. (1:4). При більшій висоті (рис. 8.17 б) вал має більш складний профіль, для проїзду по валу влаштовується берма достатньої ширини (не менше 2 м). Літній вал, затоплюваний весняним паводком і незатоплюваний літнім (у період вегетації рослин), представлений на рис. 8.17в. Водозлив вала зміцнюється відмосткою і має пологий укїс у бік заплави.

Річковий укїс незатоплюваних валів зміцнюється дерном або посівом трав, а на увігнутих ділянках траси – відмосткою. Щоб уникнути руйнування вала хвилею на широких ріках перед ним корисно насадити смугу чагарнику. Укоси дамб, що знаходяться постійно під водою або в зоні дії хвилі, наприклад поблизу морів і водоймищ, зміцнюють залізобетонними плитами, кам'яним мощенням або значно уположують. Отвори у валах для випуску води, що зібралася, роблять у вигляді трубчастих водоспусків, на яких встановлюють затвор: річковий – у вигляді щита, підвішеного на горизонтальній осі, що автоматично закривається в момент проходження паводка в річці, і заплавної, що приводиться в дію підйомниками.

Для зниження рівня ґрунтових вод у дамбах і на польдерах за дамбами варто влаштовувати дренажні канали.

Ґрунт для насипки дамб беруть з русла рік, що обваловують, і їхніх берегів, зі споруджуваних поблизу каналів або привозять з кар'єрів, що спеціально влаштовуються.

Звичайно між дамбою і руслом залишають смугу шириною не менше 10–25 м, тут організують резерви (кар'єри), з яких беруть ґрунт у тіло дамби. Щоб уникнути руйнування дамб відстань між дамбою і початком резерву повинна бути не менше  $2H$  за умови міцних піщаних або глинистих ґрунтів і не менша  $4H$  у разі слабких і торф'яних ґрунтів (тут  $H$  – висота дамби). Резерви роблять глибиною

0,6–0,8 м поблизу дамби і до 2,5 м у віддаленні від неї; дно резерву повинне мати укіс близько 0,02 у бік русла. Резерви повинні мати розриви за течією. Згодом резерви будуть занесені річковими намулами.

Крім подовжніх дамб, проектують і поперечні (траверси) для зменшення площ можливого затоплення територій у випадку проривів подовжніх дамб.

За валами необхідний ретельний нагляд. Найменша виявлена фільтрація, ходи гризунів і тріщини повинні терміново ліквідуватися, інакше валові може загрожувати прорив. У період паводка на валах повинна бути організована спеціальна служба, що негайно приймає міри у випадку аварій вала, непередбаченого підвищення паводка і погрози затоплення вала або його розмиву.

Під час експлуатації водоймищ необхідно проводити спостереження і контроль за станом і умовами роботи споруд і обладнання та вживати заходів проти можливих порушень їхньої правильної роботи під час паводків, штормів землетрусів та техногенних катастроф.

Систематично проводити спостереження за просіданням та деформацією споруд; за станом кріплень відкосів; за дренажними системами; за контактною фільтрацією; за суфозійними явищами; за вібрацією споруд; за дією льоду на них тощо.

#### **§ 8.3.4. Способи зниження рівня ґрунтових вод Підтоплення земель та його прогнозування**

Підтоплення – це таке підвищення рівня ґрунтових вод, за якого утруднюється нормальне використання територій. До сільськогосподарських земель, що підтоплюються, відносять ті землі, на яких ґрунтові води залягають на глибинах, менших норм осушення (приблизно менше 1 м). У містах і селищах за санітарними умовами мінімальна допустима глибина залягання рівнів ґрунтових вод 3 м, у сільській місцевості – 2 м. Під будинками і спорудами рівень ґрунтових вод повинен знаходитися нижче підшови фундаментів і підвалів на величину капілярного підняття, але не менше 0,5 м.

Підтоплення земель у першу чергу спостерігається поблизу водоймищ і озер унаслідок фільтрації води з них. Воно може бути також як на заплавах, обвалованих, так і не обвалованих землях у результаті зниження дренажної здатності рік (замулення і заростання русел, після будівництва гідротехнічних споруд тощо).

Щоб запобігти підтопленню земель, необхідно в процесі проектування водоймищ, ставків або каналів скласти прогноз підвищення рівня ґрунтових вод, визначити площі підтоплення, намітити і вчасно здійснити захисні заходи.

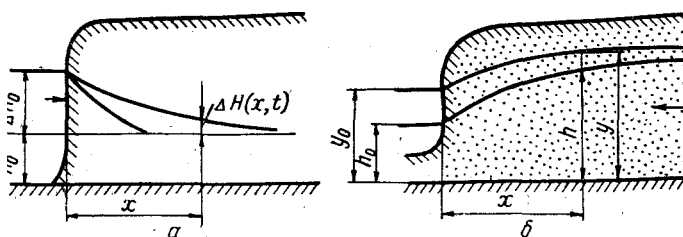
Для прогнозування підйому ґрунтових вод потрібно мати топографічний план місцевості, знати геологічну будову і гідрогеологічні умови, водно-фізичні властивості ґрунтів, а також величини підвищення рівнів води в ріках та водоймищах.

Прогнозування режиму ґрунтових вод виконують наступними методами: ймовірно-статистичним, балансовим, гідродинамічного аналізу, аналогового моделювання.

Підйом рівнів ґрунтових вод на землях, що прилягають, звичайно відбувається повільно, максимальне його підвищення може спостерігатися через кілька років. Таку картину підйому рівнів ґрунтових вод краще відображає метод гідродинамічного аналізу, суть якого зводиться до вирішення диференціального рівняння несталого руху ґрунтових вод

$$\frac{dH}{dt} = \frac{k}{\beta} \frac{d}{dx} \left( H \frac{dH}{dx} \right) \pm \frac{e}{\beta}, \quad (8.13)$$

де  $H$  – потужність водоносного рівня в перетині  $x$  у момент часу  $t$ , м;  
 $k$  – коефіцієнт фільтрації ґрунтів, м/добу;  
 $\beta$  – коефіцієнт недолику насичення або водовіддачі ґрунтів;  
 $e$  – інтенсивність інфільтрації опадів (+) або випаровування (–) із дзеркала ґрунтових вод, м/добу.



**Рис. 8.18.** Схеми до розрахунку підйому рівнів ґрунтових вод:

а – у випадку фільтрації води з водоймища або ріки; б – у разі припливу води з боку вододілу

Для випадку підпертої фільтрації з боку водоймища або каналу наближене вирішення диференціального рівняння, отримане С.Ф. Авер'яновим (рис. 8.18, а):

$$\Delta H_{(x,t)} = \Delta H_0 [1 - \Phi(\lambda)], \quad (8.14)$$

де  $\Delta H(x,t)$  – приріст величини напору (у м) для перетину на відстані  $x$  від каналу в момент часу  $t$ ;  
 $\Delta H_0$  – підвищення напору в річці або каналі, м;  
 $\Phi(\lambda)$  – розрахункова функція (інтеграл ймовірності), визначається за графіком (рис. 8.19.) у залежності від величини  $\lambda$ :

$$\lambda = \frac{x}{2 \sqrt{\frac{k}{\beta} h_{cp} t}}, \quad (8.15)$$

де  $h_{cp}$  – середня потужність потоку ґрунтових вод, м;  
 $t$  – час підпору, діб.

Для випадку припливу ґрунтових вод з боку вододілу і підпору від ріки або водосховища наближене рішення диференціального рівняння отримане Н.Н. Веригіним (рис. 8.18, б):

$$y^2 = h^2 + (y_0^2 - h^2) [1 - \Phi(\lambda)], \quad (8.16)$$

де  $v$  – потужність водоносного рівня в перетині на відстані  $x$  від ріки в момент часу  $t$ , м;

$h$  – потужність водоносного рівня в тому ж перетині до підпору, м;

$y_0$  – підпірний рівень води в річці після створення водоймища, м;

$h_0$  – рівень води в річці до створення водоймища, м;

$\Phi(\lambda)$  – та ж розрахункова функція, що і у формулі С.Ф. Авер'янова.

Прогнозування підтоплення земель за наведеними формулами виконують у наступному порядку:

1) на територіях, що прилягають до водосховищ або рік, намічають розрахункові створи, за профілями яких і визначають величини підйому рівня ґрунтових вод;

2) складають карти гідроізогіпс;

3) визначають площі й об'єкти підтоплення, до яких відносять ділянки із заляганням рівня ґрунтових вод на глибині, меншій за допустиму.

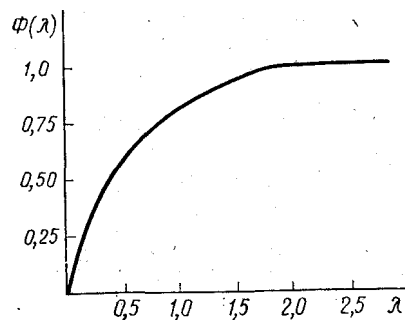


Рис. 8.19. Графік для визначення  $\Phi(\lambda)$

У випадку більш складної геологічної будови і гідрогеологічного режиму прогнозування підйому рівня ґрунтових вод найчастіше виконують за допомогою аналогового моделювання, використовуючи в першу чергу метод електрогідродинамічної аналогії (ЕГДА). На основі цього методу розроблені інтегратори ЕГДА-9/60 (використовуючи електропровідний папір) або універсальні сіткові моделі (УСМ, БУСЕ тощо).

### Заходи боротьби з підтопленням земель

Залежно від площ підтоплення і характеру використання територій, топографічних і геологічних умов, а також умов руху ґрунтових вод з боку водоймища і вододілу застосовують наступні схеми дренажу:

1. Систематичного дренажу (застосовують у випадках, коли підтоплюються великі за площею території). За цією схемою дренаж проектують по всій території, що підтоплюється, з розрахунковими параметрами.

2. Головного, або ловчого, дренажу (у разі значного припливу ґрунтових вод з боку вододілу). У цьому випадку головну дренажну влаштовують на шляху руху ґрунтових вод до території, що підтоплюється, біля верхньої границі.

3. Берегового дренажу (у випадку значного припливу фільтраційних вод з боку водоймища або ріки). Берегову дренажну закладають біля нижньої границі

території, що захищається, поблизу берегової лінії. Цей вид дренажу є основним і найбільш розповсюдженим під час боротьби з підтопленням земель.

4. Контурного або кільцевого дренажу (використовують для захисту окремих невеликих об'єктів). У цьому випадку дренаж проектують навколо об'єкта, що захищається.

На деяких об'єктах дренаж можна проектувати за однією або декількома схемами.

Дренаж для боротьби з підтопленням земель виконують горизонтальним або вертикальним, відкритим або закритим. Горизонтальні дрени застосовують у випадку неглибокого залягання водоупору, в однорідних ґрунтах, а також у шаруватих ґрунтах у разі зменшення коефіцієнта фільтрації за глибиною. Горизонтальні закриті дрени влаштовують з керамічних, азбестоцементних або бетонних труб. Їх можна виконувати у вигляді спеціальних галерей з бетону або кам'яної кладки. Для посилення водоприймальної здатності дрен-траншею над ними варто засипати водопроникним ґрунтом.

### Розрахунок горизонтального берегового дренажу

Під час розрахунку горизонтальних берегових дрен визначають:

- 1) доцільну відстань дрени від зрізу води у водоймищі;
- 2) глибину закладення дрен;
- 3) приплив у дрени фільтраційних вод;
- 4) розміри дрен.

Планове положення дрен і глибину їх закладення визначають підбором з урахуванням економічних міркувань. Тому що устрій берегового дренажу майже завжди зв'язаний з механічною відкачкою дренажних вод у водоймище, що істотно підвищує експлуатаційні витрати, в процесі проектування прагнуть до зниження фільтраційних витрат. Цього можна досягти шляхом збільшення відстані між дренаєм і зрізом води у водоймищі й зменшення глибини закладення дрени.

Оптимальною є така відстань, за якої одержують відносно невеликі дренажні витрати  $q$ , подальше зниження витрат можливе лише у разі значного збільшення відстані між дренаєм і водоймищем. Звичайно в легких суглинках ці відстані складають 200–300, у супісках – 400–500 м.

Глибину закладення дрени  $T$  приймають найменшою, за якої забезпечується необхідне зниження рівня ґрунтових вод. Положення рівня ґрунтових вод при різних глибинах закладення дрени визначають за формулами (рис.8.20):

$$h_{x_1} = \sqrt{\frac{x_1}{l_1} (h_1^2 - h_0^2) + h_0^2}; \quad (8.17)$$

$$h_{x_2} = \sqrt{\frac{x_2}{l_2} (h_2^2 - h_0^2) + h_0^2}. \quad (8.18)$$

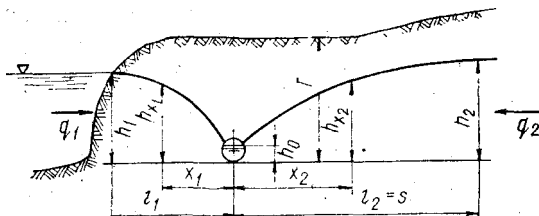
Питомий приплив фільтраційних вод (у м<sup>3</sup>/с на 1 м довжини дрени) з обох боків:

$$q = q_1 + q_2 = kB \frac{h_1^2 - h_0^2}{2l_1} + kB \frac{h_2^2 - h_0^2}{2l_2} = \frac{kB}{2} \left( \frac{h_1^2 - h_0^2}{l_1} + \frac{h_2^2 - h_0^2}{l_2} \right), \quad (8.19)$$

де  $q_1$  – питомий приплив фільтраційних вод з боку водоймища, м<sup>3</sup>/с;

$q_2$  – питомий приплив з боку вододілу, м<sup>3</sup>/с;

$B$  – коефіцієнт висячості дрени.



**Рис. 8.20.** Схема до розрахунку берегового дренажу

Повна витрата берегової дрени (у м<sup>3</sup>/с) за довжини її  $L$  (у м)  $Q = q \cdot L$ . Знаючи витрату дрени  $Q$  і установивши її ухил, підбирають діаметри дрени.

### Підвищення поверхні низин

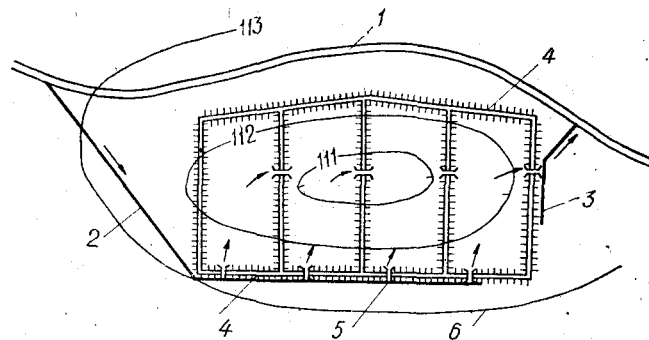
Захист територій від затоплення і підтоплення в деяких випадках можна здійснювати шляхом штучного підвищення їхньої поверхні, що досягається наливом або насипкою ґрунту.

Найбільш стародавній спосіб меліорації і нарощування поверхні низин – кольматаж, що полягає в періодичних напусках на осушуваний території річкових вод, багатих наносами, і наступному відкладенні завислих наносів. Для більш рівномірного і якісного відкладення наносів низини розділяють земляними валиками на чеки, площею в кілька гектарів, куди звичайно самопливом подається мутна вода з ріки (рис. 8.21.). Осідання наносів виконують періодичним або безперервним кольматажем. У випадку періодичного кольматажу вода в чеках стоїть протягом 0,5–2 діб, після осідання наносів її скидають через відвідний канал у ріку. Після цього басейни знову заповнюють мутною водою з ріки. Періодичний кольматаж дозволяє регулювати склад наносів, що відкладаються. Нижні шари ґрунту формують з більш великих наносів за рахунок швидкого скидання води з чеків, а верхні – з більш дрібних мулистих і глинистих часток за рахунок затримки річкових вод на більш тривалий час. Таке нашарування наносів забезпечує кращу дренаваність територій і підвищує родючість створюваних ґрунтів. При безперервному кольматажі подана вода рухається по чеках зі швидкостями, за яких осідають наноси заданих фракцій, а освітлена вода скидається назад у ріку.

Спосіб природного кольматажу застосовується тільки на територіях поблизу рік з великими витратами і значним вмістом зважених наносів у воді. У таких умовах за один рік можна наростити шар ґрунту від 1 до 10 см і більше.

Процес кольматажу триває п'ять-десять років і більше. Після закінчення кольматажу поверхню планують під ухил приблизно 0,0002–0,0005 у бік ріки.

Кольматаж широко застосовували в 1930-1950 роках на Колхідській низині у Грузинській РСР із використанням вод ріки Ріоні, що несе багато наносів. Але рівнинні ріки містять невелику кількість наносів у паводкових водах, тому кольматаж наносами тут нераціональний.



**Рис. 8.21.** Схема кольматажу: 1 – ріка; 2 – канава, що підводить; 3 – скидна канава; 4 – земляні вали; 5 – водовипуски у валах; 6 – горизонталі

Процес кольматажу можна прискорити засобами гідромеханізації, застосовуючи розмив ґрунту за допомогою гідромоніторів і подачу пульпи (розрідженого ґрунту) на чеки по лотках або напірних трубопроводах. Однак через високу вартість штучний намив ґрунту застосовують рідко. Його використання виправдане в тих випадках, коли одночасно з кольматажем проводять днопоглиблювальні роботи на ріках, озерах або водоймищах. Так, під час поглиблення фарватеру Дніпра в Києві розмиту за допомогою земснарядів піщану пульпу використовували для намиву острова Русанівка, на якому побудований новий житловий масив.

У разі штучного намиву ґрунту необхідно передбачати дренажну мережу, що забезпечує недопущення підняття рівня ґрунтових вод як у процесі намиву, так і під час наступних експлуатації територій.

Кольматаж можна застосовувати не тільки для підняття поверхні землі над рівнем ґрунтових вод, але і для покриття родючим шаром територій з неродючими піщаними або галечниковими ґрунтами.

На знижених ділянках, що примикають до житлових або промислових територій, з метою одержання додаткових площ для їхнього розширення, в останні роки почали застосовувати механічне підсипання привізним ґрунтом.

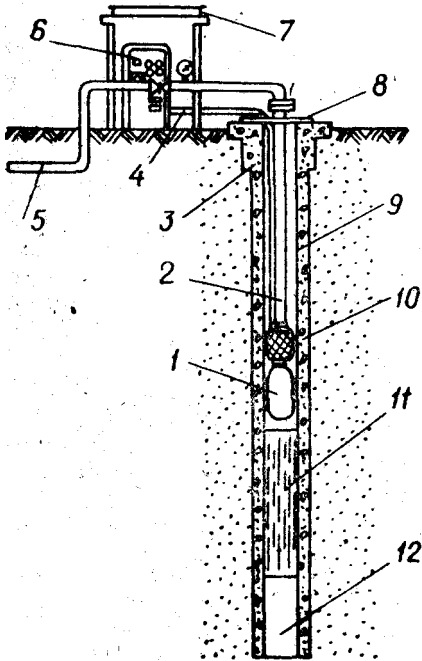
### Вертикальний дренаж

Вертикальний дренаж – один з нових способів меліорації, що дозволяє оперативно керувати водним режимом ґрунтів і ощадливо витратити водні ресурси.

Основний вид вертикального дренажу – вертикальна свердловина з відкачкою води з неї насосами. До складу комплексу вертикального дренажу входять: власне свердловина; глибокий електронасос; трубопровід, що відводить воду, чи канал; апаратура для автоматизації керування електронасосом; лінія електропередач з трансформаторною підстанцією (рис. 8.22.).

Вертикальні свердловини влаштовують з металевих, азбестоцементних чи залізобетонних труб діаметром 250...800 мм і глибиною 20...60 м. Основна

частина свердловини – це водоприймальна частина звичайно з каркасно-стрижневим фільтром і піщано-гравійним обсіпанням, що підвищує водозабірну здатність. Нижня глуха частина свердловини служить відстійником.



**Рис. 8.22.** Схема свердловинної насосної установки вертикального дренажу:

- 1 – електронасосний агрегат;
- 2 – водопідйомний трубопровід;
- 3 – бетонний оголовок;
- 4 – струмовідний кабель;
- 5 – скидний трубопровід;
- 6 – шафа з апаратурою для автоматичного керування електродвигуном;
- 7 – будівля насосної станції;
- 8 – опорний пристрій;
- 9 – експлуатаційна колона;
- 10 – гравійне обсіпання;
- 11 – фільтр свердловини;
- 12 – відстійник

У зв'язку зі значною вартістю вертикального дренажу він ефективний тільки в тому випадку, якщо одна свердловина може забезпечити осушення більше 20-30 га за радіуса впливу понад 300 м. Тому вертикальний дренаж допускається застосовувати якщо є значна потужність ( $H > 25$  м) добре водопроникних ґрунтів ( $k > 5$  м/добу) чи за водопровідності ( $kH > 150$  м<sup>2</sup>/добу). Зверху ці водопроникні ґрунти можуть бути перекриті суглинками потужністю до 2 м чи торфами будь-якої потужності.

До площ з сприятливими умовами застосування вертикального дренажу за геоморфологічними ознаками належать перші надзаплавні тераси рік Дніпро, Десна, Прип'ять і плоскі древнесаллювіальні рівнини в межах другої і третьої надзаплавних терас із ґрунтовим і ґрунтово-напірним водним живленням.

Розташування дрен у плані може бути: 1) майданне, коли свердловини розміщуються рівномірно по осушуваній території для відкачки води з якогось басейну підземних вод і необхідного зниження їхнього рівня; 2) лінійне, коли лінія колодязів перехоплює потік ґрунтових вод, що надходить з водоймищ, рік або прилеглих водозборів. Лінійну систему вертикального дренажу необхідно застосовувати у випадку водопровідності порід, що підстилають, не менше 300 м<sup>3</sup>/добу. Для зниження рівня ґрунтових вод на окремих ділянках проєктують вибірковий дренаж.

Дебіт  $Q$  (м<sup>3</sup>/добу) недосконалої свердловини в несталому режимі руху визначають за рівнянням:

$$Q = \frac{4\pi kHS}{\ln \frac{2,25at}{r^2} + \xi} \quad a = kH/\beta, \quad (8.20)$$



де  $k$  – коефіцієнт фільтрації водоносного шару, м/добу;  
 $H$  – його потужність, м;  
 $S$  – зниження рівня води в свердловині під час відкачки, м; рекомендується брати  $S \leq 0,5 H$ ;  
 $T$  – час відкачки, діб;  
 $r$  – зовнішній радіус свердловини (з урахуванням гравійного обсіпання), м;  
 $a$  – коефіцієнт рівнепровідності,  
 $\beta$  – коефіцієнт водовіддачі;  
 $\varphi$  – безрозмірний фільтраційний опір, що враховує недосконалість свердловин за ступенем розкриття шару,  $\xi = f(1\varphi/H, H/r)$ . Для досконалої дрени  $\xi = 0$ .

За перевіреними даними, питомий дебіт на 1 м глибини відкачки дренажних колодязів складає від 4–5 л/с для суглинних ґрунтів, до 30–50 л/с для галечників.

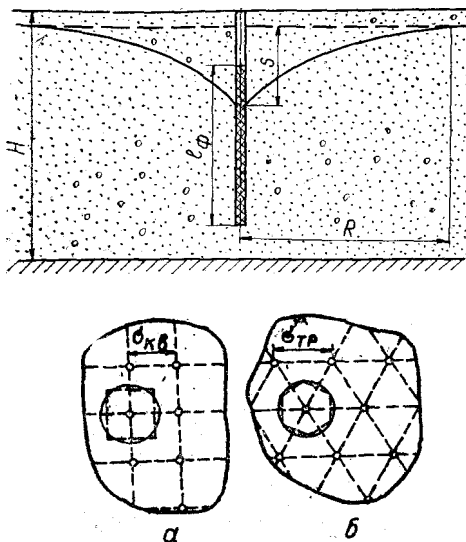
Радіус області живлення  $R$  (у м) вертикальної свердловини і тривалість відкачки  $t$ , необхідної для забезпечення необхідної норми осушення  $H_{oc}$ , обчислюють за формулами:

$$R = \sqrt{Qt(\beta\pi H_{oc})}; \quad (8.21)$$

$$t = \beta\pi R^2 H_{oc} / Q. \quad (8.22)$$

Систематичний вертикальний дренаж розташовують на осушуваній території по кутах квадратної або рівносторонньої трикутної сітки.

Відстані між свердловинами  $\sigma$  беруть наступні: у випадку розміщення свердловин по квадратній сітці  $\sigma = 1,77R$ , у разі розміщення свердловин по трикутній сітці  $\sigma = 1,90R$ .



**Рис. 8.23.** Схема розміщення систематичного майданного дренажу:  
 а і б – по квадратній і трикутній сітках

Відкачка води може здійснюватися з кожної свердловини окремо. У випадку невеликих дебітів (до 100 м<sup>3</sup>/год) і невеликих відстанів між свердловинами доцільніше дві-чотири свердловини за допомогою сифонних трубопроводів з'єднувати з однією центральною, звідки і буде відбуватися відкачування води.

Перетік води з бокових свердловин у центральну відбувається завдяки різниці напорів води в них (рис. 8.24.).

Дренажні свердловини обладнують звичайно глибинними насосними установками типу ЕЦВ із подачею 85–300 м<sup>3</sup>/год.

Відкачка води з вертикальних свердловин здійснюється у весняний передпосівний період (не більше 10–15 діб), а також під час рясних літніх і зяятих осінніх дощів.

Під час відкачки в радіусі до 50 м навколо свердловини утвориться досить глибока воронка депресії, однак через 0,5-1,5 доби після зупинки насосів рівні ґрунтових вод вирівнюються, воронки заповнюються водою і по всій осушуваній території встановлюються приблизно однакові глибини осушення.

У посушливі періоди, коли рівень ґрунтових вод опускається глибше оптимального, і рослини починають відчувати дефіцит вологи, вертикальні свердловини можна включати для подачі води на зволоження. При цьому доцільно влаштовувати басейни добового регулювання, що необхідні для нагромадження і прогрівання ґрунтових вод. З басейну вода насосними станціями подається до дощувальних машин «Волжанка», «Фрегат» тощо. У цих умовах осушувально-зволожувальні системи з вертикальним дренажем забезпечують економічний ефект не менше 2000 грн/га в порівнянні з системами горизонтального дренажу.

Режим роботи вертикального дренажу автоматизують, що забезпечує включення і відключення насосів за заданою програмою.

В умовах, коли верхній слабоводопровідний шар потужністю до 10–15 м підстиляється водоносним горизонтом із ґрунтово-напірними водами, застосовують комбінований горизонтальний і вертикальний дренажі. Для осушення таких територій на додаток до звичайного горизонтального дренажу з гончарних чи пластмасових труб проєктують вертикальні дрени, що опускаються у водоносний горизонт. Напірні води по вертикальних дренах надходять знизу в горизонтальні, завдяки чому забезпечується розвантаження водоносного шару і зниження в ньому напорів, що значно зменшує живлення верхнього слабоводопровідного шару напірними водами і дозволяє значно збільшити відстань між горизонтальними дренами.

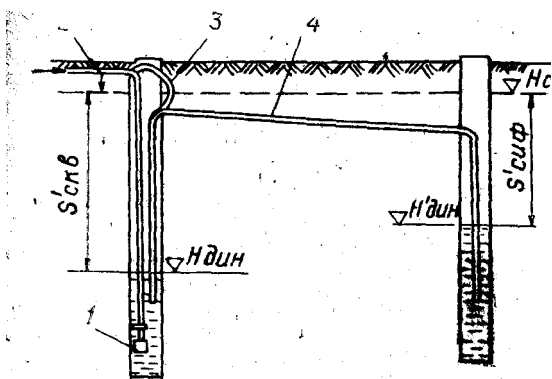
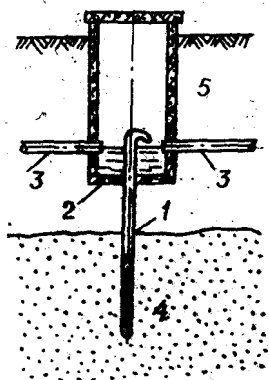


Рис. 8.24. Схема сифонного пристрою:

- 1 – глибинний насос;
- 2 – скидний трубопровід;
- 3 – зарядний пристрій;
- 4 – сифони



**Рис. 8.25.** Комбінований дренаж:

- 1 – вертикальна свердловина, що самовиливається;
- 2 – оглядовий колодязь;
- 3 – горизонтальна дрена;
- 4 – напірний шар;
- 5 – слабо-водопровідний ґрунт

Вертикальні свердловини будують із пластмасових чи азбестоцементних труб діаметром 5–15 см і підключають до горизонтальних дрен безпосередньо за допомогою фасонних частин або через оглядові колодязі (рис. 8.25.). Відстань між вертикальними дренами розраховують, вона коливається в межах 25–100 м.

В окремих випадках, коли на невеликій глибині залягає добре водопроникний, але ненасичений водою горизонт, можна застосовувати вертикальні вбирні колодязі, що скидають надлишкові води з верхнього в нижній водоносний горизонт, що служить у цьому випадку водоприймачем. У вбирні колодязі надлишкова вода може надходити безпосередньо з ґрунту і з поверхні землі або підводитися горизонтальним відкритим чи закритим дренажем. Вбирні колодязі можна влаштовувати з керамічних, азбестоцементних або залізобетонних труб. Їх застосовують і для поповнення запасів підземних вод.

#### **Умови застосування осушення з механічним водопідйомом**

Механічну відкачку води застосовують у тих випадках, коли рівні води у водоприймачі періодично або постійно знаходяться вище рівнів води в осушувальній мережі.

Механічний водопідйом використовують в основному під час осушення обвалованих територій – приморських, приозерних і річкових (заплавних) польдерів, а також польдерів, що прилягають до водоймищ. Так, на польдерних системах у заплавах рік Ірпінь, Трубіж, Тясмин, що примикають до водосховищ Дніпровського каскаду, побудовані великі насосні станції продуктивністю 60–85 м<sup>3</sup>/с кожна. На річкових польдерах Закарпатської області відкачка води здійснюється шістьма насосними станціями загальною продуктивністю 32,3 м<sup>3</sup>/с.

В окремих випадках, коли небезпека затоплення відсутня, але рівень води у водоприймачі все-таки вищий, ніж в осушувальних каналах, застосовують машинне осушення без пристрою огорожувальних дамб. Такі системи влаштовують під час осушення торфорозробок, будівельних майданчиків, замкнутих і без уклонних територій, щоб уникнути заглиблення водоприймача.

Осушення заплавних земель з механічною відкачкою води має низку переваг у порівнянні із самопливним осушенням.

По-перше, механічний водопідйом дає можливість керувати процесами стоку з осушуваної території, тобто прискорювати відвід води у вологі періоди

року і сповільнювати його в посушливі. Цим самим можна здійснювати ефективне регулювання водного режиму ґрунтів на обвалованій території.

По-друге, завдяки механічному водопідйому на заплавах і низинах можна знижувати рівні ґрунтових вод на сільськогосподарських угіддях у більш короткий термін, ніж під час самопливного осушення, і тим самим забезпечувати проведення весняних польових робіт у більш ранній термін, а восени – кращу прохідність збиральних машин.

По-третє, шляхом відкачки можна знижувати рівні ґрунтових вод і в зимовий час, що сприяє підтриманню в ґрунті кращого водно-повітряного режиму ґрунтів і знижує обсяг весняного стоку.

До недоліків механічного осушення варто віднести великі капіталовкладення на влаштування дамб і насосних станцій (підвищується вартість систем приблизно на 30 %), а також високі експлуатаційні витрати, що включають вартість відкачки води.

Незважаючи на ці недоліки, осушення заплавної землі з механічним водопідйомом є ефективним і перспективним, тому що дозволяє здійснювати велику мобільність і гнучкість у керуванні водним режимом землі, не торкаючись проблем з регулювання великих водоприймачів і меліорації землі у розрізі гідрографічних басейнів.

#### *Контрольні питання та завдання*

1. Що таке надійність роботи водопровідної мережі?
2. Шляхи підвищення працездатності водопровідних мереж.
3. Шляхи підвищення працездатності насосних станцій.
4. Що таке резервування?
5. Які місцеві матеріали і конструкції можна використати для боротьби із затопленням населених пунктів?
6. Способи зниження рівня ґрунтових вод у випадку підтоплення території.

## ГЛАВА 9. ЕКСПЕРТИЗА ПРОЕКТІВ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Однією з важливих і відповідальних ділянок роботи працівників ДСНС України є розгляд проектної документації.

Право на проведення експертизи надається згідно з наступними нормативними документами:

- «Кодекс цивільного захисту України», Закон від 02.10.2012 № 5403-VI;
- «Деякі питання проведення перевірок щодо додержання суб'єктом господарювання вимог законодавства у сфері цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки» наказ МВС України від 02.11.2015 № 1337;
- «Про затвердження Порядку затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов», Постанова Кабінету Міністрів України від 11.05.2011 № 560;
- Правила визначення вартості будівництва ДСТУ Б Д.1.1-1:2013; в частині визначення прямих витрат, пункти 3.1.9-3.1.10.13, 3.2.5-3.2.7.8, 3.3.4, додатки 1, 15, 16 чинний ДСТУ-Н Б Д.1.1-2:2013 Настанова щодо визначення прямих витрат у вартості будівництва; в частині визначення розміру коштів на титульні тимчасові будівлі та споруди і на інші витрати у вартості будівництва, пункти 3.1.14-3.1.14.5, 3.1.15-3.1.15.4, 3.1.16.2, 3.2.9.3-3.2.11, 3.3.10.3-3.3.10.5, додатки М, 6-11, 17 чинний ДСТУ-Н Б Д.1.1-5:2013 Визначення розміру коштів на титульні тимчасові будівлі та споруди і інші витрати; в частині вимог до кошторисних норм, підрозділи 1.3, 1.5 чинний ДСТУ-Н Б Д.1.1-6:2013 Настанови щодо розроблення ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи; в частині визначення загальновиробничих і адміністративних витрат та прибутку, пункти 3.1.14.6, 3.1.18-3.1.18.4, 3.2.12-3.2.12.2, 3.3.3.3, 3.3.15, розділ 4, додатки 3, 4, 12, 13, 19 чинний ДСТУ-Н Б Д.1.1-3:2013 Настанова щодо визначення загальновиробничих і адміністративних витрат та прибутку у вартості будівництва.

Під час експертизи проектів у частині протипожежного водопостачання використовуються такі нормативні документи:

- ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».
- ДБН В.2.5 - 74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди».
- інші спеціальні НД.

Під час проведення експертизи встановлюється відповідність запроектованих елементів системи водопостачання вимогам нормативних документів, що діють, виявляються порушення в проектуванні (з урахуванням заходів пожежної безпеки об'єкта) та відхилення від вимог і норм ДБН В.2.5-74:2013, ДБН В.2.5-64:2012.

Облік нормативно-технічної роботи фахівцями структурних підрозділів управлінь пожежної охорони ведеться у спеціальних журналах обліку:

- новобудов;
- розглянутих проектів;
- експертиз проектів;

- роботи в архітектурно-технічних радах;
- консультацій та перевірки проектних організацій.

Експертизі підлягає проектно-кошторисна документація, до складу якої входить пояснювальна записка та креслення (архітектурно-будівельна, конструктивно-технологічна, сантехнічна, екологічна частини та кошториси на них), як на нове будівництво, так і на реконструкцію чи технічне переобладнання.

Терміни проведення експертизи становлять:

- не більше 30 календарних днів – для окремих будівель і споруд;
- 45 днів – для комплексу будівель і споруд;
- до 120 календарних днів – для комплексної експертизи у випадках, що

передбачені законодавством.

Процес експертизи проектів розбивають на три етапи:

1. Підготовка до експертизи.
2. Експертиза проекту.
3. Оформлення документації за результатами експертизи.

**До підготовчого етапу входять:**

- підбір нормативних документів;
- ознайомлення зі складом проектних матеріалів;
- ознайомлення з технологічним процесом об'єкта з метою виявлення речовин і процесів, що є пожежовибухонебезпечними (шляхом вивчення спеціальної літератури);
- складання переліку питань, які підлягають перевірці (так, щоб кожне перевірене питання було базою для наступного).

Велике значення має послідовність проведення експертизи. Наприклад: встановити стадію проектування; ознайомитись зі складом проекту; вивчати креслення і одночасно розглядати відповідний розділ пояснювальної записки і нормативного документа.

Робочі записи рекомендовано заносити в таблицю наступної форми:

Таблиця 9.1. Відповідність вимогам НД питань, що підлягають експертизі

№ п/п	Питання, що підлягає експертизі	Прийнято в проекті	Вимоги НД	Обґрунтування (розділ, пункт НД, розрахунок)	Висновок про відповідність
1	2	3	4	5	6

### **§ 9.1. Методика розглядання проектів зовнішніх протипожежних водопроводів**

Проектні матеріали звичайно складаються з пояснювальної записки, креслень і кошторисів.

У процесі ознайомлення з пояснювальною запискою можуть бути виявлені загальні питання зовнішнього протипожежного водопостачання, що містять у собі:

- обґрунтованість вибору системи водопостачання пожежної безпеки об'єкта і відповідність вимогам ДБН;
- відповідність вимогам ДБН прийнятих у проекті витрат і напорів на цілі пожежогасіння;
- доцільність влаштування пожежних водойм або ж, виходячи з надійності й економічності, структури протипожежних водопроводів.

Експертизу проектів протипожежного водопостачання необхідно проводити за напрямком води від вододжерела або водозабірної споруди до водоспоживачів.

*По джерелах водопостачання і споруд для забору води необхідно перевірити:*

- правильність вибору джерела водопостачання, типу і схеми розташування водозабірних споруд, взаємодію їх з існуючими й експлуатованими водозаборами;
- чи забезпечує конструкція приймальної споруди забір із вододжерела розрахункових витрат води на всі потреби, у тому числі і на цілі пожежогасіння;
- захист водозабірних споруд від різноманітних механічних ушкоджень (кригою, якорями, плотами тощо);
- чи передбачені пристрої, що захищають систему водопостачання від поптрапляння до неї сміття, планктону, біологічних обростань, наносів, льоду, риби тощо.

*По насосних станціях I підйому необхідно перевірити:*

- кількість і марку насосів, відповідність напорів і витрат розрахунковим;
- чи передбачається відновлення недоторканного пожежного запасу води в запасних і регульованих ємностях;
- чи забезпечується безперебійність роботи НС-1 підйому у випадку, якщо пожежний запас не передбачається або він зменшується, виходячи з умов поповнення;
- чи передбачений захист від гідравлічного удару в напірних водоводах захисною арматурою.

*По насосних станціях II підйому необхідно встановити:*

- тип насосної станції (високого або низького тиску);
- категорію надійності дії насосної станції і відповідність її вимогам норм;
- кількість, марку насосів, відповідність їх за напором і подачею розрахунковим даним до і під час пожежі, чи передбачена установка резервних пожежних насосів;
- відповідність, запроектованої насосної станції з точки зору архітектурно-будівельних й інженерних вимог ДБН;
- необхідність установки насосів, виходячи з їхньої припустимої вакуумметричної висоти всмоктування;
- чи забезпечується заливання всмоктувальних ліній пожежних насосів у випадку їхньої установки вище найнижчого рівня води в резервуарах протягом не більше 3 хвилин (для водопроводів високого тиску);

- чи правильно запроектовані всмоктувальні і напірні комунікації в насосній станції (пожежні насоси повинні мати самостійні всмоктувальні лінії); необхідність розміщення і розставляння запірної арматури, зворотніх клапанів;

- чи запроектовані два незалежних джерела енергоживлення двигунів насосів;

- наявність контролю за справністю схем автоматики й окремих автоматизованих споруд, а також автоматичного переключення електроживлення насосів з одного фідера на інший;

- наявність пристроїв контролю за рівнем і цілістю недоторканного пожежного запасу води в резервуарах і водонапірних вежах;

- чи передбачена світлова і звукова автоматична сигналізація про вмикання пожежних насосів;

- чи запроектований телефонний зв'язок із пожежною охороною і диспетчерським пунктом об'єкта;

- правильність фарбування пожежних насосів;

- наявність пристроїв захисту від гідравлічного удару у водоводах, а також обґрунтування можливості пуску пожежних насосів, якщо відкрита засувка на напірній лінії;

- чи передбачене підйомно-транспортне устаткування для експлуатації арматури, трубопровідне устаткування в насосній станції і його тип;

- чи передбачений у насосній станції внутрішній протипожежний водопровід, первинні засоби пожежогасіння;

- чи запроектований під'їзд до насосної станції з твердим покриттям.

*По резервуарах чистої води (пожежних водоймах) необхідно перевірити:*

- кількість, тип і ємність резервуарів (водойм) як правило, кількість резервуарів повинна бути не менше двох;

- правильність визначення об'єму недоторканного пожежного запасу води;

- відповідність ємності запроектованих резервуарів (водойм) розрахунковому недоторканному пожежному запасу води;

- чи передбачені заходи для збільшення запасу води в резервуарах, коли ДБНом допускається прокладання водоводу в одну лінію;

- пропорційність розподілу недоторканного пожежного запасу в резервуарах;

- чи правильно обладнані резервуари необхідними трубопроводами, чи забезпечений захист від замерзання води в них;

- терміни відновлення недоторканного пожежного запасу води і відповідність його нормативним;

- наявність пристроїв, що забезпечують зберігання недоторканного пожежного запасу й автоматичних показників рівня для подачі сигналу на вмикання додаткових насосів на НС-1;

- наявність пристроїв для забору води з резервуарів пересувними пожежними насосами і їхня відповідність розрахунку (правильність);

- відповідність кількості пожежних водойм, відстаней від них до будинків вимогам норм;



- правильність розміщення водойм щодо обслуговування ними будинків, споруд і виду пересувної пожежної техніки;
- чи правильно запроектовані водойми відносно їхньої теплоізоляції і гідроізоляції;
- чи не перевищує запроектована глибина водойм 3,5 м;
- чи передбачається періодична зміна води в пожежних водоймах і яким способом здійснюється подача води до них;
- чи запроектовані під'їзди і майданчики з твердим покриттям біля водойм для установки пожежних автомобілів для забору води і відповідність цих майданчиків вимогам норм;
- чи передбачені показники і штучне освітлення водойм під час забору води з них у нічний час.

*Найбільш ретельній експертизі повинні піддаватися проектні матеріали щодо водогінної мережі. У цьому випадку необхідно з'ясувати такі питання:*

- якщо об'єкт приєднується до міського водопроводу, необхідно оцінити його з погляду можливості безперебійної подачі пожежних витрат води;
- відповідність вимогам норм типу водогінної мережі – кільцева або тупикова;
- відповідність тупикової мережі нормативним умовам її застосування;
- чи передбачені пожежні водойми на найбільш важливих і пожежно-небезпечних об'єктах;
- відповідність найменших діаметрів розподільних труб мінімальним за допустимими нормами;
- відповідність нормативним вимогам відстаней між пожежними гідрантами, від гідрантів до будинків і різноманітних комунікацій;
- чи передбачені заходи для полегшення пошуку пожежних гідрантів на мережах (наприклад, таблички і світлопоказчики);
- наявність супровідних ліній і правильність розміщення на них пожежних гідрантів у випадку проектування водопровідних ліній діаметром 500 мм і більше;
- якщо трасування магістральних ліній виконане за типом трасування водоводів, то варто перевірити, чи передбачено їх закільцювання й облаштування на них переключень через кожні 2–3 км;
- правильність поділу водогінної мережі засувками на ремонтні ділянки (у випадку ремонту припускається одночасне відключення не більше 5 гідрантів);
- чи передбачена надійна гідроізоляція, що забезпечує водонепроникність колодязів пожежних гідрантів у водонасичених ґрунтах;
- правильність розташування підземних гідрантів у колодязях (вісь гідранта розташовується не ближче 175 мм і не далі 200 мм від стінки горловини люка, а відстань від верхньої частини гідранта до верхнього краю люка повинна бути не більше 400 мм і не менше 150 мм), надійність засобу гідроізоляції і наявність отворів для стоку води (у сухих колодязях), а також, які передбачені заходи проти замерзання гідрантів у зимовий час;
- установити відповідність пропускної спроможності водогінної мережі розрахунковими витратам і напором води для цілей пожежогасіння.

## **§ 9.2. Методика розглядання проектів внутрішніх протипожежних водопроводів**

*При експертизі проектів внутрішнього протипожежного водопостачання необхідно з'ясувати такі основні питання:*

- необхідність облаштування внутрішнього протипожежного водопроводу за умовами пожежної безпеки технологічного процесу;
- відповідність обраної схеми внутрішнього водопостачання вимогам пожежної безпеки;
- правильність визначення витрат води на внутрішнє пожежогасіння і розрахункову кількість струменів, а також напорів біля внутрішніх пожежних кран-комплектів;
- чи передбачено облаштування не менше чим двох віддалених один від одного вводів від зовнішнього водопроводу і кільцювання внутрішньої мережі, якщо це потрібно за нормами;
- відповідність місця розташування водомірного вузла і його будови вимогам норм, наявність засувки на обвідних лініях, що включаються від пускових кнопок, розташованих біля внутрішніх пожежних кран-комплектів або зблокованих з пристроями для автоматичного вмикання;
- правильність розміщення внутрішніх пожежних кран-комплектів з метою зрошення помешкання розрахунковою кількістю струменів (оцінюється побудовою карти зрошення);
- вибір довжини рукавів і діаметрів насадків стволів;
- правильність поділу внутрішньої мережі на ремонтні ділянки засувками;
- відповідність насосної установки вимогам норм;
- правильність визначення кількості резервних насосних агрегатів для цілей пожежогасіння;
- наявність двох незалежних джерел електропостачання кожного пожежного насосного агрегату;
- наявність автоматичних пристроїв для переключення насосних агрегатів при виході з ладу одного з них;
- ізольованість приміщення насосної установки від приміщень іншого призначення;
- вогнестійкість основних конструкцій насосного приміщення.

*Відповідність водонапірних баків і пневматичних установок нормативним вимогам:*

- правильність визначення об'єму пожежного запасу води у водонапірних і водяних баках пневматичних установок, з погляду на розрахунковий час гасіння у випадку ручного й автоматичного вмикання насосів;
- чи передбачене автоматичне відключення водонапірного бака в схемі водопроводу з насосом-підвищувачем в момент пожежі;
- чи забезпечить прийнята висота установки водонапірного бака в схемі водопроводу без насоса-підвищувача або тиску повітря в пневматичній установці необхідні напори у внутрішніх пожежних кран-комплектах.

Приміщення для розміщення пневматичних установок повинні відповідати вимогам до приміщень насосних установок.

Крім з'ясування ступеня виконання загальних вимог, запропонованих до протипожежних водопроводів усередині будинків, під час експертизи проектів внутрішніх протипожежних водопроводів, наприклад, для будинків театрів, необхідно встановити наступні:

- влаштування запасних резервуарів у разі недостатньої водовіддачі в міському водопроводі або у випадку приєднання внутрішньої мережі до тупикового водопроводу;

- автоматичне вмикання пожежних насосів;

- наявність засувок, вентилів на стояках, що обслуговують три пожежних кран-комплекти і більше;

- влаштування на лінії між насосами і розподільним колектором (для приєднання секцій спринклерного і дренчерного устаткування) патрубків із зворотними клапанами і стандартними сполучними голівками для приєднання пересувних пожежних насосів;

- влаштування не менше трьох пожежних кран-комплектів на планшетах сцени, якщо площа його до 500 м<sup>2</sup>, і не менше чотирьох, – якщо площа більша, а також установка їх біля галерей і поблизу входів у партер, амфітеатр, на яруси глядацької зали (для зрошення стелі глядацької зали по всій площі);

- влаштування на планшетах колосникової сцени кранів діаметром 65 мм із насадками 19 мм і пожежними рукавами довжиною 10 м.

Експертизою проектів внутрішніх протипожежних водопроводів житлових і громадських будинків підвищеної поверховості повинні бути з'ясовані такі основні питання (додатково до питань загального характеру):

- чи передбачені насоси підвищувачі, що забезпечують подачу води до цієї зони у випадку відключення одного з вводів (наприклад, встановленням засувок на ввіді і колекторі);

- чи передбачене влаштування двох вводів, закільцювання мережі по горизонталі, а також наявність засувок біля основи і на верхніх кінцях стояків;

- чи забезпечується доступ до труб внутрішньої мережі у випадку прихованого їхнього прокладання;

- чи відповідають прийняті відстані між кранами умовам зрошення кожної точки приміщення не менше ніж двома струменями;

- чи передбачений випуск двох виведених назовні патрубків діаметром 77 мм для приєднання рукавів пожежних автомашин;

- чи передбачена установка в пожежних кран-комплектах, розташованих на початку стояка, діафрагм для зниження тиску і зменшення витрати води;

- чи передбачено в насосній станції устрій телефонного або сигналізаційного зв'язку з найближчою пожежною частиною, а також світлової і звукової сигналізації про рівень води в запасних резервуарах, водонапірних баках і пневматичних установках кожної зони.

За результатами експертизи складається експертний висновок встановленої форми, який підписується:

- начальником підрозділу ДСНС України;
- безпосереднім виконавцем експертизи.

До експертного висновку можуть включатись рекомендації щодо посилення протипожежної безпеки об'єкта, розроблені з урахуванням аналізу пожеж та проведених науково-дослідних робіт.

Обов'язково необхідно заповнити журнали:

- обліку розглянутих проектів;
- **журнал** обліку експертизи проектів.

#### *Контрольні питання та завдання*

1. Порядок проведення експертизи проектів.
2. Що входить до підготовчого періоду експертизи?
3. Які нормативні документи необхідні для експертизи?

## ГЛАВА 10. ОБСТЕЖЕННЯ ТА ВИПРОБОВУВАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Комплексні і часткові обстеження проводять згідно з наказом МВС України «Деякі питання проведення перевірок щодо додержання суб'єктом господарювання вимог законодавства у сфері цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки» від 02.11.2015 № 1337. Представникам пожежної охорони в процесі здійснення функцій держпожнагляду необхідно обстежувати системи водопостачання об'єктів і населених пунктів, наприклад, в процесі основного або контрольного обстеження діючого об'єкта або новобудови, а також приймання в експлуатацію новобудови реконструйованого підприємства (цеху).

Як правило, обстеження проводиться комплексно, тобто одночасно перевіряється виконання вимог пожежних правил і норм у будівельній частині, електропостачанні, опаленні, вентиляції, водопостачанні тощо.

Проте іноді необхідно проводити часткове обстеження, наприклад тільки водопостачання об'єкта у разі здавання в експлуатацію водопроводу після спорудження, реконструкції або ремонту. У цьому випадку після загального огляду необхідно провести випробування водогінних мереж на водовіддачу.

Обстеження проводиться із залученням компетентного представника адміністрації, що знає особливості водопостачання об'єкта і має відповідні повноваження для вирішення питань, що виникають при обстеженні. Такими особами на промислових підприємствах є інженери з водопостачання, начальники санітарно-технічних цехів, механіки, енергетики тощо, а в містах – начальники служб експлуатації водопроводу.

Будь-яке пожежно-технічне обстеження складається з трьох етапів:

- підготовчого періоду;
- огляду і перевірки об'єкта;
- оформлення результатів обстеження.

Під час підготовчого періоду необхідно:

- підібрати відповідну літературу, вивчити технологічний процес, специфіку водопостачання цього об'єкта тощо;
- ознайомитися з водопостачанням об'єкта за наданою документацією та на самому об'єкті;
- ознайомитися з раніше запропонованими заходами держпожнагляду та перевірити їхнє виконання;
- організувати комісію з обстеження протипожежного водопостачання об'єкта.

В процесі ознайомлення з водопостачанням треба з'ясувати вид вододжерела, призначення водопроводу (протипожежний або об'єднаний, низького чи високого тиску), розглянути його схему, склад споруд, розрахункові витрати води до пожежі і при пожежі.

### *Порядок проведення обстеження*

Під час проведення обстеження особлива увага звертається на надійність роботи водопровідних споруд і знання обслуговуючим персоналом своїх

обов'язків на випадок пожежі.

В процесі обстеження необхідно розібратися в особливостях об'єкта і його реальної пожежної небезпеки та ознайомитися з загальною схемою водопостачання і складом споруд.

### **§ 10.1. Методика обстеження зовнішніх систем протипожежного водопостачання**

Обстеження проводиться у визначеній послідовності. Найбільш доцільним є обстеження за напрямком руху води (тобто від вододжерела).

*Під час обстеження джерела водопостачання особлива увага приділяється малодобітним джерелам. Для таких джерел складають інструктивні вказівки для спостереження за такими показниками:*

- найбільш низьким і високим рівням води у вододжерелі;
- часом появи льодоставу і звільнення джерела від льоду;
- найбільшою товщиною льоду, появою шуги і донного льоду.

*Під час обстеження водоприймальних споруд із відкритих вододжерел з'ясовують:*

- число водоприймачів і самопливних ліній та їхні діаметри;
- рівень заглиблення водоприймачів відносно горизонту низьких вод вододжерела;
- способи боротьби з донним льодом у вододжерелі;
- наявність пристроїв для промивання самопливних ліній;
- відсутність льоду у водозабірному колодязі взимку і поталої води навесні;
- необхідність прокладання додаткових самопливних ліній у зв'язку зі збільшенням водоспоживання об'єкта, пов'язаного з розширенням виробництва, зміною профілю (ці питання з'ясовують в процесі опитування технічного персоналу).

*Якщо забір води проводиться з підземних вододжерел, необхідно з'ясувати наявність резервних свердловин та насосних агрегатів на випадок ремонту.*

*Якщо подача води на об'єкт проводиться з міської водогінної мережі, то необхідно перевірити:*

- кількість водоводів, прокладених від міської мережі на об'єкт (тобто чи дублюється подача);
- справність вимикаючих пристроїв, які передбачаються під час прокладання однієї лінії водопроводу, а також наявність покажчиків, що полегшують їх пошук;
- можливість пропуску не менше 50 % розрахункових витрат води для цілей пожежогасіння та інших потреб за допомогою перемичок, що перемикають лінії в момент аварії;
- справність ремонтних засувок на водоводах і наявність покажчиків, що полегшують їх пошук;
- наявність інструкції для обслуговуючого персоналу з відкриття обвідних ліній у випадку пожежі на об'єкті і знання цих інструкцій обслуговуючим персоналом.

*Під час обстеження насосних станцій необхідно встановити:*

- відповідність проектних даних параметрам, що розвиваються, насосами (напорів і подач) насосної станції II підйому;
- надійність дії системи контролю за наявністю недоторканного пожежного запасу в резервуарах чистої води;
- наявність і справність джерел резервного живлення двигунів пожежних насосів (або резервних насосних агрегатів) і засобів автоматичного переключення електроживлення з одного фідера на інший;
- справність звукової і світлової автоматичних сигналізацій для подачі сигналу про вмикання пожежних насосів;
- телефонний зв'язок із черговим диспетчером міськводоканалу і пожежної охорони;
- наявність інструкції з подачі води на пожежні потреби від основного і резервного насосів і знання функціональних обов'язків на випадок пожежі обслуговуючим персоналом;
- правильне ведення журналу з експлуатації, дотримання термінів планово-попереджувальних ремонтів і профілактичних оглядів насосних агрегатів і комунікацій;
- число загальних усмоктувальних і напірних ліній у насосних станціях;
- спосіб з'єднання насосів із двигуном, наявність неспалимих конструкцій, що захищають помешкання станції і служать для безпосереднього виходу з неї назовні;
- можливість обмеження напору в мережі під час пожежі за допомогою запобіжних клапанів з метою уникнення розірвання трубопроводів зовнішньої мережі;
- наявність у насосній станції схеми розташування устаткування, всмоктувальних і напірних ліній, засувки, зворотніх клапанів та іншої арматури, відповідність номера на схемі і безпосередньо на устаткуванні.

*Під час обстеження резервуарів необхідно перевірити:*

- роботу всіх резервуарів, їхню справність і ступінь заповнення водою на момент обстеження;
- стан під'їзних шляхів до резервуарів;
- справність пристроїв для забору води пересувними пожежними насосами;
- об'єм недоторканного пожежного запасу води і відповідність його розрахунковому;
- справність сигналізаційних пристроїв, що контролюють рівень недоторканного пожежного запасу.

Необхідно також установити, чи були випадки, коли збереження непорушного запасу води не забезпечувалося.

Якщо такі випадки спостерігалися, необхідно з'ясувати їхні причини і визначити заходи щодо попередження подібних явищ надалі.

Зберігання недоторканого запасу води в резервуарах може не забезпечуватися з таких причин:

- а) недостатня подача води спорудами або невідповідність розрахункової подачі водопроводу водоспоживачам;

б) відсутність гарантій у подачі води спорудами I-го підйому, наприклад через перерви в енергопостачанні насосів станції I-го підйому та у роботі очисних споруд через недостатню кількість фільтрів і відстійників;

в) відсутність або несправність контрольної сигналізації про рівень води;

г) неправильне розташування всмоктувальних труб господарських і спеціальних пожежних насосів і з'єднання їх між собою;

д) недотримання термінів профілактичних оглядів і випробування устаткування.

*Під час обстеження водонапірних багит необхідно:*

– визначити об'єм непорушного запасу води і його відповідність розрахунковому;

– перевірити справність пристроїв для зберігання непорушного запасу і сигналізації для контролю його рівня;

– установити справність автоматичних пристроїв, призначених для відключення водонапірних споруд у випадку вмикання пожежних насосів, а також справність засувки і вентилів із ручним і автоматичним приводами;

– перевірити можливість забору води пожежними автомобілями, оглянути пломби на засувках трубопроводів, призначених для пропускання тільки пожежних витрат (засувки пломбуються в закритому стані);

– пересвідчитися в справності теплоізоляції трубопроводів, прокладених на відкритому повітрі, що запобігає їхньому замерзанню в зимовий час;

– проконтролювати дотримання термінів профілактичних оглядів і ремонтів водонапірних споруд;

*Під час обстеження зовнішньої водогінної мережі перевіряється:*

– довжина окремих тупикових ліній і їхня віддаленість від кільцевої мережі, відповідність цих числових значень нормативним вимогам;

– наявність у зовнішній мережі, що забезпечує пожежні потреби, ділянок із труб діаметром менше 100 мм;

– розташування пожежних гідрантів на зовнішній водогінній мережі;

– стан колодязів пожежних гідрантів (можливість відкриття кришки люка, стан гідроізоляції, працездатність пристосувань для спуску води з гідрантів, наявність пристроїв проти замерзання гідранта);

– наявність показчиків пожежних гідрантів;

– стан під'їздів до гідрантів;

– розмір ремонтних ділянок, число засувки на мережі (чи відповідає це нормам);

– справність водогінної мережі (які ділянки виключені, з яких причин);

– справність ремонтних засувки на водогінній мережі і наявність показчиків, що полегшують пошук;

– водовіддача мережі або окремих її ділянок із метою визначення відповідності пропускної спроможності необхідній витраті на пожежогасіння;

– надходження в пожежну охорону повідомлень про проведення ремонтних робіт;

Проте гідравлічні випробування зовнішньої водогінної мережі на



водовіддачу потребують визначеного часу і відповідного устаткування, крім того їх не завжди можна провести.

За таблицею Лобачева В.Г. можна визначити максимальну кількість води, що можна відібрати із зовнішньої водогінної мережі. Знаючи діаметри мережі і мінімальні напори, можна розрахувати пропускну спроможність зовнішньої водогінної мережі.

Напір мережі визначають за манометром на заглушці пожежної колонки або мановакууметра на всмоктувальному патрубку насоса пожежного автомобіля при установку їх на гідранти зовнішньої мережі.

Більш точно перевіряють пропускну спроможність водогінної мережі у випадку її гідравлічного розрахунку або під час гідравлічних випробувань.

## **§ 10.2. Методика обстеження внутрішніх протипожежних водопроводів**

Під час обстеження внутрішніх водопроводів будинків необхідно перевірити:

- цілісність трубопроводів внутрішнього водопроводу (чи не відключені які-небудь його ділянки внаслідок несправності трубопроводів);
- справність засувок і стан насосів-підвищувачів, надійність дистанційного управління ними;
- справність і стан внутрішніх пожежних кран-комплектів, рукавів і стволів, наявність спеціальних шаф для їхнього зберігання з пломбами;
- використання внутрішніх пожежних кран-комплектів за призначенням (необхідно, щоб діаметри насадків стволів і рукавів, а також довжина рукавів усіх внутрішніх пожежних кран-комплектів у цьому будинку були однакові);
- утеплення приміщень, у яких розташовуються засувки для подачі води у внутрішню мережу приміщень, що не опалюються;
- доступність підходів до внутрішніх пожежних кран-комплектів;
- наявність необхідної кількості внутрішніх пожежних кран-комплектів і правильність їхнього розташування;
- наявність у стояках внутрішніх пожежних кран-комплектів води;
- пропускну спроможність водоміра та наявність обвідної лінії на водомірному вузлі і справність електрозасувки, що встановлена на ній;
- справність пристрою, що забезпечує зберігання недоторканного протипожежного запасу у водонапірних баках або пневмобаках.

На закінчення первинного і кожного детального обстеження необхідно провести випробування внутрішнього пожежного водопроводу на водовіддачу.

При цьому необхідно вибирати для забору води пожежні кран-комплекти, найбільш віддалені від введення в будинок.

Одночасно з цим перевіряється пропускну спроможність водомірного вузла, отримане значення зіставляють із проектними даними максимальних на пожежні і господарські потреби, а також за можливістю, на зрошення.

Якщо під час випробування внутрішнього водопроводу встановлено, що для роботи внутрішніх пожежних кран-комплектів на верхніх поверхах напори

недостатні не тільки за максимального, але і за мінімального водоспоживання, варто вимагати установки насоса-підвищувача або водонапірного бака.

*Оформлення результатів визначення водовіддачі водопровідних мереж.*

Результати визначення водовіддачі заносять у протоколи; протоколи є офіційними документами і зберігаються в пожежних частинах і управліннях експлуатації водопроводів. За результатами визначення водовіддачі складають карту протипожежного водопостачання для цього району з позначенням кількості води, яку можна відібрати. У разі недостачі води для пожежогасіння, управління пожежної охорони складає акт про необхідність капітальних заходів з підсилення водопровідної мережі.

Для закріплення знань цієї глави рекомендується проводити практичні заняття у вигляді ділових ігор за сценаріями, що наведені нижче.

### **§ 10.3. Сценарії ділових ігор**

#### ***Сценарій блоку №1 «Пожежно-технічне обстеження системи зовнішнього протипожежного водопостачання об'єкта»***

**Мета:** проведення перевірки працездатності та відповідності вимогам нормативних документів системи зовнішнього протипожежного водопостачання об'єкта.

#### **Основні завдання:**

- закріпити знання вимог нормативних документів;
- ознайомитись з пожежно-технічною характеристикою та схемою протипожежного водопостачання об'єкта;
- провести обстеження системи зовнішнього протипожежного водопостачання об'єкта;
- провести перевірку працездатності пожежних гідрантів із пуском води;
- за результатами перевірки скласти відповідні акти.

#### **Методика проведення:**

Перевірка системи протипожежного водопостачання є одним із розділів проведення пожежно-технічного обстеження об'єкта. Під час обстеження працівники органу державного пожежного нагляду проводять перевірку системи протипожежного водопостачання населених пунктів, сільськогосподарських підприємств, новобудов, діючих об'єктів, а також приймають в експлуатацію мережі та водопровідні споруди, які вперше прокладено або реконструйовано. Обстеження системи проводять із залученням компетентних представників адміністрації, що знають особливості водопостачання об'єкта і мають відповідні повноваження для вирішення та усунення виникаючих при перевірці питань та порушень. Такими працівниками на сільськогосподарських та промислових підприємствах є головні інженери, інженери-технологи, начальники санітарно-технічних цехів, інженери-механіки тощо.

Для проведення ПТО системи протипожежного водопостачання використовуються наступні нормативні документи:

- Правила пожежної безпеки в Україні;
- ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»;

- ДБН В.2.5 - 74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди»;
- відповідні норми та правила.

*Проведення ПТО системи зовнішнього протипожежного водопостачання об'єкта умовно можна поділити на три етапи:*

I. Преший етап – це підготовчий період.

II. Другий етап – це огляд і обстеження системи зовнішнього протипожежного водопостачання та перевірка працездатності пожежних гідрантів із пуском води.

III. Оформлення результатів обстеження та перевірок.

### **I. Під час підготовчого періоду необхідно:**

1. Відповідно до графіку проведення ПТО об'єктів, узгодити з їхнім керівництвом дату та час проведення перевірки.

2. Ознайомитися з технологічним процесом виробництва, з його рівнем вибухо-пожежонебезпечності, з характеристиками будівельних конструкцій виробничих та допоміжних будівель і споруд, з їхнім ступенем вогнестійкості та визначити витрати води на пожежогасіння (розділ 6, табл. 3-7 ДБН В.2.5-74:2013).

3. Ознайомитися з системою водопостачання об'єкта за наявною документацією та з'ясувати:

- види наявних вододжерел (водопровідне чи безводопровідне);
- тип водопроводу (окремий протипожежний чи об'єднаний, високого чи низького тиску);
- схему водопроводу з водопровідними спорудами;
- розрахункові витрати води, необхідні в звичайний час і **при** пожежі.

4. Ознайомитися з пунктами приписів по раніше запропонованих заходах з підвищення працездатності системи водопостачання на об'єкті та станом їхнього виконання.

Перед виходом на об'єкт складається перелік питань для перевірки його відповідності нормативним вимогам за формою, що наведена в табл. 10.1.

Таблиця 10.1. Перевірка відповідності стану системи ППВ вимогам норм

№ п/п	Що перевіряється	Фактично існує	Вимагається за нормами	Посилання на норми	Висновок про відповідність

### **II. Другий етап – це огляд і обстеження системи зовнішнього протипожежного водопостачання та перевірка працездатності пожежних гідрантів із пуском води**

Обстеження системи зовнішнього протипожежного водопостачання необхідно проводити за напрямком руху води. Для системи зовнішнього водопроводу – починаючи від вододжерела або з місця з'єднання водопроводу з міською водопровідною мережею та до найвіддаленішого пожежного гідранта. При цьому виявляються основні недоліки в системі водопостачання і вказуються

заходи щодо їхнього усунення.

Перевірку системи рекомендується проводити в послідовності, що наведена в табл. 10.2.

Скласти припис з обґрунтованими протипожежними заходами за виявленими недоліками та відхиленнями від вимог нормативних документів. Після закінчення перевірки пожежних гідрантів складається акт перевірки в трьох примірниках: один – в наглядову справу, другий – у виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства і третій в координаційний центр ГУ ДСНС України. В акті вказуються кількість перевірених пожежних гідрантів, і в т. ч. кількість несправних, їхня адреса та характер несправності.

Таблиця 10.2. Послідовність перевірки системи протипожежного водопостачання

№ п/п	Що перевіряється	Посилання на нормативні документи	Вимагається за нормами
1	2	3	4
1	Область застосування зовнішнього водопроводу	п. 6.2.1 ДБН В.2.5:74:2013	<p>Зовнішній протипожежний водопровід слід передбачати на території населених пунктів, підприємствах виробничого, аграрно-промислового комплексу, складського призначення та інших, окрім зазначених у 1.3. Зовнішній протипожежний водопровід рекомендується об'єднувати з питним або виробничим водопроводом підприємств.</p> <p>Протипожежне водопостачання допускається не передбачати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в населених пунктах з кількістю жителів до 50 чоловік у разі забудови будинками висотою до двох поверхів;</li> <li>- окремо розташованих, розташованих поза населеним пунктом: <ul style="list-style-type: none"> <li>а) підприємств суспільного харчування (їдальні, кафе тощо), якщо об'єм будинків до 1000 м<sup>3</sup>;</li> <li>б) підприємств торгівлі, якщо площа до 150 м<sup>2</sup> (за винятком промтоварних магазинів);</li> <li>в) громадських будинків I і II ступеня вогнестійкості об'ємом до 250 м<sup>3</sup>;</li> </ul> </li> <li>- виробничих будинків I і II ступеня вогнестійкості об'ємом до 1000 м<sup>3</sup> з виробництвами категорії Д (за винятком будинків з металевими незахищеними чи дерев'яними несучими конструкціями, а також з полімерним утеплювачем об'ємом до 250 м<sup>3</sup>);</li> <li>- заводів по виготовленню залізо-бетонних виробів і товарного бетону з будинками I і II ступенів вогнестійкості, які розміщені в населених пунктах та обладнані мережами водопроводу, за умови розміщення пожежних гідрантів на відстані не більше 200 м від найбільш віддаленої будівлі заводу;</li> </ul>

1	2	3	4
			<p>- сезонних універсальних приймально-заготівельних пунктів сільгосппродуктів, якщо об'єм будівель до 1000 м<sup>3</sup>;</p> <p>- будинків складів горючих матеріалів у горючій упаковці площею до 50 м<sup>2</sup>.</p>
2	Вид протипожежного водопроводу	п. 6.3.3 ДБН В.2.5:74:2013	Протипожежний водопровід, як правило, слід обирати низького тиску. Протипожежний водопровід високого тиску слід обирати за технічними або містобудівними умовами та обмеженнями відповідно до вимог чинного законодавства.
	Напір у мережу	п. 6.3.4 ДБН В.2.5:74:2013	Мінімальний вільний напір у мережі протипожежного водопроводу низького тиску під час пожежогасіння (на рівні поверхні землі) повинен бути не менше ніж 10 м.
		п.6.3.3 ДБН В.2.5:74:2013	У протипожежному водопроводі високого тиску стаціонарні пожежні насоси повинні бути обладнані пристроями, які забезпечують їхній пуск не пізніше ніж через 5 хв після надходження сигналу про виникнення пожежі.
		п. 6.3.4 ДБН В.2.5:74:2013	Мінімальний вільний напір у мережі протипожежного водопроводу високого тиску повинен забезпечувати висоту компактного струменя не менше ніж 10 м за максимально необхідної витрати води на пожежогасіння та розташуванні пожежного ствола на рівні найвищої точки самої високої будівлі.
		п. 6.3.4 ДБН В.2.5:74:2013	Вільний напір у мережі об'єданого протипожежного водопроводу (питного або виробничого) повинен бути не менше ніж 10 м, але не більше ніж 45 м.
3	Водозабірні споруди	п. 9.1.2.3 ДБН В.2.5:74:2013	Кількість резервних свердловин визначають залежно від категорії системи водопостачання за надійністю дії або за ступенем забезпеченості подачі води згідно з таблицею 10.
4	Насосні станції	п. 11.1 ДБН В.2.5:74:2013	Категорію насосних станцій та установок по надійності дії або за ступенем забезпеченості подачі води ділять на три категорії.
		п. 11 ДБН В.2.5:74:2013	В насосних станціях повинні бути резервні насоси.
		п. 11.4 ДБН В.2.5:74:2013	Кількість всмоктувальних ліній до насосної станції незалежно від кількості та груп установлених насосів, включаючи пожежні, повинна бути не менше двох. У випадку вимкнення однієї лінії інші слід розраховувати на пропуск повної розрахункової витрати для насосних станцій I та II категорій і 70 % розрахункової витрати для насосних станцій III категорії. Улаштування однієї всмоктувальної лінії допускається для насосних станцій III категорії.

1	2	3	4
		п. 11.5 ДБН В.2.5:74:2013	Кількість напірних ліній від насосних станцій і установок I та II категорій повинна бути не менше двох.
		п. 11.17 ДБН В.2.5:74:2013	Насосні станції з розміром машинного залу 6x9 м і більше слід обладнувати внутрішнім протипожежним водопроводом з витратою води 2,5 л/с.
		п. 11.22 ДБН В.2.5:74:2013	Насосні станції і установки протипожежного водопостачання допускається розміщувати у виробничих будівлях, при цьому їх слід відокремлювати протипожежними перегородками I типу та протипожежними перекриттями 3 типу.
5	Резервуари, запасні регулюючі ємності	п. 13.1.1, п. 13.1.3 ДБН В.2.5:74:2013	Пожежний об'єм води слід передбачати у випадках, коли отримання необхідної кількості води для гасіння пожежі безпосередньо з джерела водопостачання технічно неможливе або економічно недоцільне.
		п. 13.2.3 ДБН В.2.5:74:2013	За межами резервуару або водонапірної башти на відповідному (підвідно-відвідному) трубопроводі слід передбачати пристрій для відбору води автоцистернами та пожежними машинами зі з'єднувальними голівками діаметром не менше ніж 80 мм.
		п. 13.2.10 ДБН В.2.5:74:2013	Загальна кількість резервуарів одного призначення в одному вузлі повинна бути не менше двох. Улаштування одного резервуара допускається у випадку відсутності в ньому пожежного та аварійного об'ємів води.
6	Водоводи, водопровідні мережі	п. 12.5 ДБН В.2.5:74:2013	В межах населених пунктів водопровідні мережі, як правило, повинні бути кільцевими. Тупикові мережі водопроводів допускається застосовувати у разі довжини мережі не більше ніж 200 м та за умови наявності у кінці мережі споживача з постійним відбором води. Кільцювання зовнішніх водопровідних мереж внутрішніми водопровідними мережами будинків і споруд не допускається. У населених пунктах із числом жителів до 5 тис. включно і витратою води на зовнішнє пожежогасіння до 10 л/с включно або якщо кількість внутрішніх пожежних кран-комплектів у будівлі до 12 включно допускаються тупикові лінії довжиною більше ніж 200 м за умови влаштування протипожежних резервуарів контррезервуарів чи водойми або водонапірної башти на кінці тупика.
		п. 12.10 (примітка) ДБН В.2.5:74:2013	Розподіл на ремонтні ділянки має забезпечувати у випадку відключення однієї з ділянок відключення не більше п'яти пожежних гідрантів і подачу води споживачам, що не допускають перерви у водопостачанні.

1	2	3	4
		п. 12 ДБН В.2.5:74:2013	Діаметр труб водопроводу, об'єданого з протипожежним, повинен бути не менше: - 100 мм – у населених пунктах і на промислових підприємствах; - 75 мм – у сільських населених пунктах.
7	Пожежні гідранти	п.12.16 ДБН В.2.5:74:2013	Пожежні гідранти слід передбачати уздовж вулиць та автомобільних доріг на відстані не більше ніж 2,5 м від краю проїзної частини, але не ближче ніж 5 м від стін будівель.
7.1	Розташування		Установка гідрантів на відгалуженні від лінії водопроводу не допускається.
7.2	Розміщення на водопровідній мережі		Розміщення пожежних гідрантів на водопровідній мережі для зовнішнього пожежогашіння будь-якої будівлі, споруди або її частини, що обслуговуються цією мережею, за умов прокладання рукавних ліній довжиною не більше ніж зазначено в 13.3.4 по дорогах із твердим покриттям, повинно забезпечуватись: - від одного гідранта, якщо витрата води до 15 л/с включно; - не менше ніж від двох гідрантів, якщо витрата води на зовнішнє пожежогашіння більше 15 л/с.
7.3	Відстань між гідрантами		Визначається розрахунком, що враховує сумарну витрату води на пожежогашіння і пропускну здатність гідранта (ГОСТ 8220-82 зі змінами і ГОСТ 13816-80). $L_{\Gamma} < R_{\Gamma}$ $R_{\Gamma} = R_{\text{к.с.}} + L_{\text{р}} - T_{\text{б}}$
7.4	Наявність покажчика пожежного гідранта	ГОСТ 12.4.009-83	Вказівний знак пожежного гідранта розташовують на видному місці на висоті 2–2,5 м на опорах та на стінах будинків, розташованих не далі 25 метрів від дороги.
		ДСТУ ISO 6309:2007	Вказівні знаки повинні бути з електричним освітленням чи флуоресцентним покриттям.
7.5	Експлуатація пожежних гідрантів	п. 2.4.3 ГОСТ 12.4.069-83	Пожежні гідранти повинні не рідше ніж через 6 місяців (навесні і восени) піддаватися технічному огляду і перевірятися на працездатність пуском води з реєстрацією результатів у журналі.
		п. 6.3.1.2. ПІБВУ	Контроль за технічним станом пожежних гідрантів і їхній ремонт здійснюють організації, що експлуатують водогінні мережі. Доцільно рішенням місцевих рад зобов'язати підприємства, організації, домовласників підтримувати пожежні гідранти в районі розміщення підприємства, домоволодіння в справному стані (очищати кришки люків від бруду і снігу, утеплювати в холодний період тощо).

## **Сценарій блоку №2 «Пожежно-технічне обстеження системи внутрішнього протипожежного водопостачання будівлі»**

**Мета:** проведення перевірки наявності, працездатності, надійності роботи та відповідності вимогам нормативних документів системи внутрішнього протипожежного водопостачання будівлі.

### **Основні завдання:**

- закріпити знання вимог нормативних документів;
- ознайомитись з пожежно-технічною характеристикою та схемою протипожежного водопостачання будівлі;
- провести обстеження системи внутрішнього протипожежного водопостачання будівлі;
- провести перевірку працездатності системи з пуском води та зняттям гідравлічних характеристик;
- за результатами перевірки скласти відповідні нормативні акти.

### **Методика проведення:**

Перевірка системи протипожежного водопостачання є одним із розділів проведення пожежно-технічного обстеження будівлі. Під час обстеження працівники органу державного пожежного нагляду проводять перевірку системи внутрішнього протипожежного водопостачання виробничих, громадських, будівель підвищеної поверховості, а також приймають в експлуатацію мережі будівель, які вперше прокладено або реконструйовано. Обстеження системи проводять із залученням компетентних представників адміністрації, що знають особливості водопостачання об'єкта і мають відповідні повноваження для вирішення та усунення питань та порушень, що виникають під час перевірки. Такими працівниками на сільськогосподарських та промислових підприємствах є головні інженери, інженери-технологи, начальники санітарно-технічних цехів, інженери-механіки тощо.

Для проведення ПТО системи протипожежного водопостачання використовуються наступні нормативні документи:

- Правила пожежної безпеки в Україні;
- ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»;
- ДБН В.2.5 - 74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди»;
- відповідні норми та правила.

*Проведення ПТО системи внутрішнього протипожежного водопостачання будівлі умовно можна поділити на три етапи:*

I. Перший етап – це підготовчий період.

II. Другий етап – це огляд і обстеження системи внутрішнього протипожежного водопостачання та перевірка працездатності пожежних гідрантів із пуском води.

III. Оформлення результатів обстеження та перевірок.

*Під час підготовчого періоду необхідно:*

1. Відповідно до графіку проведення ПТО об'єктів узгодити з їхнім керівництвом дату та час проведення перевірки.

2. Ознайомитися з технологічним процесом виробництва в будівлі, з рівнем



вибухо-пожежонебезпечності, з характеристиками будівельних конструкцій виробничих та допоміжних будинків і споруд, з їхнім ступенем вогнестійкості та визначити витрати води на пожежогасіння (табл. 3-5 ДБН В.2.5-64:2012).

3. Ознайомитися з системою внутрішнього протипожежного водопостачання будівлі за наявною документацією та з'ясувати:

- види наявних вододжерел (водопровідне чи безводопровідне);
- тип водопроводу (окремий протипожежний чи об'єднаний, високого чи низького тиску);
- схему водопроводу з водопровідними спорудами;
- розрахункові витрати води, необхідні в звичайний час і при пожежі.

4. Ознайомитися з пунктами приписів, раніше запропонованих заходів з підвищення працездатності системи водопостачання на об'єкті, та станом їхнього виконання.

5. Перед виходом на об'єкт складається перелік питань для перевірки їх відповідності нормативним вимогам за формою, наведеною в табл. 10.3.

Таблиця 10.3. Перевірка відповідності стану системи зовнішнього протипожежного водопостачання вимогам норм

№ п/п	Що перевіряється	Фактично існує	Вимагається за нормами	Посилання на норми	Висновок про відповідність

***II. Другий етап – це огляд і обстеження системи внутрішнього протипожежного водопостачання та перевірка працездатності пожежних кран-комплектів із пуском води.***

Обстеження системи внутрішнього протипожежного водопостачання необхідно проводити за напрямком руху води. Для системи внутрішнього водопроводу – починаючи від колодязя в місці з'єднання водопроводу з міською водопровідною мережею та до найвіддаленішого пожежного кран-комплекту. При цьому виявляються основні недоліки в системі водопостачання і вказуються заходи щодо їх усунення. Перевірку системи рекомендується проводити у послідовності, що наведена у табл. 10.4.

Таблиця 10.4. Перевірка відповідності стану системи внутрішнього протипожежного водопостачання вимогам ДБН В.2.5-64:2012

№ п/п	Що перевіряється	Посилання на нормативні документи	Вимагається за нормами
1	2	3	4
1	Необхідність влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу, число струменів на пожежогасіння та мінімальна витрата одного струменя	ДБН В.2.5-64:2012 п.п. 8 табл. 3, 4, 5	<p>Відповідно до зазначених пунктів і таблиць визначається необхідність влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу, число струменів на внутрішнє пожежогасіння і мінімальна витрата на один струмінь для наступного порівняння з фактичною витратою водопроводу обстежуваного об'єкта.</p> <p>Витрати води на внутрішнє пожежогасіння, взяті з таблиць 3 і 4, слід уточнювати за таблицею 5 залежно від радіуса дії компактної частини струменя і діаметра пожежного кран-комплекту.</p>
2	Необхідність влаштування кільцевої чи тупикової мережі	ДБН В.2.5-64:2012 п.10.1	Водопровід обирається кільцевим чи із за кільцеваними вводами, якщо число пожежних кран-комплектів 12 і більше чи коли є два і більше тупикові магістральні трубопроводи.
3	Кількість і влаштування введів водопроводу в будинок	ДБН В.2.5-64:2012 п.10.1-10.3	<p>Два вводи і більше варто передбачати для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- будинків, в яких встановлено більше 12 пожежних кран-комплектів;</li> <li>- житлових будинків з числом квартир понад 400;</li> <li>- клубів з естрадою, кінотеатрів з числом місць понад 300;</li> <li>- театрів і клубів зі сценою незалежно від числа місць;</li> <li>- будинків, обладнаних спринклерними і дренчерними АУП, якщо число вузлів керування понад три;</li> <li>- бань, якщо число місць 200 і більше;</li> <li>- пралень на 2 т і більше білизни в змїну.</li> </ul> <p>У разі необхідності встановлення в будинку насосів для підвищення тиску, вводи повинні бути об'єднані перед насосами з установкою засувки на з'єднувальному трубопроводі.</p> <p>У випадку встановлення на кожному вводі насосів, об'єднання введів не потрібно.</p>

1	2	3	4
4	Влаштування обвідних ліній водомірних вузлів	ДБН В.2.5-64:2012 п.13.6	<p>Обвідна лінія лічильника обов'язкова якщо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- є один ввід;</li> <li>- лічильник не розрахований на пропуск протипожежної витрати води.</li> </ul> <p>На обвідній лінії потрібно встановлювати засувку, опломбовану в закритому положенні.</p> <p>Засувка для пропуску протипожежної витрати води повинна бути з електроприводом. Обвідну лінію потрібно розраховувати на максимальну (з урахуванням протипожежної витрати води). Засувка з електроприводом повинна відкриватись автоматично від кнопок, встановлених біля пожежних кранів, чи від пристроїв протипожежної автоматики. Відкриття засувки повинно бути заблоковано з пуском пожежних насосів у разі недостатнього тиску у водопровідній мережі.</p>
5	Насосні установки	ДБН В.2.5-64:2012 п. 14.3, 14.4, 14.18-14.19	<p>Насосні установки слід розташовувати в тепlopунктах, бойлерних, котельнях.</p> <p>Дозволяється встановлювати насоси на перших і підвальних поверхах будівель I та II ступеня вогнестійкості. Приміщення повинні мати опалення, бути огороженими протипожежними стінами, перегородками, перекриттям та мати окремий вихід назовні або на сходову клітину.</p> <p>Число основних і резервних насосів визначається згідно ДБН. Насосні установки повинні мати ручне і дистанційне керування; в будинках висотою понад 50 м, у будинках культури і актових конференцзалах, будинках, обладнаних спринклерними і дренчерними установками, – ручне, дистанційне, автоматичне керування.</p> <p>У випадку дистанційного пуску насосів пускові кнопки варто встановлювати в шафах ПМК.</p> <p>У разі автоматичного і дистанційного включенні насосів одночасно повинні включатися світловий і звуковий сигнали в приміщенні з цілодобовим перебуванням обслуговуючого персоналу.</p>

1	2	3	4
			<p>Під час забору води з резервуара варто передбачати установку насосів «під залив». У випадках розміщення насосів вище рівня води в резервуарі варто передбачати пристрій для заливання насосів чи встановлювати самовсмоктувальні насоси.</p> <p>У випадку забору води насосами з резервуарів повинно бути не менше двох всмоктувальних ліній. Кожна лінія повинна забезпечувати пропуск розрахункової витрати води.</p> <p>Категорія надійності енергопостачання обирається:</p> <p>I - якщо витрата води на пожежогасіння більше 2,5 л/с;</p> <p>II - якщо витрата води на пожежогасіння до 2,5 л/с включно.</p> <p>На напірній лінії кожного насоса передбачений зворотний клапан, засувка і манометр, а на всмоктувальній – установка засувки і манометра.</p> <p>Під час роботи насосів без підпору засувку на всмоктувальні лінії встановлювати не потрібно.</p>
6	<p>Необхідність встановлення і вимоги до запасних і напірно-регулюючих ємностей (водонапірних і гідропневматичних баків, резервуарів)</p>	<p>ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.8, 8.9, 15.1, 15.2, 15.4</p>	<p>Якщо є запасні та напірно-регулюючі ємності, вони повинні містити недоторканий протипожежний запас води, для забезпечення зберігання якого, а також унеможливлення використання води на інші витрати, мати спеціальні пристрої. Об'єми недоторканного протипожежного запасу варто визначати з розрахунку 10-хвилинного гасіння пожежі з пожежних кранів разом одночасною найбільшою витратою на інші потреби.</p> <p>Висота розташування водонапірних і гідропневматичних баків повинна забезпечувати необхідний напір біля пожежних кранів до повної витрати протипожежного запасу води.</p> <p>Якщо весь запас води для пожежогасіння знаходиться в резервуарах, то їхня ємність повинна забезпечувати роботу пожежних кранів протягом 3 годин. У випадку установки ПКК на системах автоматичних установок пожежогасіння, час роботи кранів слід вважати рівним часу роботи установок.</p>

1	2	3	4
7	Трубопроводи та арматура	ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.10, 8.14, 9.7, 9.14	<p>У будинках висотою 6 поверхів і більше в системах об'єднаного водопроводу пожежні стояки повинні бути закільцьовані зверху. При цьому для забезпечення зміни води необхідно передбачати кільцювання протипожежних стояків з одним чи декількома водозабірними стояками з установкою запірної арматури.</p> <p>На протипожежних системах із сухотрубками, які розташовані у неопалюваних будинках, запірна арматура повинна бути розташована в опалюваних приміщеннях.</p> <p>Трубопроводи і арматура протипожежних водопроводів повинні бути сталевими і за міцністю відповідати робочому тиску не більше 10 кг с/см<sup>2</sup>.</p> <p>Запірна арматура повинна встановлюватись біля основи пожежних стояків з числом пожежних кран-комплектів 5 і більше.</p> <p>У смітєвих камерах житлових будинків варто встановлювати поливальний кран з підведенням холодної і гарячої води. Якщо висота будинків 10 поверхів і більше, крім того, варто передбачати установку спринклера.</p> <p>Внутрішні мережі протипожежного водопроводу кожної зони будинків висотою 17 поверхів і більше повинні мати два виведені назовні пожежних патрубків зі з'єднувальною голівкою, діаметром 80 мм для приєднання пожежних рукавів від автомобіля з установкою в будинку зворотного клапана і засувки, керованої зовні.</p>
8	Пожежні кран-комплекти	ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.7, 8.11-8.17 п.п. 2.4.6-2.5.4, 2.5.10 ГОСТ 12.4.009-83	Спарені кран-комплекти допускається встановлювати у виробничих і громадських будівлях при розрахунковому числі струменів три і більше, а в житлових будинках – два і більше.
			В житлових будинках з коридорами довжиною до 10 м у разі розрахункової кількості струменів два в кожному приміщенні допускається зрошувати двома струменями, які подаються з одного пожежного стояка.

1	2	3	4
			<p>В житлових будинках з коридорами довжиною більше 10 м, у виробничих і громадських будівлях при розрахунковій кількості струменів два та більше кожен точку приміщення потрібно зрошувати двома струменями по одному струменю з двох сусідніх стояків.</p> <p>Примітка:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установку пожежних кран-комплектів на технічних поверхах та горищах варто передбачати, якщо в них є горючі матеріали і конструкції.</li> <li>2. Число струменів, які подаються з кожного стояка, потрібно встановлювати не більше двох на одному поверсі.</li> <li>3. Якщо кількість струменів чотири і більше, для одержання загальної необхідної витрати води допускається використовувати пожежні кран-комплекти на сусідніх поверхах.</li> </ol> <p>Пожежні кран-комплекти встановлюються на висоті 1,35 м над підлогою приміщення і розміщуються в навісних, приставних чи вбудованих шафах, що мають отвори для провітрювання, пристосованих для їхнього опломбування і візуального огляду без розкриття. Спарені пожежні кран-комплекти допускається встановлювати один над іншим, при цьому другий кран-комплект встановлюється на висоті не менше 1 м від підлоги. Кожен пожежний кран-комплект повинен бути укомплектований напірним пожежним рукавом одного з ним діаметра довжиною 10, 15 чи 20 м, пожежним стволом, спеціальним важелем для відкривання крану.</p>
			<p>Рукав повинний бути приєднаний до крана і до ствола а також скачаний у подвійну скатку чи складений у «гармошку». Крім того, розміри шафи повинні дозволяти встановлювати не менш двох ручних вогнегасників ємністю 10 л.</p> <p>На дверях шаф пожежних кранів із зовнішньої сторони повинні бути зазначені порядкові номери (ПКК-10) і номер телефону найближчої пожежної частини.</p>

1	2	3	4
			<p>Зовнішнє оформлення шаф повинне мати червоний сигнальний колір за ДСТУ ISO 6309:2007.</p> <p>У будинку чи частинах будівлі, розділених протипожежними стінами, варто застосовувати спринки, пожежні кран-комплекти однакового діаметра і пожежні рукава однієї довжини.</p> <p>Внутрішні пожежні кран-комплекти варто встановлювати переважно біля входу на площадках опалювальних (за винятком незаломлюваних) сходових кліток, у вестибюлях, коридорах, проходах та інших найбільш доступних місцях, при цьому їхнє розташування не повинне заважати евакуації людей.</p> <p>У приміщеннях, обладнаних спринклерними установками пожежогасіння, внутрішні пожежні кран-комплекти допускається розміщувати на спринклерній мережі після вузлів керування.</p> <p>Для одержання пожежних струменів з витратою води до 4 л/с варто застосовувати пожежні кран-комплекти і рукава діаметром 50 мм, а для пожежних струменів більшої продуктивності – діаметром 65 мм.</p>
9	Напір на пожежних кран-комплектах	ДБН В.2.5-64:2012 п.8.6, 8.7	<p>Гідростатичний напір у системі об'єднаного водопроводу не повинний перевищувати 60 м, а роздільного протипожежного водопроводу – 90 м на рівні найбільш низько розташованого пожежного кран-комплекту.</p> <p>Вільні напори у внутрішніх пожежних кранів повинні бути не менше 40 м і забезпечувати одержання компактних струменів висотою, необхідною для гасіння пожежі в будь-який час доби в найвищій і найвіддаленішій частині будинку.</p> <p>Найменшу висоту і радіус дії компактної частини пожежного струменя варто брати рівними висоті приміщення, але не менше:</p> <p>6 м – у житлових, громадських, виробничих і адміністративно-побутових будинках промислових підприємств висотою до 50 м;</p> <p>8 м – у житлових будинках висотою 50 м;</p>

1	2	3	4
10	Перевірка внутрішнього водопроводу на водовіддачу (за витратою води і радіусом дії компактної частини струменів)	п. 2.4.3 ГОСТ 12.4.009-83	<p>16 м – у громадських, виробничих і допоміжних будинках промислових підприємств висотою понад 50 м.</p> <p>Згідно з вимогами пожежні кран-комплекти повинні не рідше ніж через 6 місяців піддаватися технічному огляду і перевірятися на працездатність за допомогою пуску води з реєстрацією результатів у спеціальному журналі, а ППБ 08-85 зобов'язують робити таку перевірку щомісяця.</p> <p>Під час проведення пожежно-технічного обстеження перевірка внутрішнього водопроводу на водовіддачу виконується в наступній послідовності:</p> <p>1. Визначити за ДБН В.2.5-64:2012 число струменів на зрошення кожної точки будинку, висоту компактної частини і витрату кожного струменя необхідної водовіддачі та необхідну кількість кран-комплектів.</p> <p>У найбільш віддаленому від вводу і високо розташованому приміщенні будинку подати від пожежних кран-комплектів необхідну кількість струменів. Стволи вивести в вікно чи двері назовні будинку. За напором перед стволами і діаметром сприсків визначити продуктивність струменів.</p> <p>Висоту компактної частини визначити візуально.</p> <p>Сумарна продуктивність струменів – це фактична водовіддача.</p>

### Обов'язки учасників ділової гри

Кількість курсантів (студентів), задіяних під час відпрацювання блоку, складає чотири чоловіки. Під час ділової гри курсанти (студенти) розподіляються відповідно до ролей учасників:

- два курсанти (студенти) – інспекторський склад органів державного пожежного нагляду;
- один курсант (студент) – начальник 2-ї варті (відповідальний за протипожежне водопостачання);
- один курсант (студент) – представник від керівництва об'єкта.

Обов'язки інспекторського складу органів державного пожежного нагляду:

- проводять обстеження системи зовнішнього протипожежного водопостачання об'єкта;



- складають нормативні акти за результатами обстеження.

Обов'язки начальника 2-ї варти:

- проводить перевірку наявності та працездатності систем протипожежного водопостачання на об'єкті (пожежних гідрантів і протипожежних резервуарів);

- складає нормативні акти за результатами перевірки.

Представник об'єкта:

- забезпечує доступ комісії до системи водопостачання, що перевіряється, та гідроспоруд;

- приймає рішення для усунення незначних недоліків та відхилень від вимог нормативних документів щодо забезпечення працездатності системи водопостачання на об'єкті.

#### **§10.4. Випробування зовнішньої водопровідної мережі на водовіддачу**

Відповідно до вимог «Правил пожежної безпеки України» перевірка пожежних гідрантів з пуском води проводиться два рази на рік (у весняний та осінній періоди).

Випробування зовнішніх систем водопостачання проводиться разом із представниками служб експлуатації водопровідних мереж.

**Мета:** випробування водогінної мережі на водовіддачу проводиться для визначення максимальних витрат води на гасіння пожежі на цій ділянці водопровідної мережі.

**Випробування, як і обстеження об'єктів, проводиться в три етапи.**

*Перший етап – підготовчий:*

- підготовка наказу на проведення випробувань;
- визначається склад комісії;
- визначається порядок матеріально–технічного забезпечення;
- визначається метод випробувань мережі;
- готується нормативна та спеціальна література, бланки, графіки, таблиці;
- розробляється план проведення випробувань;
- проводиться інструктаж учасників випробувань.

*Другий етап – практична перевірка водопроводу на водовіддачу.*

Випробування на водовіддачу водопроводу проводиться в години максимального водоспоживання (в ранковий час) на ділянках мережі, що:

- найбільш віддалені від насосних станцій;
- розташовані біля найбільш пожежонебезпечних об'єктів;
- найбільш старі;
- щойно прокладені;
- тупикові лінії;
- з малим діаметром труб (100 мм);
- ділянки з пониженим тиском.

*Третій етап – складання актів за результатами випробувань.*

#### **Способи визначення витрати води на пожежогасіння**

##### **1. Об'ємний спосіб**

Цей спосіб виміру витрати води з водогінних мереж полягає у визначенні

часу заповнення спеціально протарованих баків, як правило, місткістю 500-1000 л. При цьому розрахунок витрати води проводиться за формулою:

$$Q = W/t, (\text{л/с}) \quad (10.1)$$

де  $W$  – об'єм бака, л;

$t$  – час заповнення бака, с.

Цей спосіб у порівнянні з іншими є найбільш точним (похибка не перевищує 1-2%).

## 2. За допомогою пожежної колонки

Під час використання цього способу необхідно попередньо протарувати пожежну колонку, тобто визначити витрату води залежно від показників манометра. Пожежна колонка, що застосовується для випробовування водогінної мережі, обладнується манометром і зливними патрубками.

Протарована пожежна колонка по витраті і тиску у водогінній мережі, може бути використана як еталон для випробування ділянок водогінної мережі.

Для визначення витрати води користуються даними, одержаними під час тарування пожежної колонки.

Таблиця 10.5. Результати тарування пожежної колонки

Показники манометра, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Витрата води, л/с	Показники манометра, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Витрата води, л/с
0,14 (1,4)	32	0,28 (2,8)	45
0,16 (1,6)	34	0,3 (3)	47
0,18 (1,8)	36	0,32 (3,2)	48
0,2 (2)	38	0,34 (3,4)	50
0,22 (2,2)	40	0,36 (3,6)	51
0,24 (2,4)	42	0,38 (3,8)	52
0,26 (2,6)	43	0,4 (4)	54

## 3. За допомогою спеціального ствола (ствола-водоміра)

Ствол додатково обладнують манометром і набором змінних насадків різноманітних діаметрів. Витрата води визначається за формулою:

$$Q = r\sqrt{H}, \quad (10.2)$$

де  $H$  – тиск у водопровідній мережі, м вод. ст.;

$r$  – провідність насадка.

Для визначення провідності  $R$  користуються табл. 10.6.

На практиці користуються таблицями значень  $Q$  і  $H$  для різних діаметрів насадок або графіками  $Q = f(H)$  (рис. 10.1.), складеними за даними, що отримані в процесі випробовувань водопровідних мереж.

Таблиця 10.6. Залежність провідності Р від d насадка

Діаметр насадка, мм	Р	Діаметр насадка, мм	Р	Діаметр насадка, мм	Р
10	0,348	22	1,68	38	5,02
11	0,421	23	1,84	40	5,57
12	0,501	24	2	42	6,14
13	0,588	25	2,17	44	6,74
14	0,682	26	2,35	46	7,35
15	0,783	27	2,54	48	8,02
16	0,891	28	2,73	50	8,70
17	1,01	29	2,93		
18	1,13	30	3,13		
19	1,26	31	3,37		
20	1,39	32	3,56		
21	1,53	33	3,80		

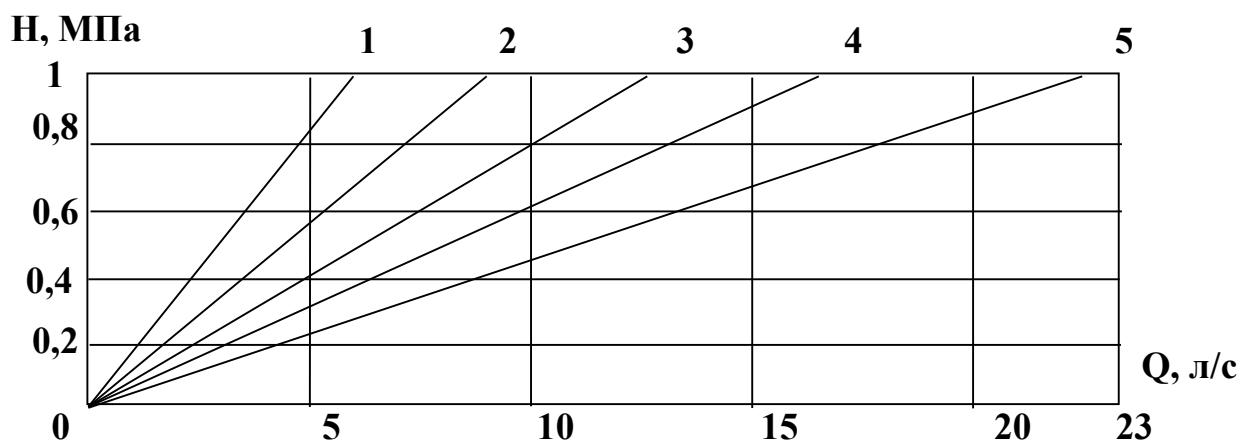


Рис. 10.1. Графік для визначення води за показниками манометра на стволі

4. За допомогою Трубки Піто, яка для вимірювання витрати води вводиться в струмінь, що вилітає з насадка. За показником манометра визначаємо  $H$ , а за формулою 10.3 швидкість руху води:

$$v = \varphi \sqrt{2gH} \quad (10.3)$$

Витрата визначається за формулою:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gH} \quad (10.4)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт витрат насадка;

$\omega$  – площа поперечного перерізу насадка;

$H$  – напір, який знімаємо за показником манометра трубки Піто.

**5. За показниками манометра, встановленого на пожежному автомобілі, коли:**

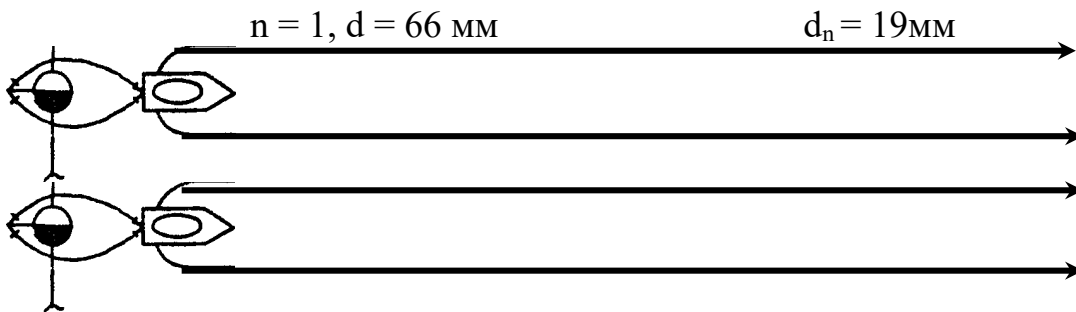
$$Q = 2 \sqrt{\frac{H_M}{(nS_P - S_H)}}, \quad (10.5)$$

де  $H_M$  – показники манометра, встановленого на насосі пожежного автомобіля;  
 $n$  – кількість рукавів в одній рукавній лінії;  
 $S_P$  – опір одного рукава;  
 $S_H$  – опір насадка.

### §10.4.1. Випробування на водовіддачу водопроводів низького тиску

#### Порядок випробування

1. Вибирають ділянку водопровідної мережі для випробування на водовіддачу.
2. Встановлюють дві пожежні автоцистерни на гідранти ділянки водопровідної мережі, яка випробовується. Насоси пожежних автомобілів повинні з'єднуватись з колонкою напірними рукавами.
3. Рукавні лінії від кожного пожежного автомобіля прокладають за схемою, яка показана на рис. 10.2.
4. Показники мановакуумметрів заносять в протоколи випробувань (це величини початкового тиску в мережі).
5. Включають в роботу один з насосів, створюючи максимальний режим роботи насоса, який підтримується протягом 2 хв.



**Рис.10.2.** Визначення водовіддачі водопроводу за допомогою пожежних автоцистерн

6. Після виходу насоса на максимальний режим роботи в протоколі фіксується час початку випробувань, а після закінчення двох хвилин заносять до протоколу показники мановакуумметра на всмоктувальному патрубку і манометрів, встановлених на стволах-водомірах, трубках Піто або пожежного автомобіля, залежно від способу вимірювання витрат рідини.

7. В тому випадку, коли мановакуумметр показує надлишковий тиск біля 0,3 атм (не менше), випробування водогінної мережі припиняють. При меншій величині надлишкового тиску відбувається зрив роботи насоса. Це свідчить про те, що відбір води з мережі неможливий.

8. При надлишковому тиску у всмоктуючій порожнині насоса більше 0,3 атм

включається в роботу другий насос. При цьому для того, щоб не відбувся зрив роботи насоса, необхідно знизити до мінімуму частоту обертів робочого валу першого насоса.

9. Після включення в роботу двох насосів, поступово збільшують оберти їхніх валів до максимальних.

10. Через 2 хв одночасної роботи насосів заносять до протоколу показники всіх мановакуумметрів і манометрів.

11. У тому випадку, коли при максимальному режимі роботи двох насосів величина надлишкового тиску буде більше 0,3 атм., необхідно включити в роботу третій насос, попередньо знизивши до мінімуму частоту обертів валів першого та другого насосів. В подальшому випробування проводять за одночасної роботи 3 насосів, в тому ж порядку, як вказано в пунктах 8, 9, 10.

Необхідна кількість одночасно працюючих під час випробування насосів визначається з умови, щоб у всмоктуючій порожнині кожного насоса під час забору води надлишковий тиск дорівнював 0,3 атм.

#### **§ 10.4.2. Випробування на водовіддачу водопроводу високого тиску 1 спосіб (за допомогою пожежної колонки, до якої приєднаний патрубок з манометром)**

1. Визначаємо за ДБН В.2.5-74:2013 витрату води на пожежогасіння, а також кількість рукавних ліній, які необхідно прокласти під час випробування.

Кількість рукавних ліній визначається за формулою:

$$n_c = \frac{Q_{\text{пож}}}{q}, \quad (10.6)$$

де  $n_c$  – необхідна кількість струменів;

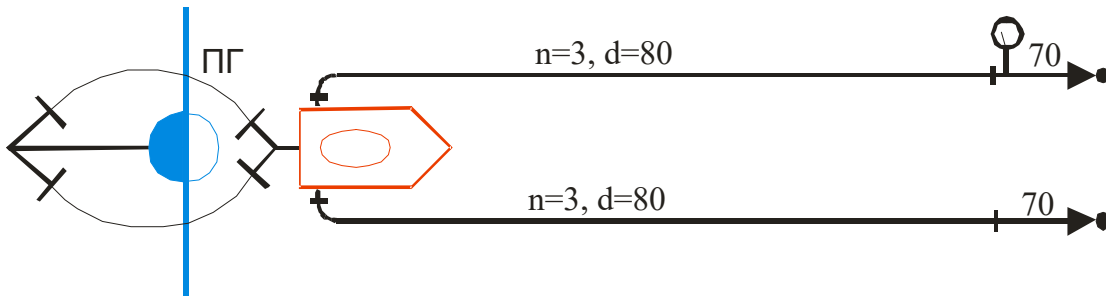
$q$  – питома витрата одного струменя повинна бути 5 л/с.

2. Визначаємо кількість працюючих гідрантів на зовнішній водопровідній мережі, з яких треба проводити відбір води за умови прокладання 2-х рукавних ліній від одного гідранта:

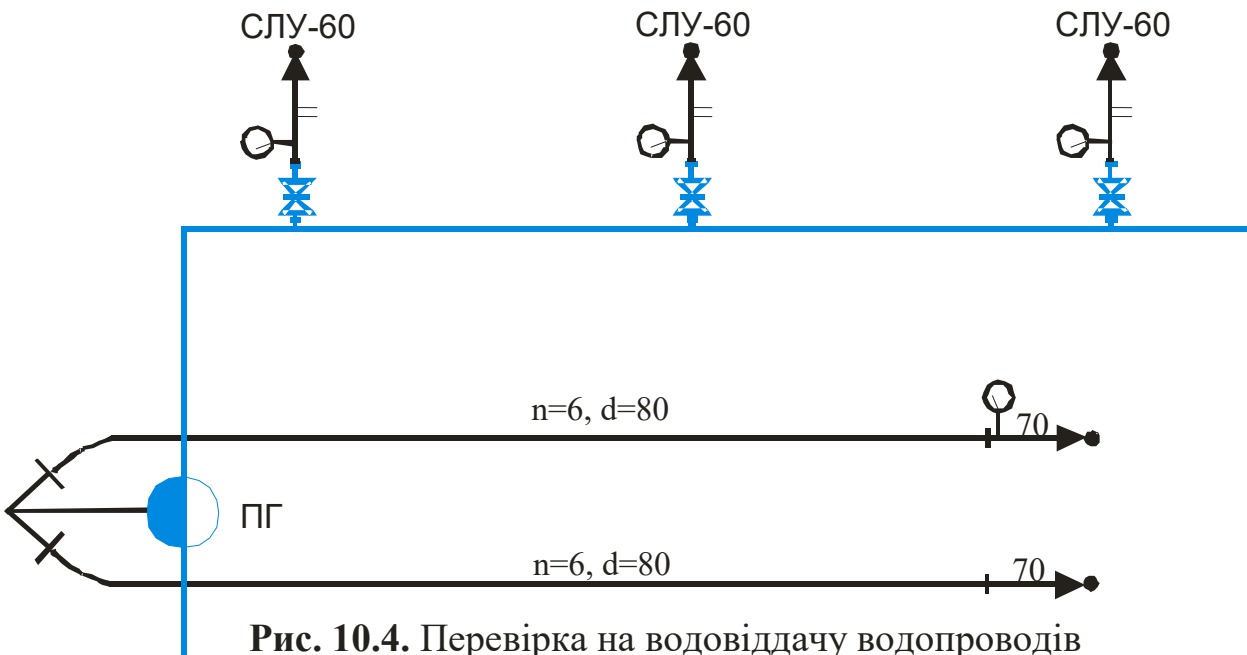
$$n_r = \frac{n_c}{2}, \quad (10.7)$$

3. На гідранти встановлюємо пожежні колонки і від них прокладаємо рукавні лінії довжиною 120 м із непрогумованих рукавів діаметром не менше 66 мм з стволами та насадками діаметром 19 мм по поверхні землі (рис. 10.3, 10.4).

4. Включаємо в роботу стаціонарні насоси, які підвищують тиск у водопровідній мережі під час пожежі.



**Рис. 10.3.** Перевірка на водовіддачу водопроводів низького тиску



**Рис. 10.4.** Перевірка на водовіддачу водопроводів високого тиску

5. Включаємо в роботу гідранти і вимірюємо витрату води із стволів і напір. Напір вимірюється манометром, який установлений на вимірювальній пристрої, що приєднаний до пожежної колонки.

Знаючи напір  $H_k$ , за таблицею 10.5 визначаємо витрату води  $Q$ .

Водопровід буде відповідати вимогам норм, якщо із кожного ствола буде виходити компактний струмінь висотою не менше 10 м, якщо витрата води не менше 5 л/с.

Висоту струменя можна визначити «приблизно». При цьому компактна частина струменя ( $R_k$ ) приблизно дорівнює  $0,8R$ .

Напір перед насадком визначаємо за манометром, якщо приєднаний ствол-водомір, або за формулою:

$$H = S \cdot q^2, \quad (10.8)$$

де  $S$  – опір трубопроводу;

$q$  – витрати води, л/с;

$$H = 0,63 \cdot 5^2 = 15,85 \text{ м.}$$

Опір рукавів та насадок пожежних стволів визначаємо за табл. 10.7, 10.8, а

водовіддачу водопровідних мереж можна визначити за табл. 10.9.

Якщо напір біля насадка ствола 15 м і більше, то водопровід відповідає вимогам норм.

Таблиця 10.7. Значення опору насадок пожежних стволів  $S_H$

Діаметр насадка, мм	Опір насадка
13	2,89
16	1,26
19	0,634
25	0,212

Таблиця 10.8. Значення опорів пожежних рукавів  $S_p$

Вид напірного рукава	Діаметр рукава, мм		
	51	66	77
непрогумовані	0,24	0,077	0,030
прогумовані	0,13	0,034	0,015

Таблиця 10.9. Водовіддача водопровідних мереж

Тиск в мережі (до пожежі), кгс/см <sup>2</sup>	Вид водонапірної мережі	Діаметр труб, мм					
		100	125	150	200	250	300
		Водовіддача водопровідної мережі, л/с					
1,0	тупикова	10	20	25	30	40	55
	кільцева	25	40	55	65	85	115
2,0	тупикова	14	25	30	45	55	80
	кільцева	30	60	70	90	115	170
3,0	тупикова	17	35	40	55	70	95
	кільцева	40	70	80	110	145	205
4,0	тупикова	21	40	45	60	80	110
	кільцева	45	84	95	130	185	235
5,0	тупикова	24	45	50	70	90	120
	кільцева	50	90	105	145	200	265

## 2 спосіб (за допомогою пожежного автомобіля)

1. Встановлюють пожежний автомобіль на гідрант ділянки водопровідної мережі, що випробовується.

2. Прокладають рукавні лінії одного діаметра  $d = 66$  мм. До рукавів приєднують стволи з діаметром насадки  $d = 19$  мм.

3. Показники мановакуумметрів записують в протоколи випробувань (величину початкового тиску у водопровідній мережі).

4. Включають в роботу стаціонарні насоси, які підвищують тиск під час пожежі у водопровідній мережі.

5. Записують показники мановакуумметрів і манометрів автонасоса. Напір на автонасосі не повинен перевищувати 90 м.

6. Знаючи напір, визначають величину витрати води за табл. 10.9.

7. Результати випробувань заносять в протокол і роблять висновки про водовіддачу водопроводу. Водопровід відповідає вимогам норм, якщо його водовіддача рівна або перевищує величину пожежної витрати.

### **§ 10.4.3. Випробування на водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі**

**Мета випробування:** визначити відповідність водопроводу проектним даним за витратою на внутрішнє пожежогасіння, напором і радіусом дії компактного струменя у внутрішніх пожежних кран-комплектах.

Для цього необхідно:

1. Визначити за ДБН В.2.5-64:2012 витрати води на внутрішнє пожежогасіння і відповідне число струменів для цієї будівлі.

2. Визначити найвіддаленіший і високорозміщений кран від вводу у будівлю, а також необхідний напір біля нього.

3. Приєднати пристрій з манометром і визначити фактичний напір на пожежному кран-комплекті.

4. Прокласти рукавні лінії від одного або двох пожежних кран-комплектів (найбільш високо розміщених) залежно від кількості розрахункових струменів, стволи вивести у вікно або двері назовні будівлі та відкрити кран.

5. Визначити фактичну витрату на внутрішнє пожежогасіння.

6. Порівняти необхідний напір і витрату води на внутрішнє пожежогасіння з фактичними.

Якщо фактична витрата і напір на пожежних кран-комплектах більші за нормативні, то робиться висновок про правильність облаштування внутрішнього водопроводу.

За результатами випробувань складаються акти, які підписують всі члени комісії.



**АКТ ВИПРОБУВАННЯ (приклад)  
протипожежного водопроводу високого тиску Гніденцівської дожимної  
компресорної станції”**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Комісія у складі:**

помічника начальника штабу пожежогасіння ст. л-та с. ц. з. Кисіля В. Л., уповноваженої особи ДСНС л-та с. ц. з. Сидоренка І. О., начальника цеху водопостачання тов. Ткаченка А. В., ст. викладача кафедри АСБтаЕУ капітана с. ц. з. Мигаленка О.І. **склала цей акт** про випробування на водовіддачу зовнішнього кільцевого протипожежного водопроводу високого тиску діаметром 250 мм.

**Назва об'єкта:** територія компресорної станції.

**Сили та засоби, що залучалися:** було задіяно 2 пожежні автомобілі (АЦ-40(131)137А) з подачею від автомобіля 2 робочих ліній діаметром 66 мм зі стволами РС-70 з діаметром насадки 19 мм та стволом-водоміром РС-70 з діаметром насадки 19 мм.

**Час початку випробування:** о \_\_\_\_ год.

**Початковий напір у мережі:** становить \_\_\_\_ атм.

**Кінцевий напір у мережі:** під час відбору води тиск знизився до \_\_\_\_ атм.

**За результатами вимірів встановлено,** що фактична сумарна витрата води для цілей пожежогасіння складає \_\_\_\_ л/с.

**Згідно** з ДБН В.2.5-74:2013, ВУПП-88 (п.8.21.), для виробничої зони, необхідна витрата води для цілей пожежогасіння п.б. \_\_\_\_ л/с.

Виходячи із вищезазначеного, комісія вважає, що водопровідна мережа \_\_\_\_\_ вимогам відповідних норм.

**Підписи членів комісії**

В. Л. Кисіль  
І. О. Сидоренко  
А. В. Ткаченко  
О. І. Мигаленко

*Контрольні питання та завдання*

1. Методика обстеження систем водопостачання.
2. Які документи складають під час обстеження систем водопостачання?
3. Методика випробування систем зовнішнього і внутрішнього водопроводу.
4. Які документи складають під час випробування систем водопостачання?

**СЛОВНИК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ**

- НС – насосна станція  
НС-I – насосна станція I-го підйому  
НС-II – насосна станція II-го підйому  
ВБ – водонапірна башта  
РЧВ – резервуар чистої води  
 $Q_{н.м.}$  – загальні витрати води міської мережі  
 $Q_{г.п.}$  – витрати води на господарсько-питні потреби  
 $Q_{п.п.}$  – витрати води на протипожежні потреби підприємства  
 $H_n$  – необхідний напір  
 $H_{гар}$  – гарантований напір  
 $H_v$  – вільний напір  
рег. – регулююча ємність  
НЗ – недоторканий запас води  
ав. – аварійний  
пож. – пожежний  
ф – фільтрація  
ПГ – пожежний гідрант  
уст. – установки  
пож. з. – пожежні зовнішні  
пож. вн. – пожежні внутрішні  
ДБН – державні будівельні норми  
АУП – автоматичні установки пожежогасіння  
уст. – установки  
ПВ – пожежне водоймище  
СНиП – строительные нормы и правила  
госп. – господарчі  
ПКК – пожежний кран-комплект  
комп. – компактний  
ПЛС – пожежний лафетний ствол  
СНН – склади нафти та нафтопродуктів  
ТЕЦ – теплоелектроцентрально  
ГЕС – гідроелектро станція  
ПУ – піноутворювач  
ВБН – відомчі будівельні норми  
УАПГ – установки автоматичного пінного гасіння  
ПТО – пожежно-технічне обстеження  
ППВ – протипожежне водопостачання  
ГУ ДСНС України – головне управління державної служби з надзвичайних ситуацій України

## ЛІТЕРАТУРА

1. «Кодекс цивільного захисту України» Закон від 02.10.2012 № 5403-VI.
2. Кришталь М.А., Ленартович Є.С., Томенко В.І., Мигаленко К.І. Спеціальне водопостачання. – Черкаси, 2009, 228 с.
3. Антіпов І.А., Кулешов М.М., Петухова О.А. Протипожежне водопостачання. – Харків, 2004.
4. Воротынцев Ю.П., Малахов Б.Н. Инспектору госпжнадзора о противопожарном водоснабжении. – М.: Стройиздат, 1987.
5. Гидравлика и противопожарное водоснабжение (Под ред. Кошмарова Ю.А.) – М.: ВИПТШМВД СССР, 1985, 384 с.
6. Гришин М.М. Гидротехнические сооружения. Часть 2. – М.: Высшая школа, 1979.
7. Гончаров С.М., Коробченко С.М., Ковалев С.В., Потоцкий Г.С. Сельськохозяйственныe гидротехнические мелиорации. – Львов: Высшая школа, 1988.
8. Ерхов М.С., Ильин Н.И., Мисенев В.С. Мелиорация земель. – М.В.О.: Агропромиздат, 1991.
9. ГОСТ 8220-85\* «Гидранты пожарные подземные. Технические условия» - М.: Стройиздат, 1985.
10. ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов» - М.: Стройиздат, 1983.
11. ДСТУ ISO 6309:2007 «Знаки безпеки. Форма та колір» - К.: 2008.
12. Заїка П.І., Ленартович Є.С., Томенко В.І. Методика гідравлічних розрахунків систем об'єднаних водопроводів. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2003.
13. Зубец В.М., Саплюков Ф.В., Ленартович Е.С. Указания по расчету поперечного профиля земляных плотин и дамб водоемов осушительно-увлажнительных систем. – Минск, 1979.
14. Иванов Е.Н. Противопожарное водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1986.

15. Калицун В.И., Кедров В.С., Ласков Ю.М. Гидравлика, водоснабжение и канализация. – 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1980.
16. Качалов А.А., Воротынцев Ю.П., Власов А.В. Противопожарное водоснабжение. – М., 1985.
17. Кузнецова А.Е. Противопожарное водоснабжение промышленных предприятий. – М.: Стройиздат, 1975.
18. Лобачев В.Г. Противопожарное водоснабжение. – М.: 1950.
19. Пожежна безпека, т.7. – Київ, 2001.
20. Правила пожежної безпеки в Україні – Київ, Пожінформтехніка, 2005.
21. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – К.: 2012.
22. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. – К.: 2012.
23. Шицкова А.П., Новиков Ю.В. Ключи к здоровью. Народный университет. Факультет здоровья №3. – М.: Знание, 1984.
24. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». – К.: Офіційний вісник України, 2011.