



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЙ**

**Черкаський інститут пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля**

Національного університету цивільного захисту України

Є. О. Тищенко, К. І. Мигаленко, Д. В. Колесніков

ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА КОМУНІКАЦІЇ

Підручник

ЧЕРКАСИ 2018

УДК 614.8
ББК 38.96-6П
Р-64

Авторський колектив:

к.т.н., доцент Тищенко Є.О., к.т.н. Мигаленко К. І., к.т.н. Колесніков Д. В.
Інженерні мережі та комунікації – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля
НУЦЗ України, 2018. – 261 с.

У підручнику викладено теоретичний курс із водопостачання, каналізації, теплопостачання, газопостачання та вентиляції і методики гідравлічних розрахунків інженерних мереж, обстеження інженерних систем. 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 261 сторінках, що включає в себе 119 ілюстрацій, список літератури складається з 27 найменувань.

Рецензенти:

О. М. Яхно – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, академік академії наук вищої школи України, професор кафедри прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

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 «__» _____ 2018 року, як підручник для курсантів та студентів вищих навчальних закладів пожежно-технічного профілю

Передмова

«Інженерні мережі та комунікації» є одним із спеціальних фахових предметів для підготовки фахівців зі спеціальності «Цивільний захист».

Мета цього підручника – допомогти курсантам та студентам 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» та інші.

Підручник видається українською мовою і, на відміну від інших навчальних видань, в ньому наведені методи боротьби з підтопленням та затопленням населених пунктів та промислових підприємств.

Територія будь-якого населеного пункту та промислового об'єкту, сучасні будівлі житлового, промислового або іншого призначення, не можливі без санітарно-технічних комунікацій (водопостачання, каналізація, теплогазопостачання та вентиляція), завдяки яким створюються належні умови праці та побуту населення, котрі забезпечують функціонування різноманітних будівель, споруд і обладнання.

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

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

ПЕРЕДМОВА	3
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. СПЕЦІАЛЬНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ	8
ГЛАВА 1. СИСТЕМИ І СХЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ	8
§ 1.1. Системи водопостачання	8
§ 1.2. Схеми водопостачання населених пунктів і промислових підприємств	9
ГЛАВА 2. НОРМИ І РЕЖИМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ	15
§ 2.1. Вимоги водоспоживачів до якості води	15
§ 2.2. Водопідготовка для забору води з поверхневих та підземних вододжерел	17
§ 2.3. Водопідготовка у випадку надзвичайних ситуацій	23
§ 2.4. Норми та режими водоспоживання	32
§ 2.5. Визначення розрахункових витрат води і вільного напору	35
ГЛАВА 3. ДЖЕРЕЛА ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОЗАБІРНІ СПОРУДИ	40
§ 3.1. Вибір джерела водопостачання	40
§ 3.2. Водозабірні споруди та вимоги до них	41
ГЛАВА 4. НАПІРНО-РЕГУЛЮЮЧІ СПОРУДИ І НАСОСНІ СТАНЦІЇ	59
§ 4.1. Класифікація споруд	59
§ 4.2. Резервуари чистої води та вимоги до них	59
§ 4.3. Водонапірні башти та колони і вимоги до них	62
§ 4.4. Гідро-пневматичні водонапірні установки	66
§ 4.5. Насосні станції та вимоги до них	69
ГЛАВА 5. ВОДОВОДИ ТА ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ	75
§ 5.1. Схеми трасування водогінних мереж	75
§ 5.2. Матеріали труб	76
§ 5.3. Арматура водогінної мережі	78
§ 5.4. Деталі водопровідної мережі	82
§ 5.5. Гідравлічні розрахунки водопровідних мереж	86
§ 5.6. Вимоги до водопровідних систем з урахуванням ймовірних надзвичайних ситуацій	89
§ 5.7. Випробування водопроводів перед здачею в експлуатацію	90
ГЛАВА 6. ВНУТРІШНЄ ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ	94
§ 6.1. Системи і схеми внутрішніх водопроводів	94
§ 6.2. Вводи і водомірні вузли	98
§ 6.3. Трасування водопроводів	100
§ 6.4. Гідравлічний розрахунок внутрішнього трубопроводу	102
§ 6.5. Насоси для підвищення тиску, гідро-пневматичні установки і водонапірні баки	110

ГЛАВА 7. ОСОБЛИВОСТІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ГАЛУЗЕВИХ ОБ'ЄКТІВ	116
§ 7.1. Внутрішні протипожежні водопроводи будівель підвищеної поверховості	116
§ 7.2. Протипожежне водопостачання театрів	124
§ 7.3. Протипожежне водопостачання будівель великої площі	130
§ 7.4. Протипожежне водопостачання складів лісових матеріалів та підприємств нафтохімічної промисловості	131
ГЛАВА 8. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ВОДОВОДІВ ТА ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ З УРАХУВАННЯМ МОЖЛИВИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	145
§ 8.1. Забезпечення надійності водоводів та водопроводів	149
§ 8.2. Забезпечення надійності роботи насосних станцій	153
§ 8.3. Захист населених пунктів від затоплень та підтоплень	155
§ 8.3.1. Місцеві матеріали та споруди для захисту русел від розмивів	156
§ 8.3.2. Конструкції берегоукріплюючих споруд із місцевих матеріалів	159
§ 8.3.3. Конструкції споруд для боротьби із селевими потоками	164
§ 8.3.4. Способи зниження рівня ґрунтових вод	169
ГЛАВА 9. ОБСТЕЖЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	180
§ 9.1. Методика обстеження зовнішніх систем протипожежного водопостачання	181
§ 9.2. Методика обстеження внутрішніх протипожежних водопроводів	184
§ 9.3. Випробування зовнішньої водопровідної мережі на водовіддачу	185
§ 9.3.1. Випробування на водовіддачу водопроводів низького тиску	188
§ 9.3.2. Випробування на водовіддачу водопроводів високого тиску	189
§ 9.4. Випробування на водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі	192
ГЛАВА 10. ВОДОПРОВОДИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	194
§ 10.1. Гаряче водопостачання	194
§ 10.2. Водопроводи спеціального призначення	196
РОЗДІЛ 2. КАНАЛІЗАЦІЯ	199
ГЛАВА 1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО КАНАЛІЗАЦІЮ	199
§ 1.1. Системи каналізації	199
§ 1.2. Загальна схема каналізації	201
ГЛАВА 2. ВНУТРІШНЯ КАНАЛІЗАЦІЯ	202
§ 2.1. Системи і схеми внутрішньої каналізації	202
§ 2.2. Матеріали і обладнання внутрішньої каналізації	203
§ 2.3. Розрахунок внутрішньої каналізації	204
ГЛАВА 3. ЗОВНІШНЯ КАНАЛІЗАЦІЙНА МЕРЕЖА І НАСОСНІ СТАНЦІЇ	208
§ 3.1. Дворова та внутрішньоквартальна мережі	208

§ 3.2. Каналізаційні прилади спеціального призначення	209
§ 3.3. Норми водовідведення побутових стічних вод і коефіцієнт нерівномірності	210
§ 3.4. Визначення розрахункових витрат побутових стічних вод	211
§ 3.5. Гідравлічний розрахунок побутової каналізаційної мережі	211
§ 3.6. Глибина закладення труб і каналів	213
§ 3.7. Споруди на каналізаційній мережі	213
§ 3.8. Труби і колодязі	215
§ 3.9. Дощова каналізація	216
§ 3.10. Очистка стічних вод	216
ГЛАВА 4. МІСЬКІ ВІДХОДИ	219
РОЗДІЛ 3. ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	221
ГЛАВА 1. ОСНОВИ ПОСТАЧАННЯ ТЕПЛОМ	221
§ 1.1. Види і укрупнені норми теплоспоживання	222
§ 1.2. Централізоване опалення	222
§ 1.3. Схеми централізованого теплопостачання	226
§ 1.4. Місцеве опалення	229
ГЛАВА 2. СХЕМИ І ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЕНЬ	235
§ 2.1. Види палива та його зберігання	235
РОЗДІЛ 4. ГАЗОПОСТАЧАННЯ	239
§ 4.1. Природні та штучні гази	239
§ 4.2. Споживачі газу	241
§ 4.3. Газові мережі	243
§ 4.4. Експлуатація газових приладів	248
РОЗДІЛ 5. ВЕНТИЛЯЦІЯ	249
§ 5.1. Гігієнічне значення вентиляювання приміщень	249
§ 5.2. Види і характеристика вентиляційних систем	250
§ 5.3. Розрахунок повітрообміну в приміщеннях	253
СЛОВНИК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ	258
ЛІТЕРАТУРА	260

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 м². 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 км³ води гідросфери, а частка прісної води – 1 млн м³. На річки й озера припадає 40 млн м³. Прогнозні запаси підземних прісних вод становлять 21 км³/рік. В Україні (з площею території 603,7 тис. км²) стік річок становить 87,1 км³, а в маловодні ріки – всього 55,9 км³.

Запас прісної води поповнюється за рахунок танення льодовиків. Так, у місяць тоне 12 тис. км² льодовиків Антарктиди.

Один айсберг довжиною 350 км, шириною 90 км та товщиною 250 м може дати 8 000 млрд м³ 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.

Наше завдання – берегти воду так, як це робили древні греки, іудеї та інші.

Вода, тепло та чисте повітря мають першочергове значення для життя та діяльності людини.

Вода потрібна для задоволення господарсько-питних, санітарно-гігієнічних, виробничих та протипожежних потреб.

Каналізація слугує для прийому і відведення стічних вод та випуску їх після очищення у водойми.

Тепло, газ та чисте повітря необхідні для підтримання в житлових, комунальних та виробничих приміщеннях необхідних кліматичних умов для людей, що знаходяться в них, для збереження споруд і виконання технологічного процесу.

Наше завдання – 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.

РОЗДІЛ 1. СПЕЦІАЛЬНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

ГЛАВА 1. СИСТЕМИ І СХЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

§ 1.1. Системи водопостачання

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

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 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 беруть 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 *місцевими системами водопостачання*.

У випадках, коли окремі частини території мають значну різницю у відмітках, облаштовують *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 – восьмиповерхової забудови 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.

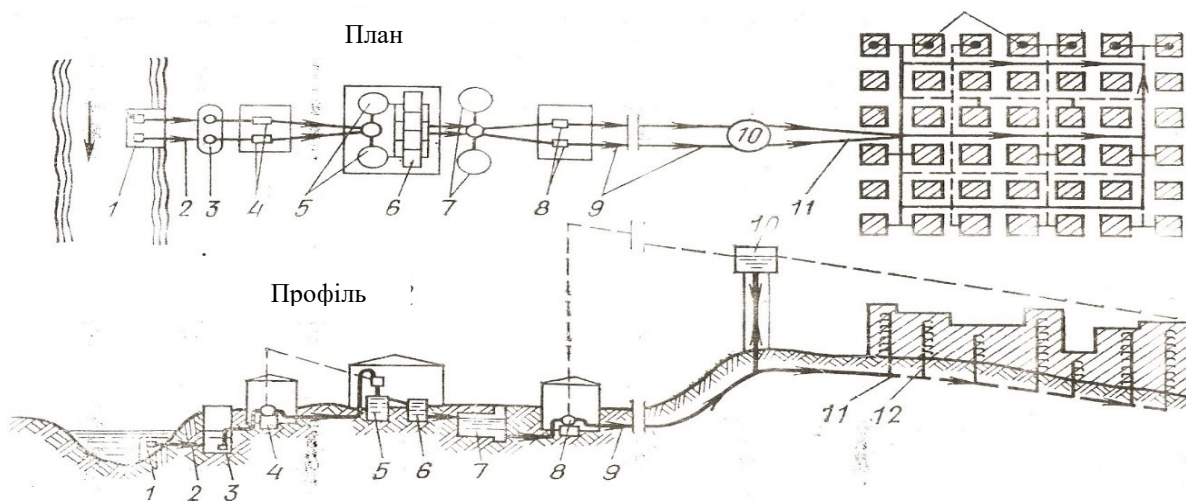


Рис. 1.1. Схема подачі води від поверхневого вододжерела

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.

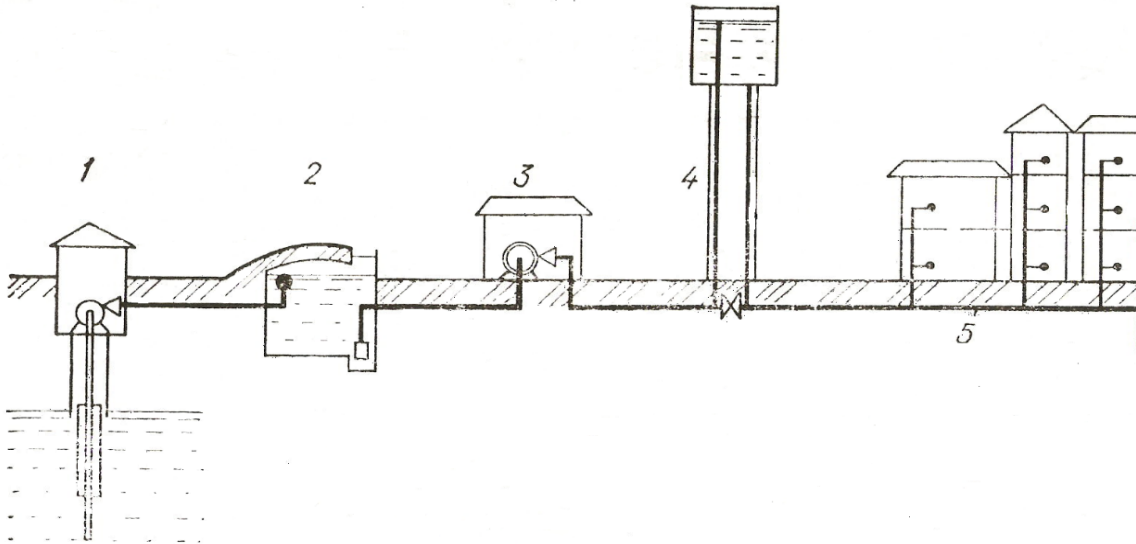


Рис. 1.2. Схема подачі води від підземного вододжерела

1 – артезіанська свердловина із заглибленим 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 потребує очищення або зміни хімічного стану, то влаштовуються додаткові системи водопідготовки або 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 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 прямочинним, оборотним і з послідовним використанням води.

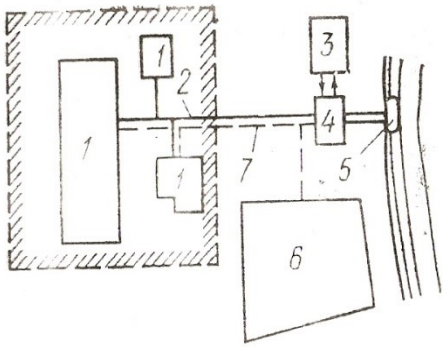


Рис. 1.3. Схема прямого водопостачання промислового підприємства

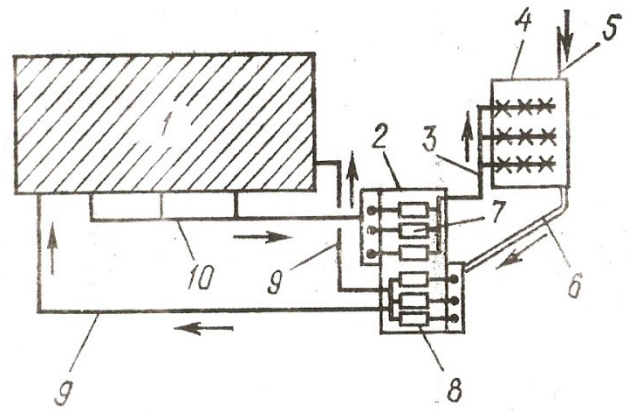


Рис. 1.4. Схема оборотного водопостачання промислового підприємства

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 в градирнях або озерах-охолоджувачах.

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 влаштувати 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 або очищують. Застосування такої схеми водопостачання економічно доцільне, коли необхідно скоротити витрату «свіжої» води.

Схеми водопостачання промислових підприємств

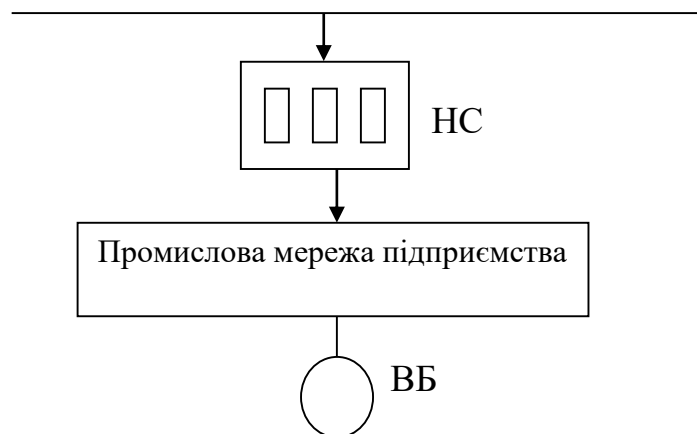
Для підприємств з об'єднаними системами водопостачання використовують три схеми подачі води.

Подача води проводиться від міської мережі.

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

$$Q_{м.м} > Q_{г.п} + Q_{п.п.}$$

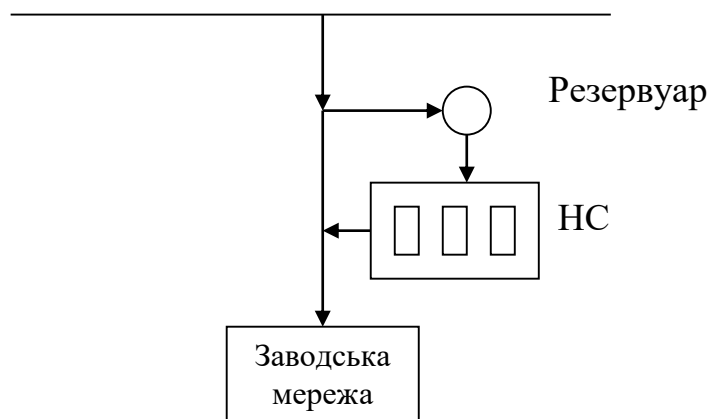
1-а схема



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

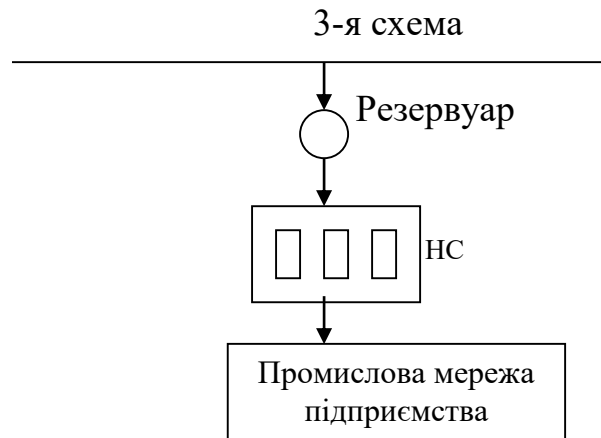
$$Q_{м.м} = Q_{г.п.} \quad Q_{м.м} < Q_{п.п.}$$

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. $H_{в.мін} = 10$ 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 , де вода самоплинно подається до місця пожежі. Гасіння пожеж проводиться спеціальними командами без використання машин.

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

1) загального міського водопроводу;

2) районного водопроводу;

3) самостійного джерела водопостачання.

Якщо $H_n > H_{зар.}$, то необхідно влаштовувати 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_n);
- 2) забезпечення H_n ;
- 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 оголовків 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.
5. Основні вимоги до протипожежного водопостачання.

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 на ці потреби вода не потребує.

Для виробництва використовується вода тієї якості, яка передбачена технологічним регламентом на випуск продукції. Іноді доводиться застосовувати спеціальну обробку води. Іноді воду необхідно опріснити, 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, марганцю і навіть фтору, необхідно провести знезалізнення і видалення марганцю шляхом аерації, та здійснити обробку води за допомогою перманганата калію, озону тощо.

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, відновлюється нормальний P_n .

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

Стабілізація води необхідна в промислових системах оборотного водопостачання, коли через випаровування води в охолоджувальних спорудах у ній підвищується концентрація вапна або вапняно-содової суміші. 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 трубо-проводах і, крім того, утворюють на поверхні металу плівку, що запобігає розвитку 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 охолоджену 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^3 води необхідна площа ставка $15\text{--}40\text{ м}^2$. До недоліків ставок 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 $1,5\text{ м}$. 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 $30\text{--}80\text{ м}$. Охолоджена вода збирається під градирнею. Площа зрошувача, що необхідна для охолодження 1 м^3 води, складає $0,25\text{--}0,3\text{ м}^2$. 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^3 | ≤ 100 |
| 2. Число бактерій групи кишечних паличок в 1 дм^3 води | |
| колі-індекс | ≤ 3 |
| колі-титр | ≤ 1 |

Токсикологічні показники

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1. Алюміній залишковий | $\leq 0,5\text{ мг/дм}^3$ |
| 2. Берилій | $\leq 0,0002\text{ мг/дм}^3$ |
| 3. Молібден | $\leq 0,25\text{ мг/дм}^3$ |

4. Миш'як	$\leq 0,05$ мг/дм ³
5. Нітрати	≤ 45 мг/дм ³
6. Поліакриламід залишковий	$\leq 2,0$ мг/дм ³
7. Свинець	$\leq 0,03$ мг/дм ³
8. Селен	$\leq 0,001$ мг/дм ³
9. Стронцій	$\leq 7,0$ мг/дм ³
10. Фтор	$\leq 1,2$ мг/дм ³

Органолептичні показники води

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

Хімічні показники води

1. Водневий показник, рН	6,0..9,0
2. Жорсткість загальна	$\leq 7,0$ мг/дм ³
3. Залізо	$\leq 0,3$ мг/дм ³
4. Марганець	$\leq 0,1$ мг/дм ³
5. Мідь	$\leq 1,0$ мг/дм ³
6. Поліфосфати залишкові	$\leq 3,5$ мг/дм ³
7. Сульфати	≤ 500 мг/дм ³
8. Хлориди	≤ 350 мг/дм ³
9. Сухий залишок	≤ 1000 мг/дм ³
10. Цинк	$\leq 5,0$ мг/дм ³
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 ³	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 за вказівкою 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, наприклад кварцевого піску. Для поліпшення процесу відстоювання застосовують коагулювання, тобто додають 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 реакції, в якій утворюється шумовиння (нерозчинні пластівці), 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 якостей і властивостей, 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.

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. Тоді, 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. (У 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.

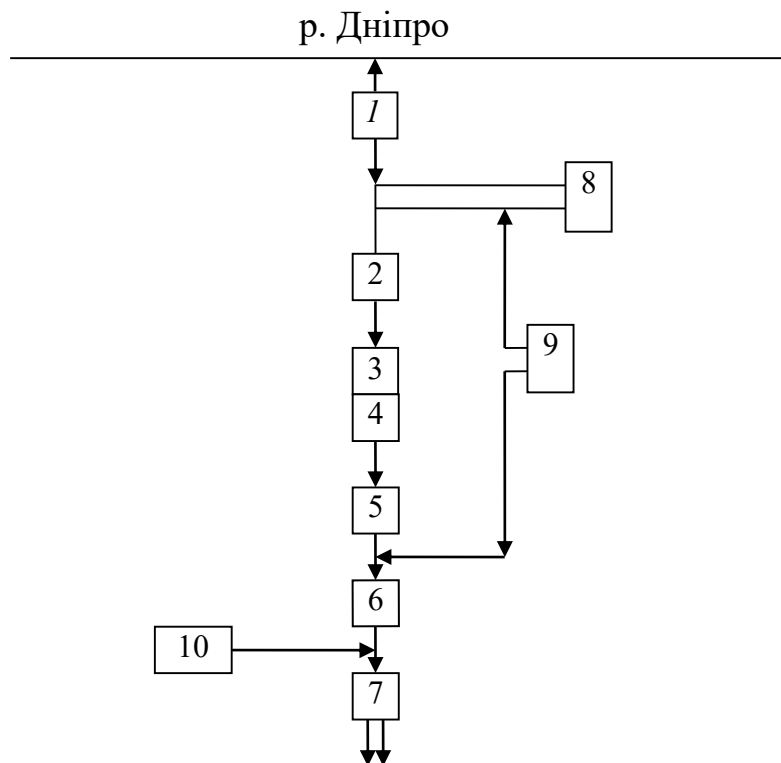


Рис. 2.1. Схема очищення води

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 – реагентне 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 із 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 реагентного господарства через барабанну гребінку. Нагнітачі повітря вмикають у випадку пониженої температури $\leq +12^{\circ}\text{C}$ та у разі наявності у воді 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 сирі 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/дм³ 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 сирієї 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 в районі приймка 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 – випарниках. 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 виконують 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 базується на властивості води, яка вміщує двовалентне залізо і розчинений кисень, під час фільтрації через зернистий шар завантаження виділяти на поверхні зерен плівку, яка складається переважно 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. Виконується «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 виконується 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 виконується водою та повітрям – роздільною водоповітряною системою.

Вода на промивання подається з інтенсивністю 15...16 л/с/м².

Подача повітря виконується від повітродувки марки РМК-4 через повітропровід у повітряну розподільчу систему. Інтенсивність подачі повітря 29,6 л/с/см².

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 м³.

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 надходили 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 виконується не рідше 1 разу на рік. Водночас 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 виконується 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 виконувати 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. м³/добу.

Таблиця 2.2. Хімічні способи обробки води

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

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

У днищі освітлювача до країв тонкошарових каналів прикріплені вертикальні поперечні та продовгуваті перегородки, що утворюють комірчасті блоки (решітки). Плавучий освітлювач обладнаний жолобами для збору освітленої води, з яких вона надходить 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.

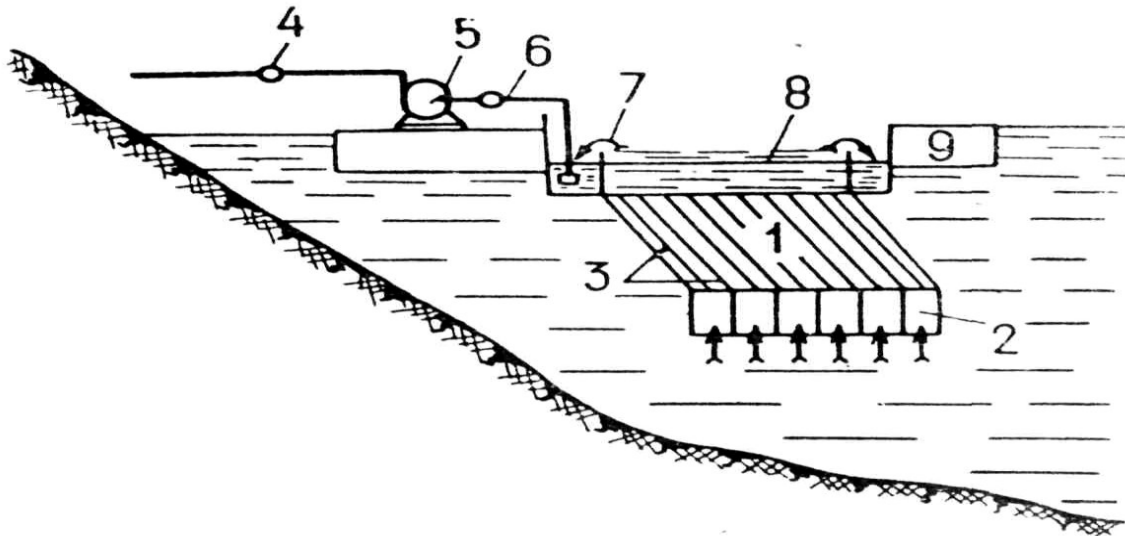


Рис. 2.2. Плаваючий водозабір-освітлювач:

1 – обойма 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 плавучого освітлювача визначається на основі наданого нижче відношення, що відповідає дійсним правилам захисту поверхневих вод від забруднення стічними водами:

за такої умови

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

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

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

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

де β – коефіцієнт, що враховує товщину тонкошарових елементів
 ($\beta = 1,1-1,4$ залежно від товщини стінок тонкошарових каналів);
 Q – продуктивність плавучого освітлювача, $м^3/год$;
 α – кут нахилу тонкошарових каналів, $45-60^0$;
 $v_{кр}$ – 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;

ν – кінематична в'язкість води, що залежить від її температури, м²/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 $F_{ж}$, м², 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, м³/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.м³/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 виконувати прямим електролізом – це різновид хлорування. Цей метод полягає в прямій дії електроструму на воду, що надходить 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 знезаражує воду в потоці.

Такий спосіб можна використовувати, якщо у воді вміст хлоридів ≥ 20 мг/л, а жорсткість води не більше 7 мг – еkv./л.

Є ще електролізні установки для знезараження води. Із розчину повареної солі виготовляється гіпохлорид натрію (NaClO), який є сильним окислювачем. За своєю бактерицидною ефективністю 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 дозволяється застосовувати у випадку вмісту сірководню до 3 мг/л чи продуктивністю установки до 500 м³/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 м³/(м²год) на градирню, витрата повітря – 30 м³ на 1 м³, висоту шару насадки – 3 м.

Ефективність видалення сірководню під час аерації води в дегазаторах Е 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
Е, %	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 обладнувати 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 базується 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 сірчаноокислим алюмінієм.

Знезараження води в колодязях

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

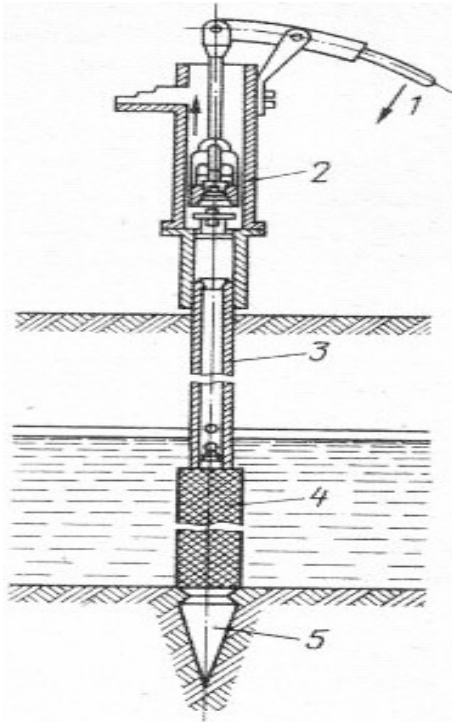


Рис. 2.3. Буровий (трубчастий) колодязь: 1 – рукоятка; 2 – водорозбірна колонка з поршневым насосом; 3 – обсадні труби малого діаметра; 4 – сітчастий фільтр; 5 – пірамідальний наконечник

Вони зручні в експлуатації, хоча інколи коштують 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 знову.

Яким чином споруджують бурові колодязі? Для них обирають 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, навколо 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 видобутку підземних вод в сільській місцевості дотепер є колодязі.

У селах Молдови колодязі можна побачити не тільки у дворі, але і на вулиці, і на узбіччі дороги, і в полі. Ці майстерні споруди, висічені з білого каменя або прикрашені вигадливим різьбленням по дереву, – не музейна приналежність і не надбання художньої виставки. Але вони, немов складова 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. Нещодавно для того, щоб вирити в селі колодязь, бригада повинна була працювати протягом декількох днів або тижнів. Наразі для виконання цієї роботи достатньо одного або двох днів. Використовують для цього так звані копач шахтних колодязів, який може за добу вирити колодязь діаметром близько півтора метри і глибиною до 20 метрів. Роботи закінчуються коли в готову шахту за допомогою крана опускають залізобетонні кільця, встановлюють зруб (тобто

накриття), і колодязь споруджено. Щорічно за допомогою шахтокопачів у селах споруджують сотні колодязів. Вони коштують в три-чотири рази дешевше і є набагато надійнішими в експлуатації, ніж викопані вручну.

Про один цікавий колодязь варто розповісти 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 власноруч 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. Геологи визначили, що запаси води у цьому колодязі фактично невичерпні, оскільки під колодязем знаходиться підземне озеро.

Полтавчани приділяють 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.

Наразі поговоримо про якість колодязної води, яка значною мірою залежить від правильного вибору місця для закладання колодязя. Краще викопати колодязь на підвищеній ділянці, яка не затоплюється 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 облицювання шахтного колодязя рекомендується використовувати бетонні або залізобетонні кільця, оскільки вони надійніше 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: модрина, 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 бути над землею на висоті один метр (рис. 2.4.). Навколо колодязя потрібно укласти шар жирної, добре пром'ятої і пошарово утрамбованої глини на глибину півтора-два метра і ширину півметра. Цей шар, має назву «глиняний замок», він перегороджує доступ забрудненим водам. Понад «глиняним замком» 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; додатково вода не стає каламутною навіть під час посиленого водокористування.

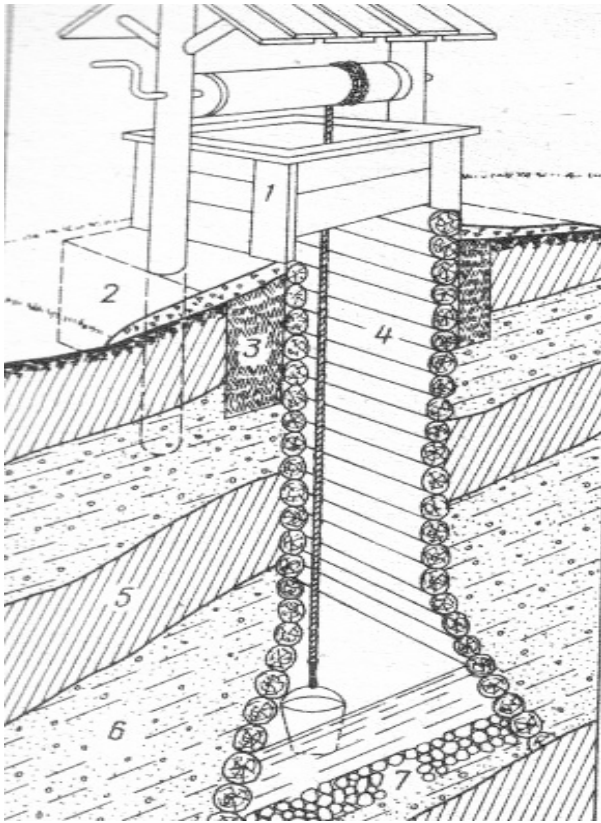


Рис. 2.4. Будова колодязя: 1 – надземна частина – зруб; 2 – відмостка для стоку води; 3 – «глиняний замок»; 4 – підземна частина; 5 – водотривкий глиняний шар; 6 – водоносний шар; 7 – фільтрувальний шар гравію

Колодязь повинен мати кришку і навіс. 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. Тому 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 води в колодязі. Це окремі стадії дезінфекції, і плутати їх не слід. Перед дезінфекцією колодязя спершу 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 розбавляють 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.

Потрібно визначити об'єм води в колодязі. Для цього площу дзеркала води множать на висоту стовпа води, яку заміряють, опустивши в колодязь жердину або мотузку з вантажем. За довжиною змоченого кінця встановлюють висоту стовпа води. Площу дзеркала води в колодязі визначають вимірюванням двох його сторін.

Розрахунок об'єму води в колодязі виконують таким чином. Припустимо, що глибина води в колодязі сім метрів, а ширина кожної з двох сторін зрубу дорівнює метру. В результаті множення 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 наступним чином: хлорне вапно ретельно розмішують у невеликій кількості води, доки не утвориться кашка, яку потім

переливають у відро, додають води, добре перемішують і дозволяють 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, до тих пір, поки не зникне запах і присмак хлору.

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

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

Дезінфекція колодязя повинна проводитися під *керівництвом медичного працівника*. Слід пам'ятати, що лише 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'явитися 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, яка 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. Додатково в якості тимчасового заходу для припинення спалаху кишкових інфекційних захворювань або для надання колодязю належного санітарного стану доцільно воду в колодязі хлорувати щоденно.

Доза активного хлору для знезараження води необхідна 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.

Виконується це наступним чином: в три склянки наливають по 200 мілілітрів води з колодязя. В першу склянку закачують піпеткою дві краплі однопроцентного розчину хлорного вапна (10 грамів хлорного вапна на літр води), в другу – чотири краплі і в третю склянку – шість крапель. Воду в склянках добре перемішують склянкою паличкою, закривають кришками і залишають на 30

хвилин (влітку) або на одну годину (взимку). Після закінчення зазначеного часу досліджують воду на запах, починаючи з тієї склянки, в яку було додано найменше розчину. Необхідною для хлорування вважається та доза, від якої вода отримала слабкий запах хлору. Якщо ні в одному із стаканів вода не матиме запаху хлору, потрібно повторити хлорування, застосовуючи більші дози хлору. Наведемо приклад розрахунку потрібної кількості відсоткового розчину хлорного вапна для знезараження одного кубічного метра води в колодязі. Припустимо, що слабкий запах хлору з'явився в другій склянці, куди було додано чотири краплі відсоткового 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 знезаражуваної води. Оскільки вода з колодязя постійно відбирається, а на її місце з водоносного горизонту надходить нова, концентрація хлору знижуватиметься. Тому розчин хлорного вапна доводиться в колодязну воду 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 буде продовжена. Зазначені 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 арикового водопостачання, де вода містить велику кількість імли 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 імли та завислих речовин воду наливають в діжки або інші ємності, де вона відстоюється протягом 10–12 годин. Чисту воду відбирають 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 з'явиться струмінь води, після чого опускають трубку у відро або іншу ємність, куди збиратиметься відстояна 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 вельможі пили із срібних чаш і їли 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. 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 відсотковим 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 відсоткового розчину хлорного вапна. Хлоровану таким чином воду можна використовувати для пиття через 30–40 хвилин. Розчин хлорного вапна потрібно зберігати 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.) від 100 до 285 л/добу на 1-го жителя;
- 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 обраної технології, кількості продукції, що виробляється, а для деяких – від пори року. Останнє стосується насамперед виробництв, що витрачають воду на охолодження. Коефіцієнт добової нерівномірності споживання виробничої води встановлюють технологи відповідних виробництв.

Протягом доби споживання води також нерівномірне: вночі воно менше ніж вдень. Коливання споживання води по годинах доби залежить від розрахункової

кількості 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.

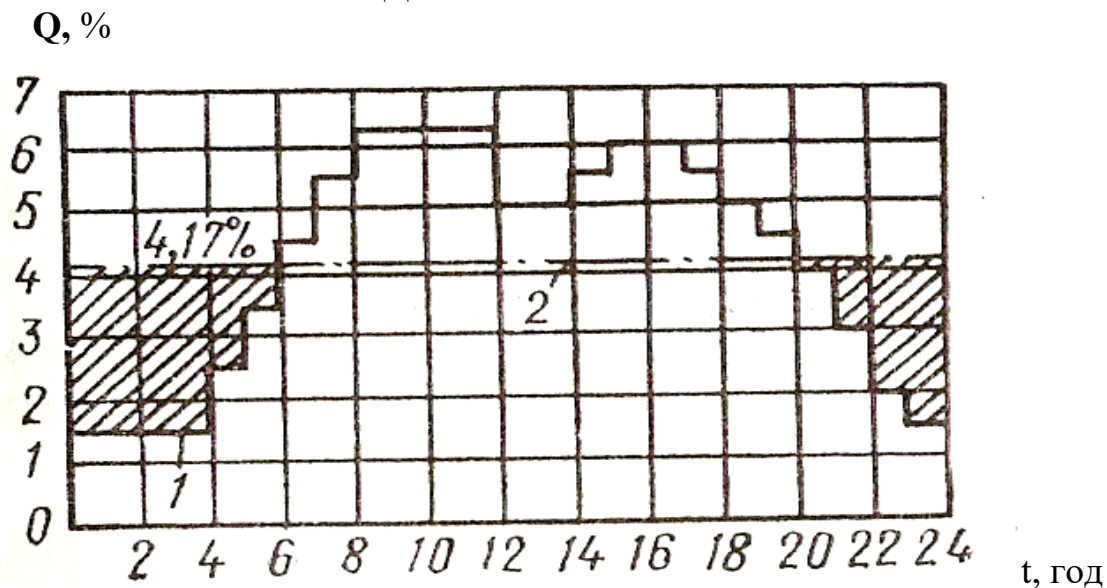


Рис. 2.5а. Ступінчатий графік водоспоживання

Режим водоспоживання, тобто зміну витрати води по годинах доби, зазвичай зображають 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 відмічені значення годинної витрати у відсотках добової витрати. Іноді годинну витрату визначають не у відсотках, а в кубічних метрах. Як видно з рис. 2.5а., протягом доби вода витрачається нерівномірно. На інтегральному графіку по осі ординат відмічають витрату води також у відсотках добової витрати (рис. 2.5б.).

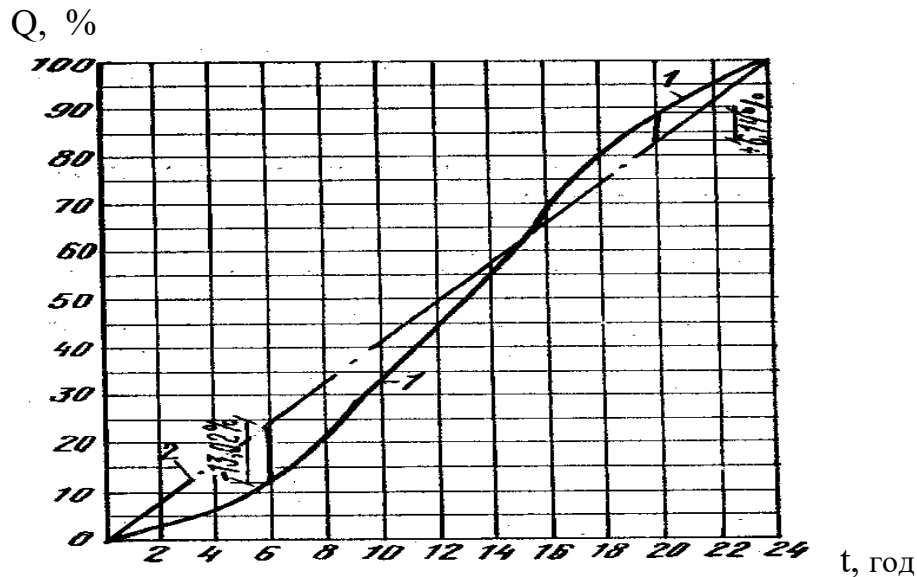


Рис. 2.56. Інтегральний графік водоспоживання

§ 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 мешканця за табл.1 ДБН В.2.5-74:2013 (питоме водоспоживання); N – розрахункова кількість мешканців.

Таблиця 2.5. Питома середньодобова (за рік) норма споживання питної води

Ступінь благоустрою житлової забудови	Питома середньодобова (за рік) норма питного водоспоживання, л/добу на 1 жителя
Житлова забудова, обладнана внутрішнім водопроводом і каналізацією:	
без ванн	100-135
з ваннами і місцевими водонагрівачами	150-230
з централізованим гарячим водопостачанням	230-285

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 і мінімальні годинні витрати води:

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

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

$K_{ч.мін}$, $K_{ч.макс}$ – 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 α – 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 β – коефіцієнт, що враховує кількість мешканців 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 кількістю мешканців та відповідній нормі водоспоживання).

Господарсько-питні витрати води працівниками 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 працівника $q_p = 45 \text{ л/зміну}$, коефіцієнт часової нерівномірності $K_{год} = 2,5$; в інших цехах – на 1 працівника $q_p = 25 \text{ л/зміну}$, $K_{год} = 3,0$.

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 $Q_n = 500 \text{ л/1д.с.}$ 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 м³ на 1 т виплавленого чавуну; 500 м³ 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 м³ води для охолодження, конденсації, очистки нафтопродукту) та зворотних. Одночасно в виробництво повертається біля 93 % води, втрачається 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 мешканця $q_n = 50...90 \text{ л/добу}$.

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 ($Q_{уст}$).

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

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

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння

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

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:

- кількості мешканців 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. чоловік.

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 мешканців (табл. 3);
 - кількості поверхів будинків;
- для житлових і громадських будинків:
 - об'єму будинків (табл. 4) (тис м^3);
 - 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^3);
 - 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 мешканців в ній.

$Q_{\text{ЗОВН}}^{\text{ПОЖ}}$ будинків, поділених 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.

$P_{\text{стр}}$, $Q_{\text{стр}}$ 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 $Q = 39,5\text{ л/с}$, 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. Але при тиску більше ніж 40 м між ПКК і з'єднувальною головкою треба передбачати встановлення регулятора тиску (п. 8.6. ДБН В.2.5-64:2012).

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* належать підземні води, що залягають найближче до земної поверхні.

В наслідок неглибокого залягання і відсутності водотривкого покриття верховодка легко забруднюється, тому, як правило, вона в санітарному відношенні у край ненадійна і не може вважатися безпечним 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 використовуватися 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 К₃ 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.

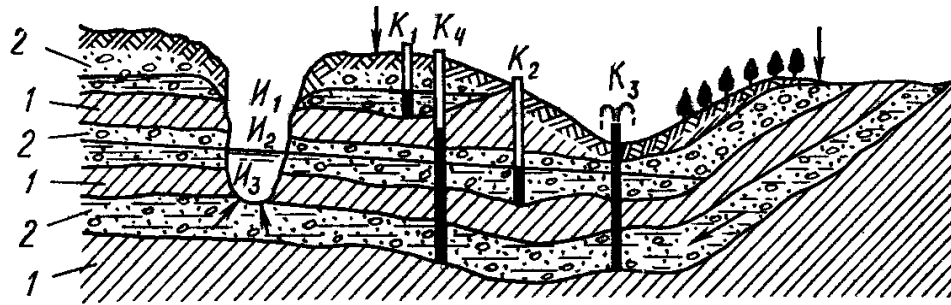


Рис. 3.1. Схема утворення і залягання підземних вод

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

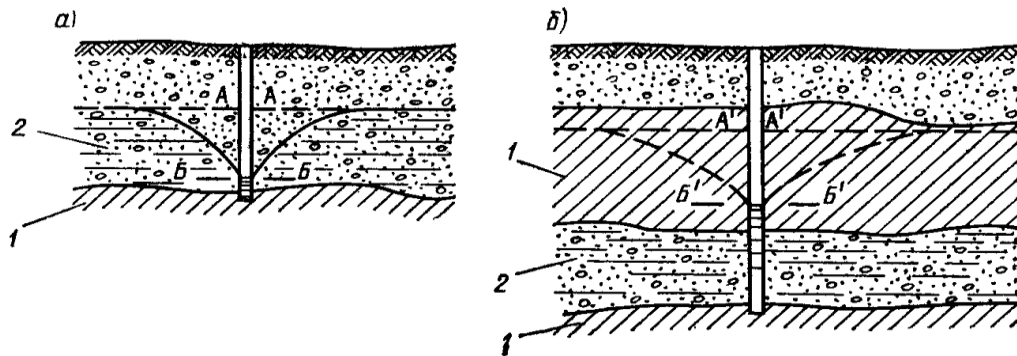


Рис. 3.2. Депресивні воронки

а – безнапірні води, б – напірні води; 1 – водоупорні породи, 2 – водоносні породи, АА – статичний рівень, А'А' – п'єзометрична лінія без відкачки; ББ 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 його потужність і якість води, 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 споруд для прийому підземних вод залежить здебільшого від глибини їх залягання і потужності водоносного горизонту. Споруди для прийому підземних вод можуть бути поділені 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 – найрозповсюдженіший 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 більше 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 за необхідності використання для цілей водопостачання джерельної води.

Водозабірні свердловини

Водозабірні свердловини створюють шляхом буріння землі, їхні стіни закріплюють обсадними сталевими трубами. Відповідно до заглиблення свердловини діаметр обсадних труб зменшують. В результаті свердловина набуває телескопічної форми (рис. 3.3.). Концентричні зазори між окремими обсадними трубами тампують цементним розчином. У скельних ґрунтах стінки не закріплюють.

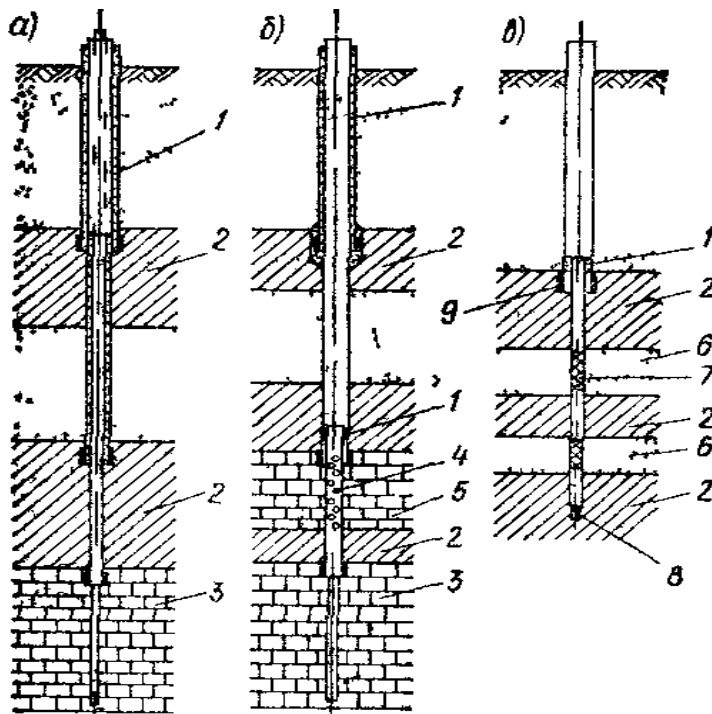


Рис. 3.3. Схеми влаштування водозабірних свердловин (а і б у випадку забору води із тріщинуватих порід, в – у випадку забору води в пісках; 1 – закриття міжтрубних просторів цементним розчином, 2 – глини, 3 – тверді тріщинуваті породи, 4 – перфоровані труби, 5 – вапняк, 6 – водоносний пісок, 7 – фільтр, 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 можливо обладнати фільтрами наступних типів: дірчастими, щілинними, сітчастими, дротовими, гравійними, багатошаровими із поліетилену.

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

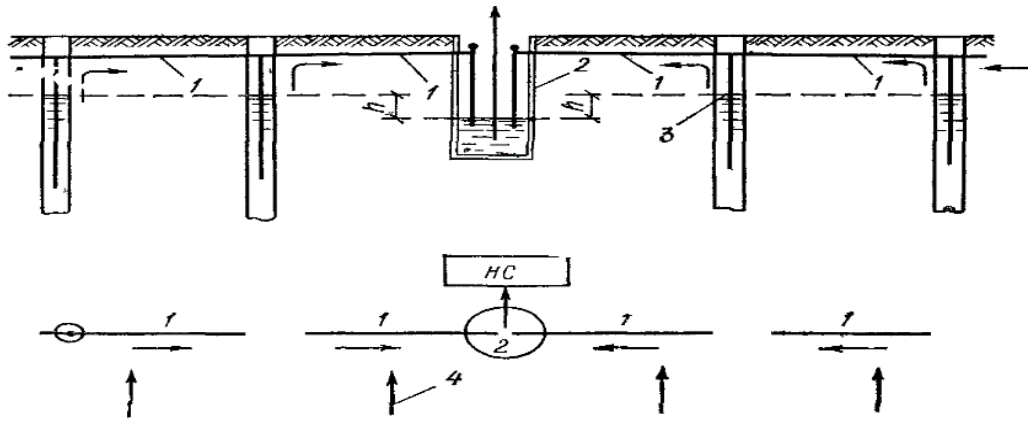


Рис. 3.4. Схема розташування водозабірних свердловин

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 за допомогою самопливних або сифонних трубопроводів 1 у збірний колодезь 2, з якого їх відкачують насосами (див. рис. 3.4.). Застосування сифонних трубопроводів дозволяє зменшувати глибину закладання збірних трубопроводів. У разі глибокого залягання динамічного рівня 3 (більше 20 м від поверхні землі) кожен водозабірну свердловину обладнують відцентровими насосами.

Шахтні колодезі

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

Для прийому води дно шахтних колодезів 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 колодезів створюють водоприймальні отвори шляхом закладки в них труб під час бетонування.

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

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

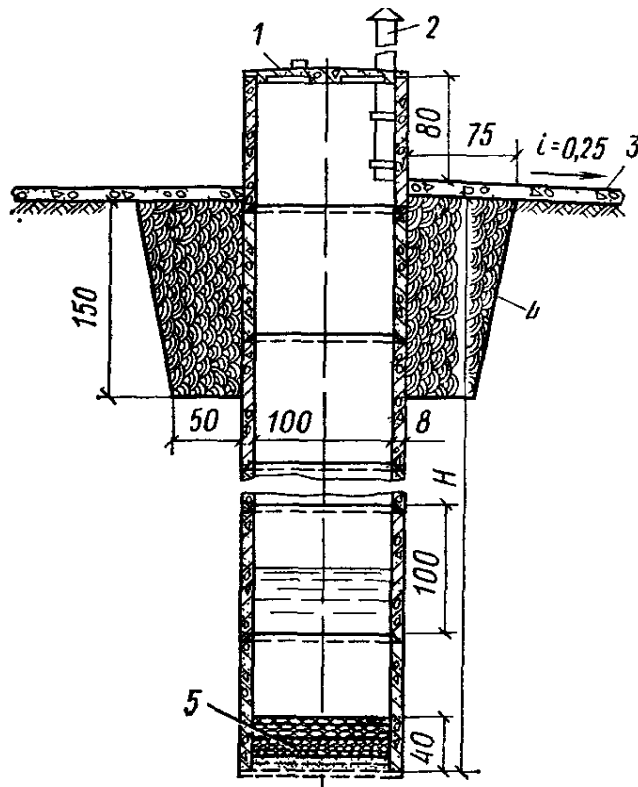


Рис. 3.5. Шахтний колодязь із залізобетонних кілець

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

Значного збільшення дебіту можна досягти, помістивши 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 обсыпають фільтруючим піщано-гравійним завантаженням. Щоб уникнути потрапляння забруднених поверхневих стоків у водозабори, на поверхні землі над ними споруджують глиняний замок.

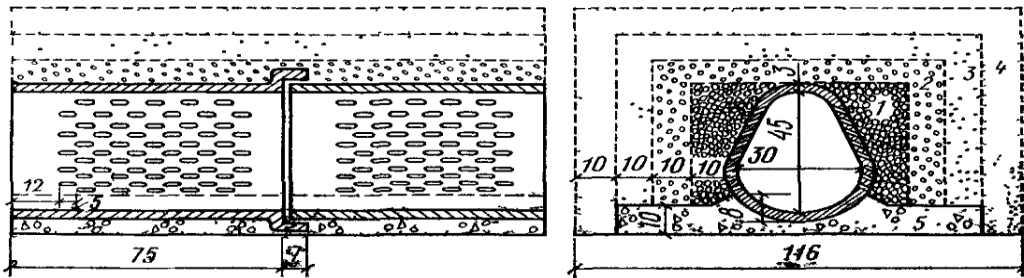


Рис. 3.6. Горизонтальний водозабір із залізобетонних труб склепінчатого розрізу
 1 – шар з крупністю зерен 12-15 мм; 2 – теж саме 5-7 мм; 3 – теж саме 1,5-2 мм; 4 – теж саме 0,4-0,6 мм; 5 – бетон

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. 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.

Зазвичай каптажну камеру роблять із дерева, цегли, каменя або бетону, таким шляхом, 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 перекривали 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 споживачам високоякісної води. Вирішення цього завдання досягається правильним вибором місця їх розташування (у плані і за глибиною), типом 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 із 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) забезпечити плавучими запанами і коробами, що огороджують водоприймальні отвори; д) створювати 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, пересувні з гірських рік, плавучі тощо).

Водозабірні споруди берегового типу

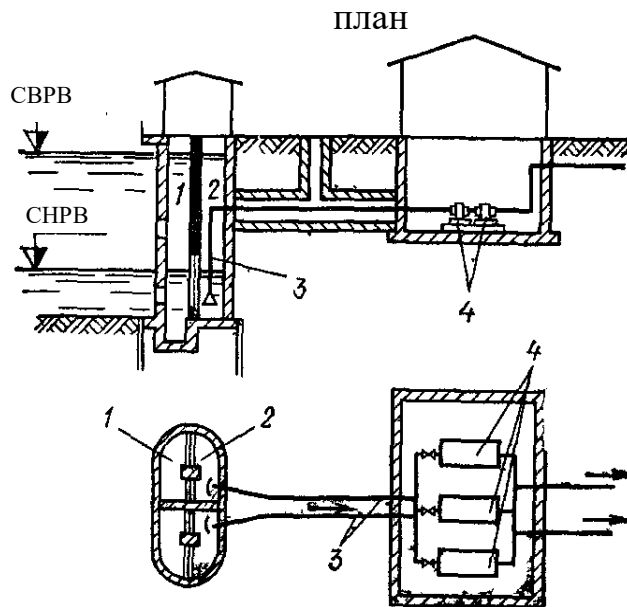


Рис. 3.7. Схема роздільного берегового водозабору

Водозабірні споруди берегового типу встановлюють 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 поділяється на окремі секції, кількість яких дорівнює «2» або кількості всмоктувальних ліній. Кожна секція водоприймального колодязя позділена 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. Проміжок між стрижнями ґрат складає 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.

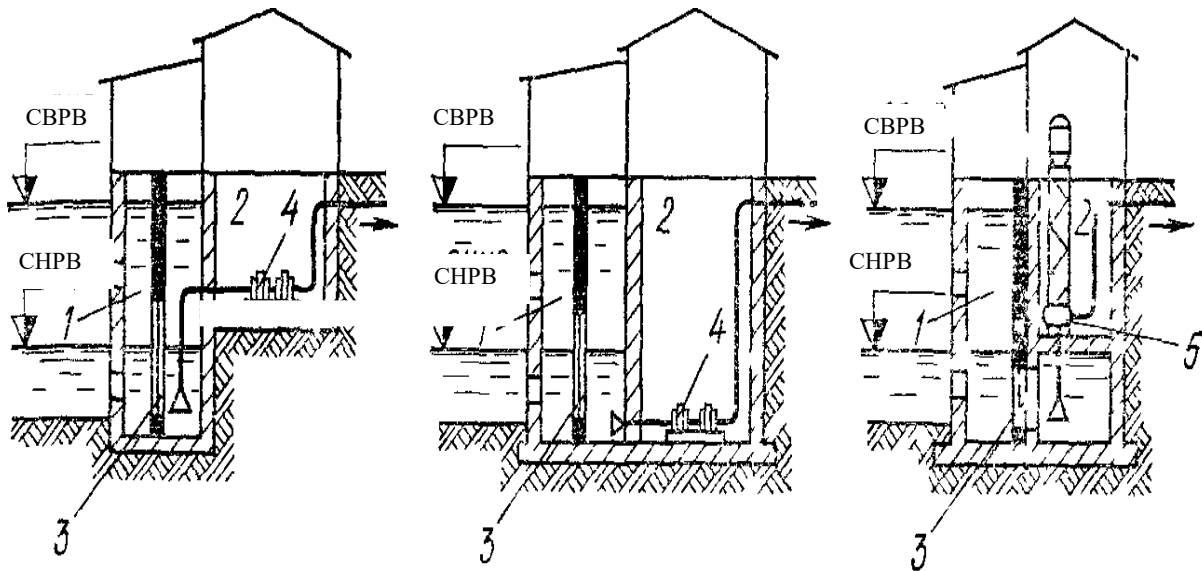


Рис. 3.8. Схеми водозабірних споруд берегового типу, що суміщені з насосними станціями (1 – водоприймальне відділення, 2 – насосний зал, 3 – водоприймальна сітка, 4 – горизонтальний відцентровий насос, 5 – вертикальний відцентровий насос)

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

Верх водоприймального колодезя повинен підніматися над найвищим рівнем води не менше ніж на 0,5 м. Над колодезем споруджують павільйон, за допомогою 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 будують на нещільних ґрунтах. Їх споруджують із загальним днищем для водоприймального колодезя і насосної станції. Приклад конструкції об'єднаної водозабірної споруди зображений 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 колодезя 3 і насосної станції 4. Вода надходить у береговий колодезь по самопливних лініях. Подальший рух води аналогічний її рухові у водозаборі берегового типу.

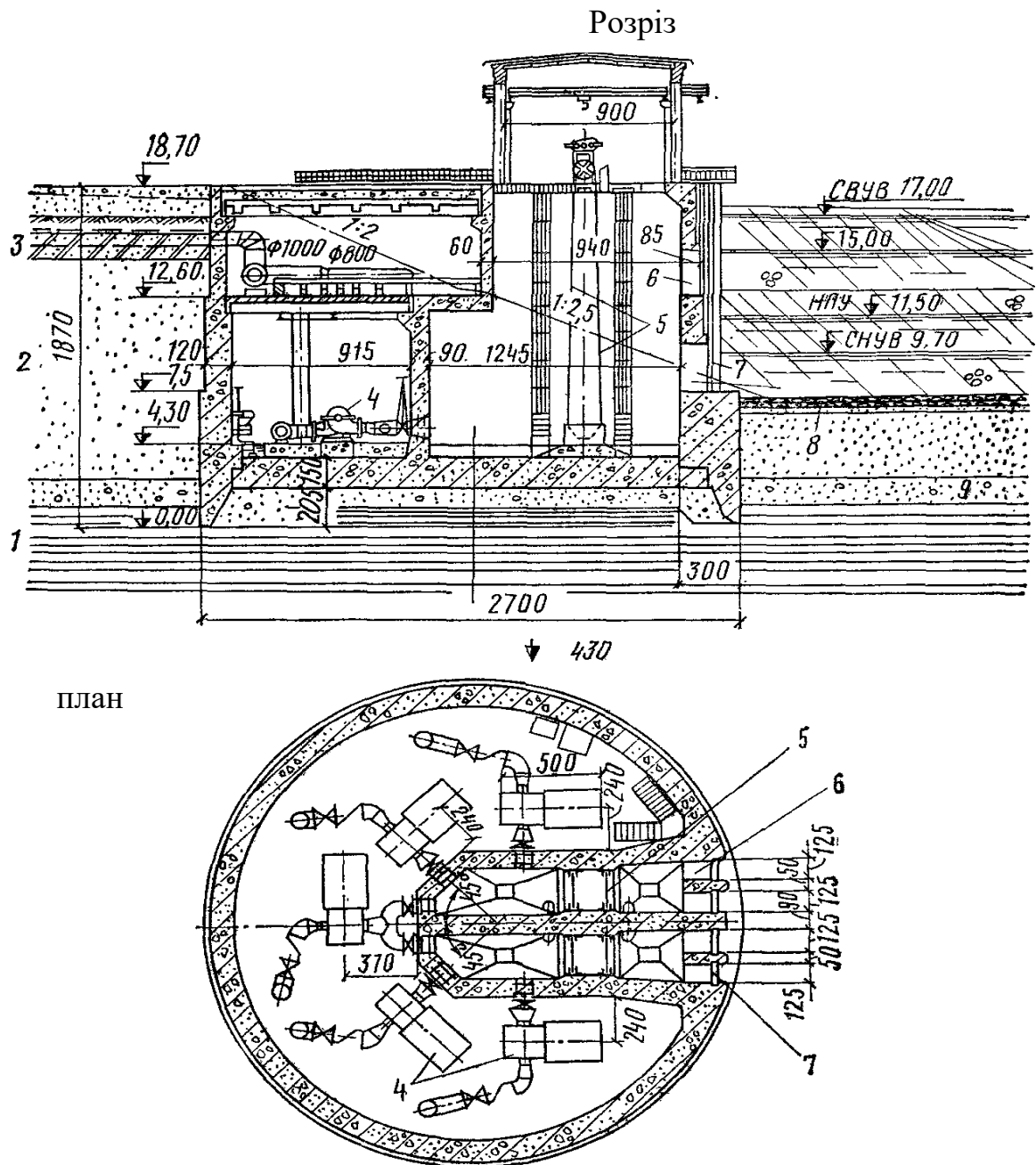


Рис. 3.9. Суміщена водозабірна споруда берегового типу (розміри в см)
 1 – глина, 2 – пісок дрібний, 3 – суглинок, 4 – насоси, 5 – сітка, 6 – вхідне вікно, 7 – решітки,
 8 – накиданий камінь на шар щебню, 9 – пісок крупний

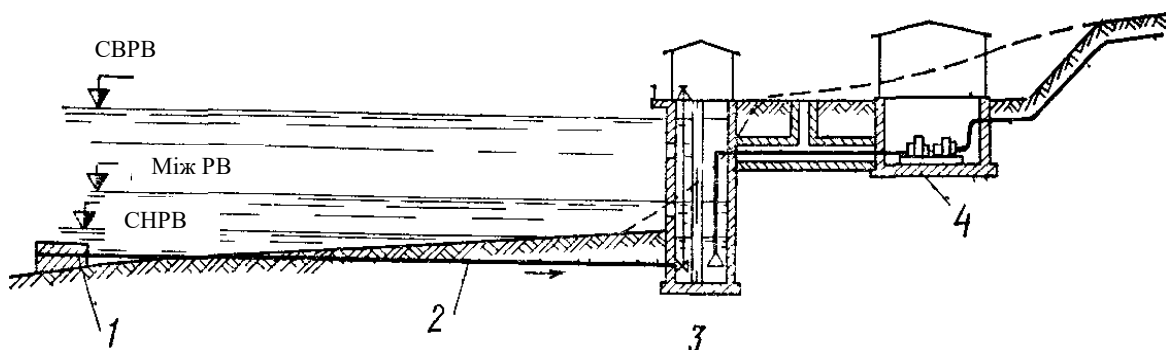


Рис. 3.10. Схема водозабірної споруди руслового типу

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 використовують 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 конструювати 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 зрубів 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 суднами 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.

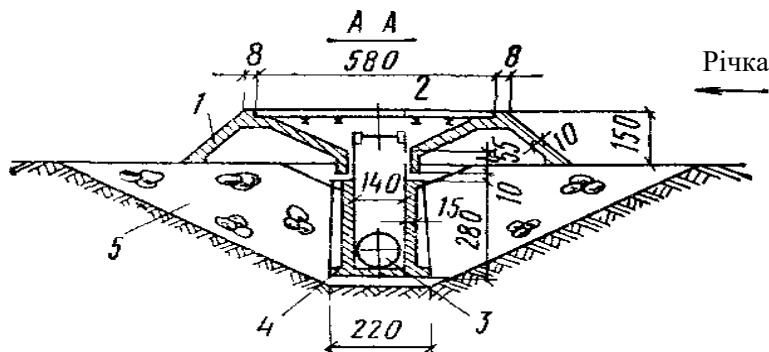


Рис. 3.11. Залізобетонний оголовок з горизонтальною решіткою (розміри в см)
1 – грибовидна частина, 2 – решітка, 3 – самотічний трубопровід, 4 – упор, 5 – пригрузка.

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 нижнім входом живляться, головним чином, придонними струменями, а ковші із верхнім 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.

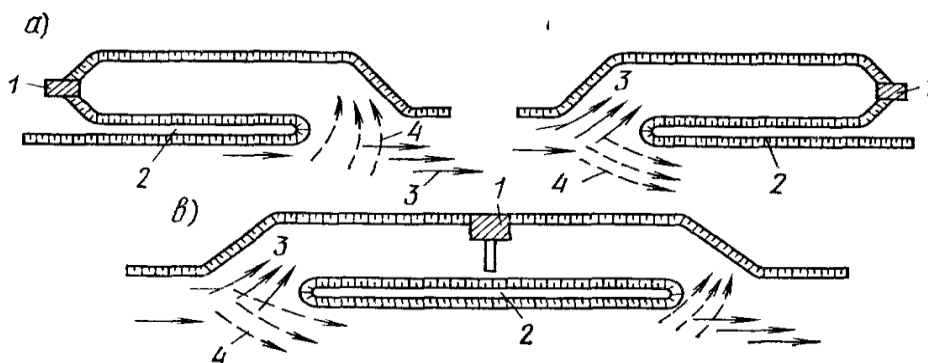


Рис. 3.12. Схеми водоприймальних ковшів

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 кількістю мешканців 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 м³ із виробництвами категорії Д;
- 2) населених пунктів із кількістю мешканців до 50 осіб за умови забудови 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 м³. У місцях індивідуальної забудови (сільська і міська місцевість) корисна місткість таких водойм повинна бути в межах 50-150 м³.

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 дозволяється збільшувати до 500 м.

Якщо відсутні вододжерела, то відкриті водойми наповнюють:

- 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 укуси 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-напівнасіпі 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;

- укуси залежно від виду ґрунту роблять пологими із закладенням (відношення висоти до проекції довжини укусу 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, луги, 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 укусу 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 у разі спорудження 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 дрібнішого ґрунту (частіше глиною). Застосовується для спорудження водойм у піщаних і супіщаних ґрунтах;

е) солонцювання ґрунту виконується тільки в легких суглинках і супіщаних ґрунтах. Полягає у введенні на поверхню водойм повареної солі (на 1 м² – 2,5 кг солі) у вигляді 20 %-го розчину. Термін дії такої гідроізоляції 4–6 років;

ж) вапнування ґрунту виконується 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 – 25–30 см

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 умови 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, що 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, напівзаглибленими 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 см². У підземних резервуарах люк використовують для їх огляду та забору води пожежною технікою;
- приямок глибиною не менше 0,4 м;
- днище резервуара має ухил у бік приямка.

Гідравлічне випробування резервуара на водонепроникність виконують 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 найвузчій 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 вигляді 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 використовується у якості водозливу, тому 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) виконує 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 дозволяється зниження рівня не більше 1 см за добу.

Водойма, що визнана придатною до експлуатації, закріплюється за організацією, що 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 м³ 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 усувається перед забором води, а дно бочки вибивається. Місце розташування зимового водозабору 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, які укладають шарами 20–50 см. З настанням 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 та 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 припинятися 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. Водночас оголовки обов'язково повинні мати додаткові пристрої 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 дозволяється 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 ΔW , 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, м³;

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 кількості 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 м³;

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

У системах водопостачання використовуються регулюючі і запасні ємності.

Регулюючі ємності дозволяють забезпечити рівномірну роботу насосних станцій, зникає 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 виконуватися 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 в 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:

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

де $W_{PЧВ}$ – 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 $W_{ф}$.

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

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

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

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

де $W_{\text{пож}}$ – запас води, необхідний для гасіння пожежі протягом 3-х годин;
 $W_{\text{госп}}$ – запас води на господарсько-виробничі потреби, що необхідний на час гасіння пожежі, тобто на 3 години;
 $W_{\text{пож.}}$ – визначається за такою формулою:

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

де $Q_{\text{пож}}$ – розрахункова пожежна витрата, л/с;
 $\tau_{\text{пож}}$ – 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 $\tau_{\text{пож}} = 3$ год, крім витрат на прийом душу, витрати на поливання і миття технологічного обладнання:

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

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

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

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

$$Q_{\text{ав}} = Q_{\text{вир.ав}} + 0,7 Q_{\text{Г-П}} \quad (4.7)$$

де $Q_{\text{ав}}$ – витрата води у разі аварії водопроводу, л/с;

$Q_{\text{вир.ав}}$ – витрата води на виробничі потреби під час роботи підприємства за аварійним графіком, л/с;

$Q_{\text{г-п}}$ – розрахункова витрата води на господарсько-питні потреби, л/с;

$Q_{\text{пож}}$ – витрата води на пожежогасіння, л/с;

$\tau_{\text{ав}}$ – час ліквідації аварії, с (визначається за п. 12.4 ДБН В.2.5-74:2013);

$Q_{\text{пож.ав}}$ – час гасіння пожежі, взято відповідно до норм ДБН при

$Q_{\text{пож}} \leq 25$ л/с;

$\tau_{\text{пож}} = 2-3$ год, при $Q_{\text{пож}} > 25$ л/с – $\tau_{\text{пож}} = 4-6$ 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_{ϕ} :

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

де F – площа однієї секції фільтра, м^2 ;

q – інтенсивність промивання фільтрів ($q = 12-18$ л/с· м^2);

τ – 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 м^3) або прямокутної форми. Їх обладнують подаючими і всмоктуючими трубопроводами, переливною, і грязьовою трубами. На них улаштовують також оглядові колодязі і вентиляційні труби.

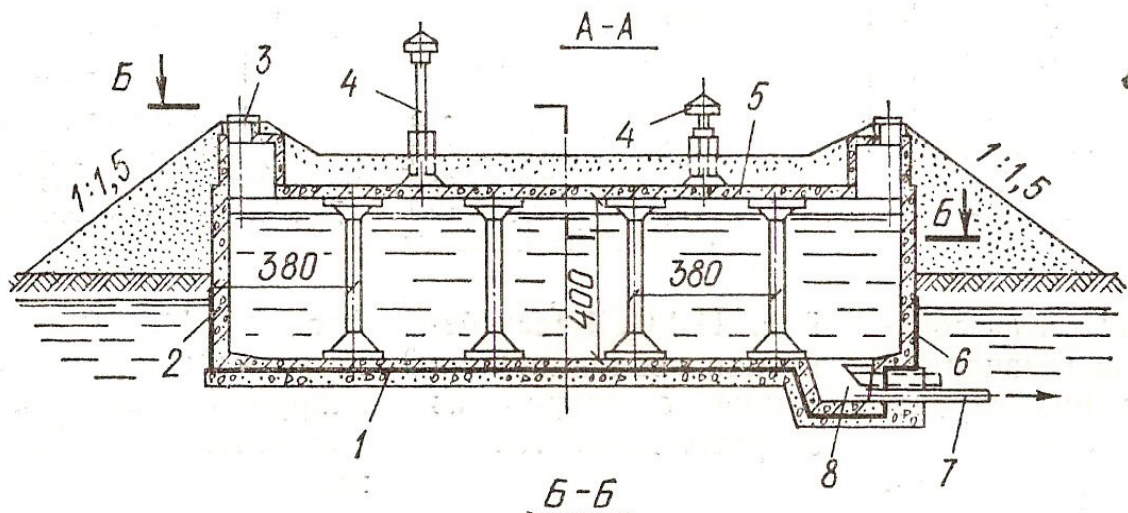


Рис. 4.1. Залізобетонний резервуар чистої води

- 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 використовуються для регулювання нерівномірності водоспоживання, збереження недоторканого запасу води і створення необхідного напору у водопровідній мережі.

Виходячи з призначення водонапірної башти, місткість бака повинна дорівнювати

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

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 пожежі 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:

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

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

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

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 витрат у баках водонапірних башт зберігається запас води на 3 години гасіння пожежі. У цьому випадку місткість бака водонапірної башти визначається таким чином, як і місткість резервуарів чистої води.

У водонапірній башті, 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. Зазвичай, 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).

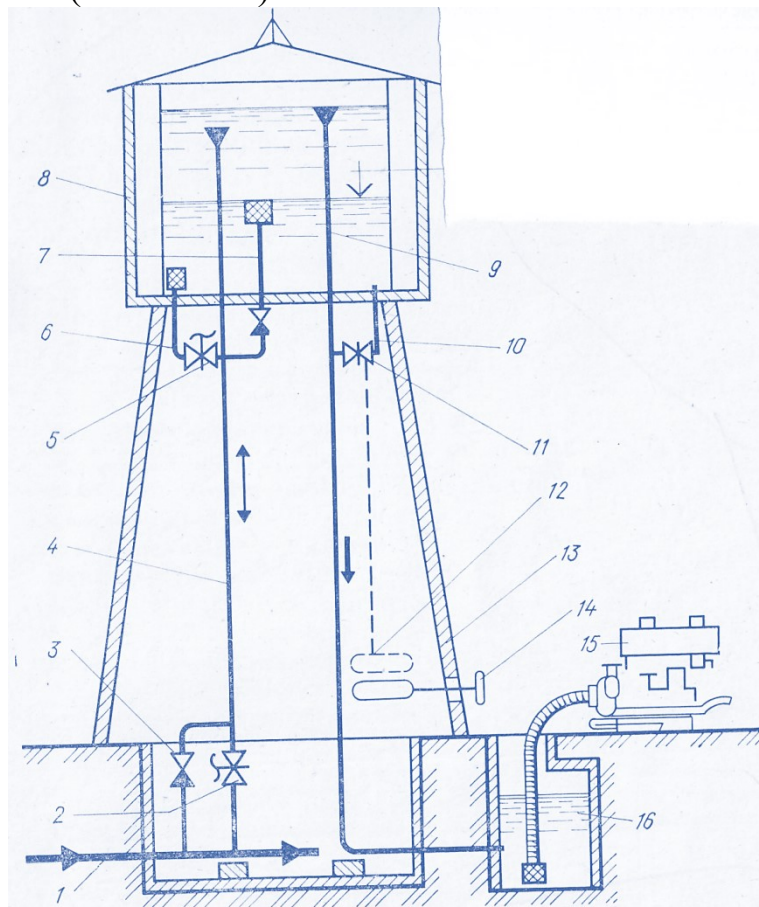


Рис. 4. 2. Схема обладнання водонапірної башти

- 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 – колодезь

Основними елементами водонапірної башти є бак і 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 за допомогою

подавально-розвідного 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 каналізаційним колодязем, відключає водонапірну башту під час пожежі зворотній клапан і електрозасувка, що зазвичай 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 ³	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 найчастіше у населених пунктах, і якщо можливо, то використовують для їхнього будівництва цеглу місцевого виробництва.

Дерев'яні башти використовуються переважно на тимчасових водопроводах (наприклад, на будівельних майданчиках), а також у сільськогосподарському виробництві, де потрібен незначний об'єм бака і висота його підйому, як правило, невелика.

За типовим проектом споруджують башти висотою до 40 м (до дна бака) із баками місткістю до 800 м³. На одній і тій самій 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 гідроколона, що призначена, головним чином, для збереження аварійного запасу води, наприклад, у системах водопостачання металургійних комбінатів. Гідроколона – це залізобетонна або сталева циліндрична вертикальна ємність, висота якої дорівнює висоті водонапірної башти.

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

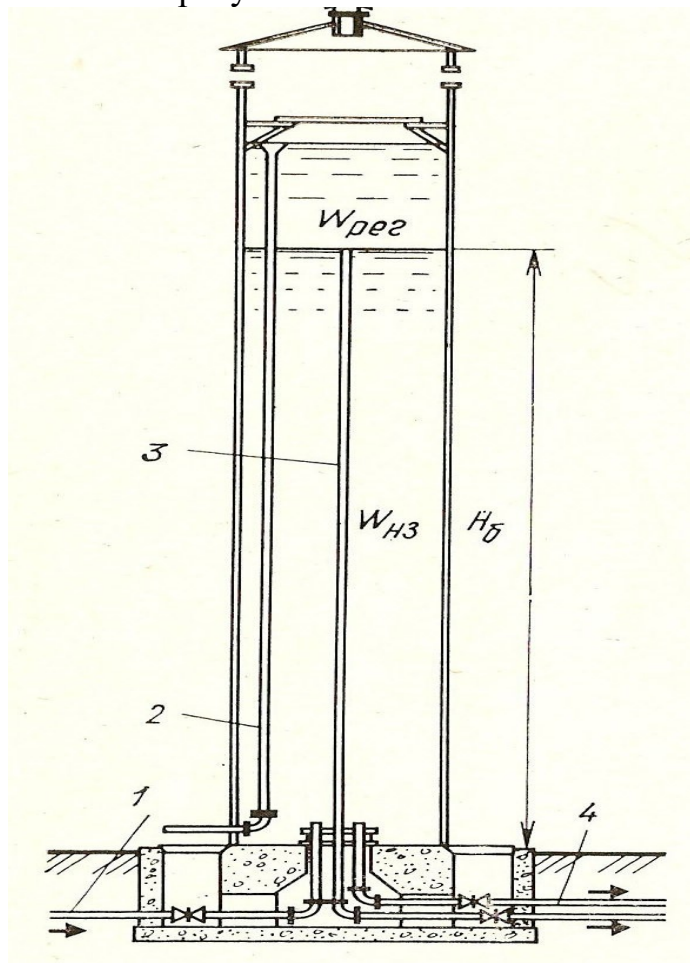


Рис.4.3. Гідроколона

- 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 диктуючій точці.

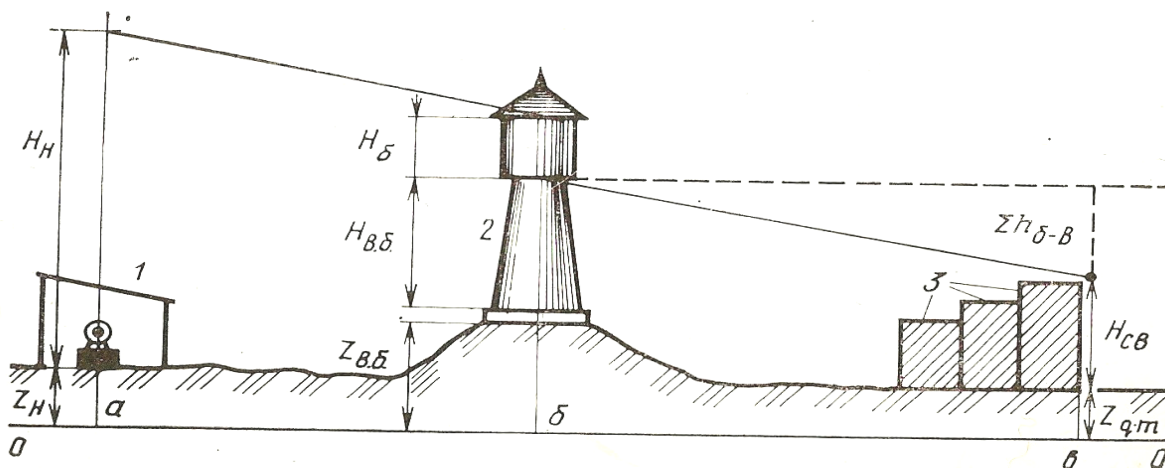


Рис. 4.4. Визначення висоти водонапірної башти
1 – насосна станція; 2 – водонапірна башта; 3 – водоспоживачі

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

$$z_{в.б.} + H_{в.б.-д.т.} + \frac{v_{б.}^2}{2g} = z_{д.т.} + H_{віл} + \frac{v_{д.т.}^2}{2g} + \sum h_{б.-в.-д.т.}, \quad (4.13)$$

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

Тоді формула для визначення висоти водонапірної башти матиме вигляд:

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

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

h_c – втрати напору в мережі;

$H_{віл}$ – 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. Гідро-пневматичні водонапірні установки

Призначення й основні елементи пневмоустановок

Гідро-пневматичні установки призначені для регулювання *нерівномірності водоспоживання і створення необхідного напору у водогінній мережі*.

У гідро-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.

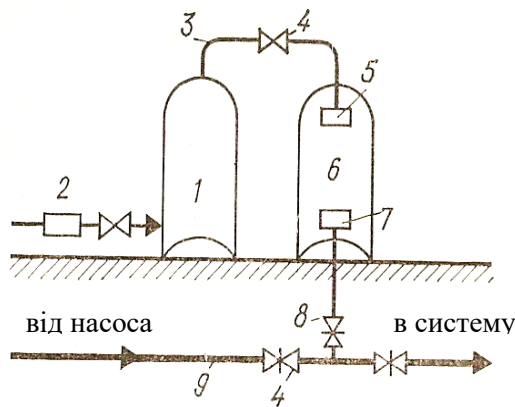


Рис. 4.5. Схема гідро-пневматичної установки перемінного тиску

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

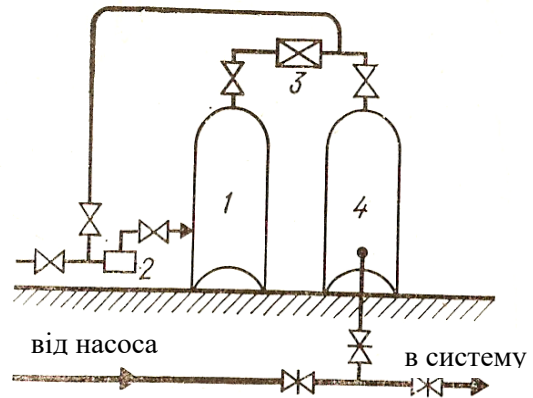


Рис. 4.6. Схема гідро-пневматичної установки постійного тиску

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

Гідро-пневматична установка перемінного тиску складається з таких основних елементів: двох герметичних резервуарів (повітряного 1 і водяного 6), сполучених між собою перепускнув трубопроводом 3 із вентилем 4. Для наповнення резервуара 1 повітрям встановлений 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. Перепускнув 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 підготування до дії установки; скляні водомірні трубочки.

Підготування установки здійснюється наступним чином: 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 гідро-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 встановлюються 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 гідропневматичні установки на цей час відключаються автоматично від водопровідної мережі.

Розрахунок гідро-пневматичних установок перемінного тиску

Для розрахунку гідро-пневустановок 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 φ , (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:

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

де $W_{\text{рег}}$ – регулюючий об'єм води бака;

β – коефіцієнт запасу ємності бака, що враховує співвідношення об'ємів повітря в резервуарі, він зазвичай 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 м³/год;
 n – максимальна кількість ввімкнень за 1 годину, значення якої 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, м³/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 поділяються:
 - 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 – дозволяється короткочасна перерва в роботі насосів на час, необхідний для ввімкнення резервних агрегатів;
- III категорія – дозволяється 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.

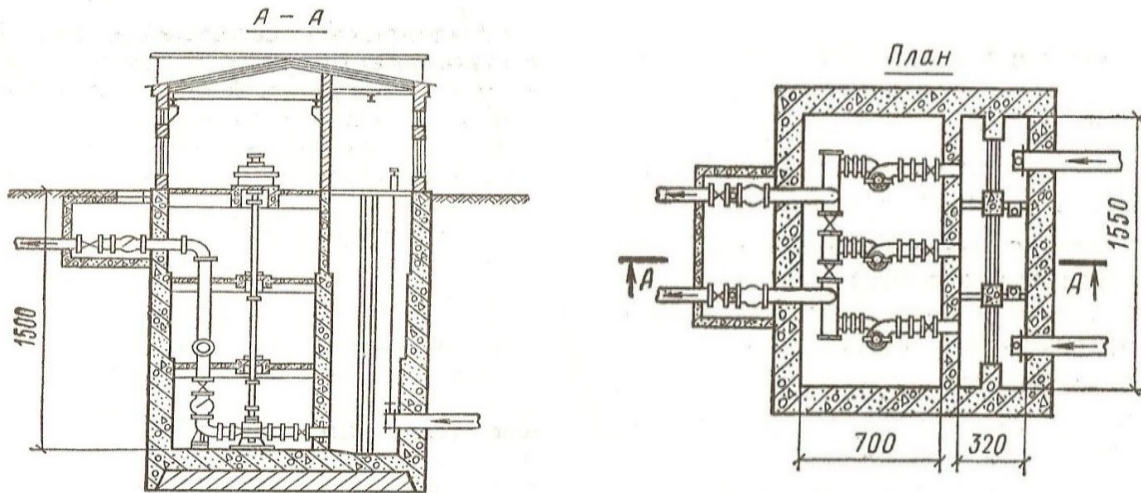


Рис. 4.7. Насосна станція I підйому з вертикальними насосами

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:

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

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

α – 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:

- збільшенням 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 більшої кількості 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. Кількість 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 ввімкнення різної кількості насосів.

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

За об'єднаних водопроводів 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 розповсюджено будівництво насосних станцій із збірних залізобетонних елементів, а це дає змогу об'єднувати їх 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.

Всмоктувальний трубопровід є одним із найбільш відповідальних частин устаткування станції; у разі недостатньої її герметичності порушується робота насосів (можливо навіть порушення 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 виконується 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 поділяються 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 контролюють 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 за витрат 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, відокремлених 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 обладнана низьковольтним електрообладнанням, то вона повинна бути забезпечена двома ручними пінними вогнегасниками, а з двигунами внутрішнього згорання потужністю до $2,2 \cdot 10^2$ кВт – чотирма вогнегасниками. В насосних станціях із високовольтним обладнанням або двигунами внутрішнього згорання потужністю більше $2,2 \cdot 10^2$ кВт необхідно передбачати додатково два вуглекислотних вогнегасники, бочку з водою ємністю 250 л, дві ковдри 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 за умови роботи 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_B – вільний напір в диктуючій точці;

ΔZ – 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 пожежогасіння, на господарсько-питні і виробничі потреби (не враховуючи витрату води на промислових підприємствах ΔQ 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 пожежогасіння;

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

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

ΔQ – 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. Водночас 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) використовується 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 води. 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 дозволяється використовувати згідно з п. 12.5 ДБН В.2.5-74:2013:

- для подачі води на виробничі потреби – за імовірності 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 ≤ 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 тільки під кутом 90° .

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 обирають 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 чавунні труби, сталеві, азбестоцементні, залізобетонні, пластмасові тощо.

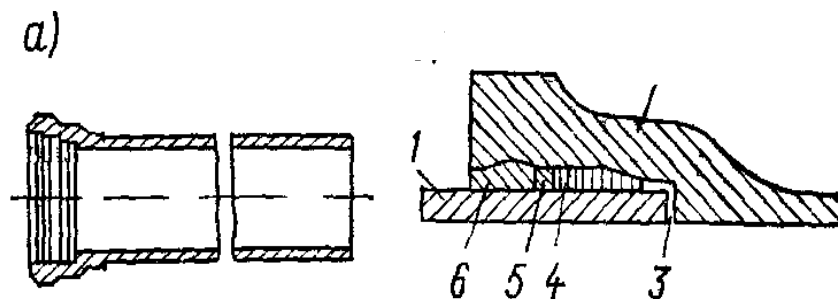


Рис. 5.1. Чавунні розтрубні труби (1 – гладкий кінець труби, 2 – розтруб, 3 – зазор, 4 – просмолене пасмо, 5 – чисте пасмо, 6 – азбестоцемент)

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, особливо 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.

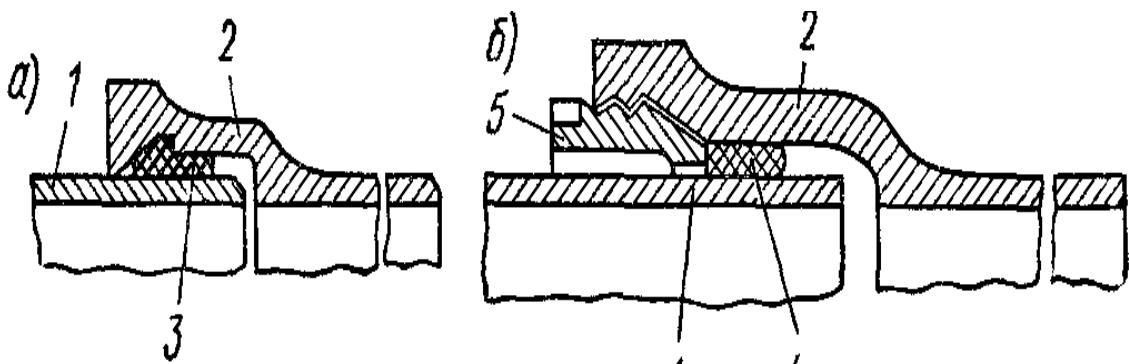


Рис. 5.2. Азбестоцементні труби

а – розтрубно-стикове під гумову манжету, б – розтрубно-гвинтове. 1 – гладкий кінець труби, 2 – розтруб, 3 – гумовий манжет; 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).

Сталеві 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 водні 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-регульовальну, запобіжну, водорозбірну та контрольно-вимірнювальну арматури (п. 12.9 ДБН В.2.5-74:2013).

Запірно-регульовальна 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* встановлюють там, де може виникнути підвищений тиск (слід пам'ятати, що насосні станції – найнижчі точки траси водоводу, в момент гідравлічних ударів).

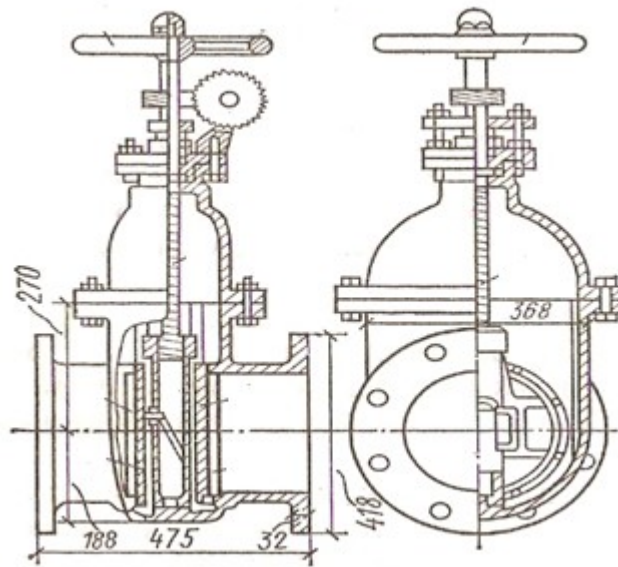


Рис. 5.3. Засувки

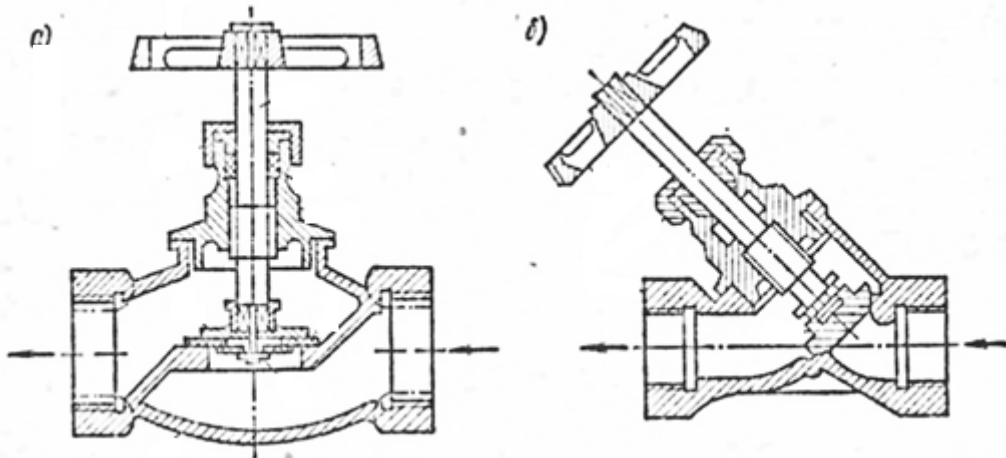


Рис. 5.4. Вентиль (а – прямой), (б – косий)

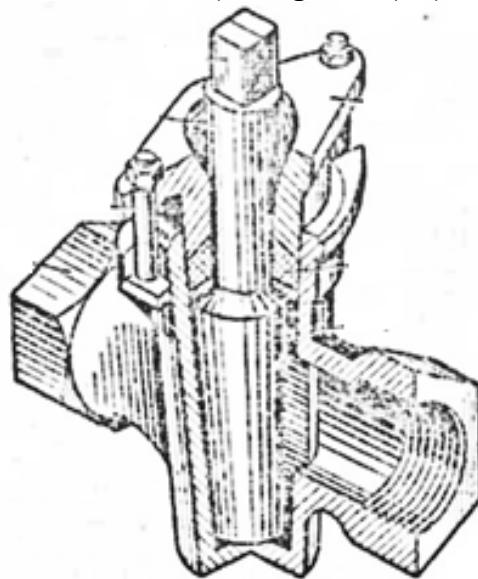


Рис. 5.5. Кран пробковый проходной

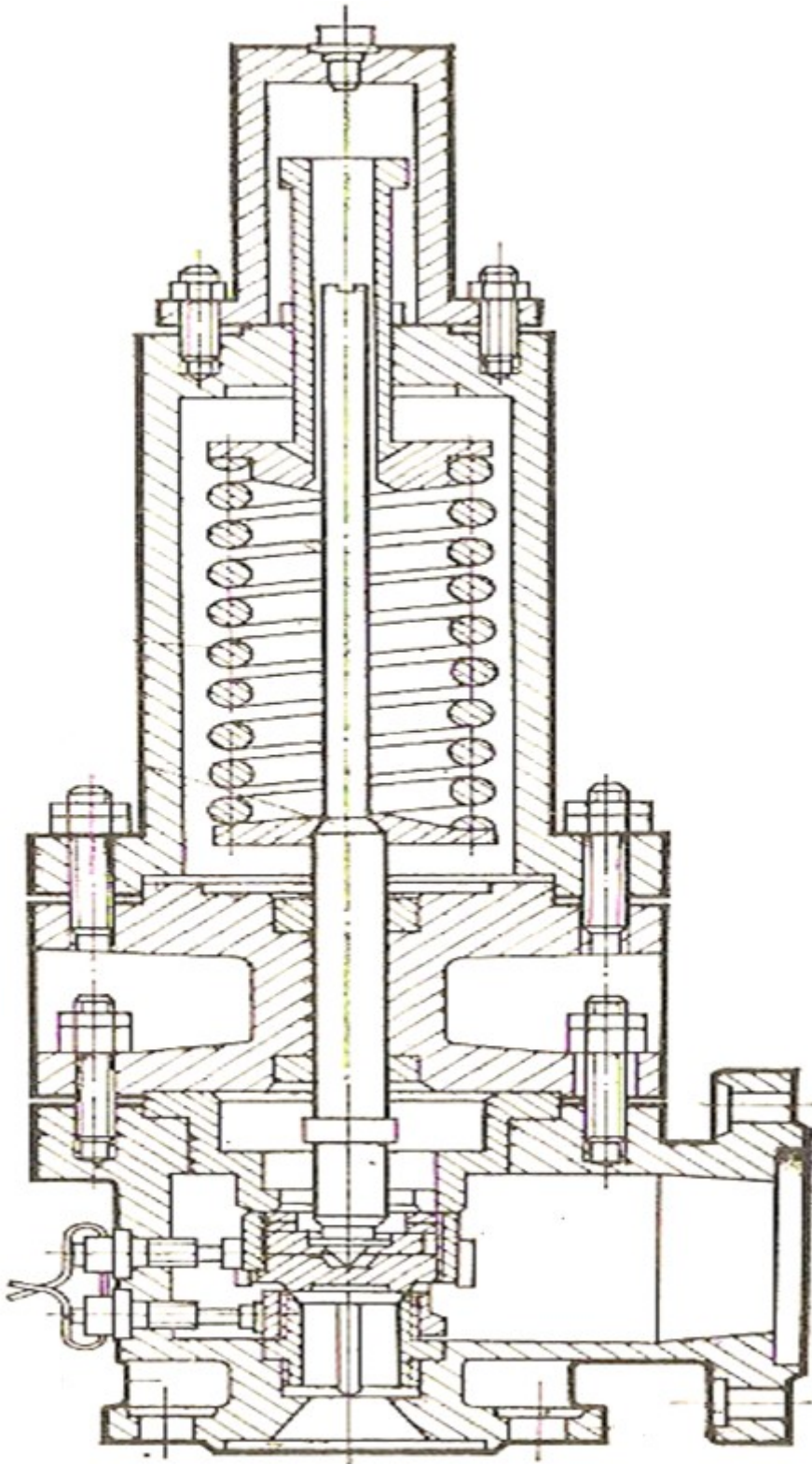


Рис. 5.6. Регулятор тиску

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 встановлюють 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.

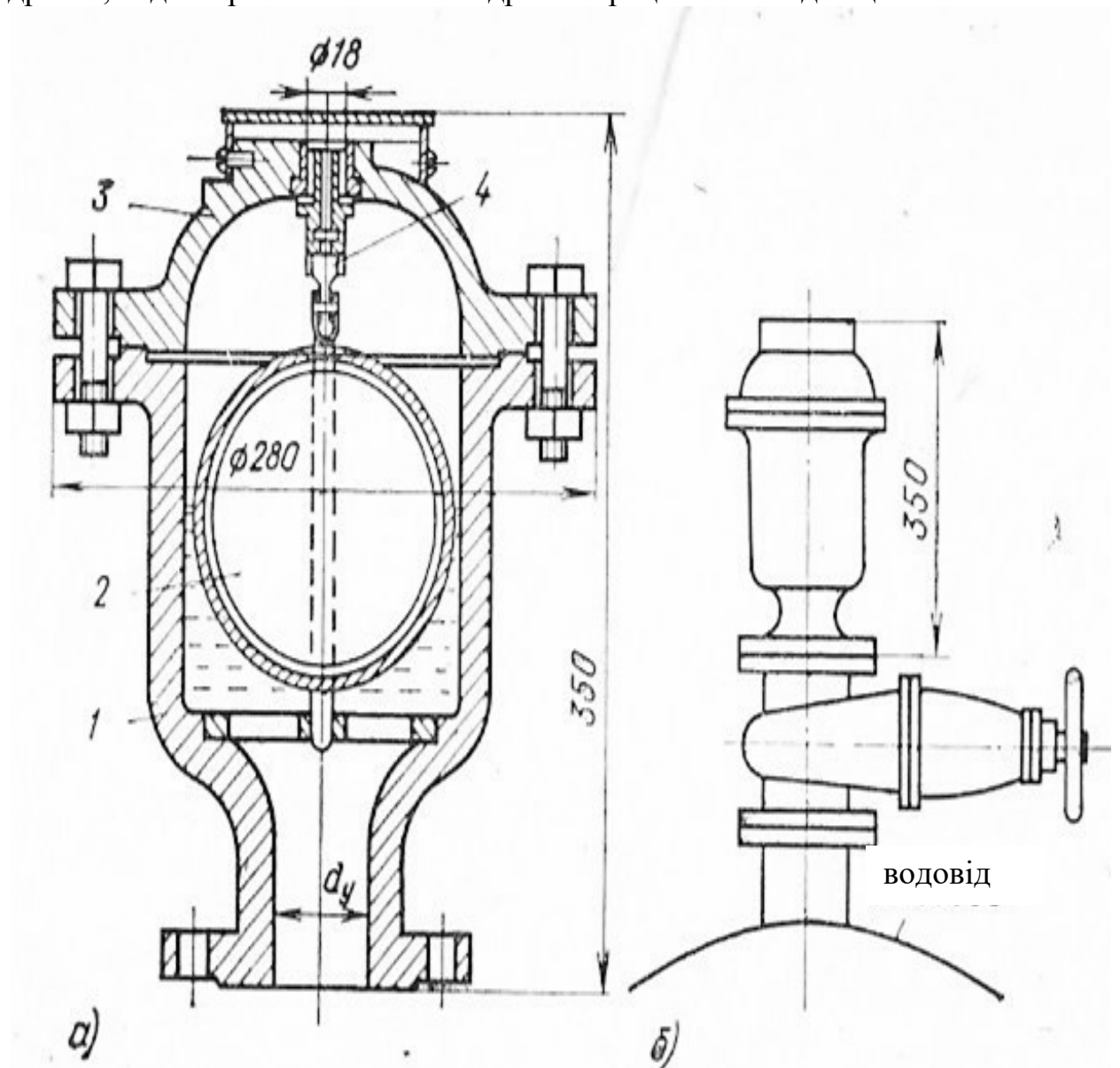


Рис. 5.7. Вантузи

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

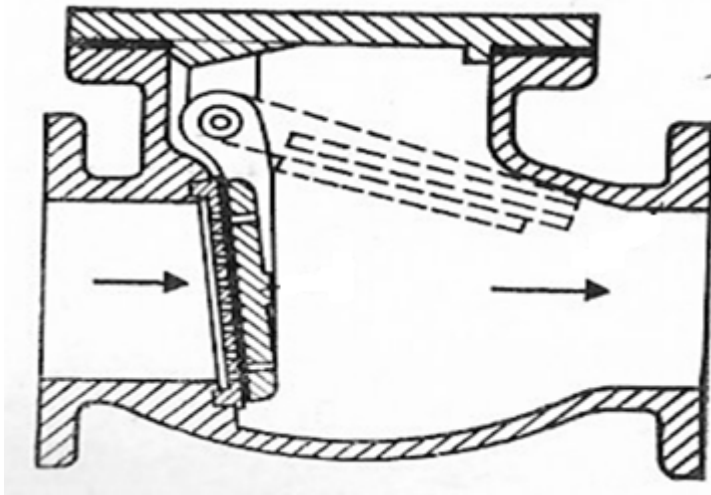


Рис. 5.8. Зворотний клапан

Після цього гідрантом можна управляти через рукоятку колонки. Одночасно стержень рухається вертикально і може відкривати та закривати пов'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 корпусу шариковий підшипник, ущільнювальні кільця в кришці (для того, щоб вода з корпусу 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 і 1,2 м, а для прямокутних – панелі розміром від 2 x 2,5 м до 4 x 4,5 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 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 $L_r < R_r$.

R_r – радіус дії гідранта, що визначається за формулою 5.1.

$$R_r = kL + R_k - H_b, \quad (5.1)$$

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

L – довжина рукавів, м. ($L \leq 200$ м – з використанням автонасосів, $L = 100$ – 150 м – з використанням мотопомп та водопроводах високого тиску);

R_k – радіус дії компактної частини струменя ($R_k^{\min} = 17$ м);

H_b – висота будинку, м.

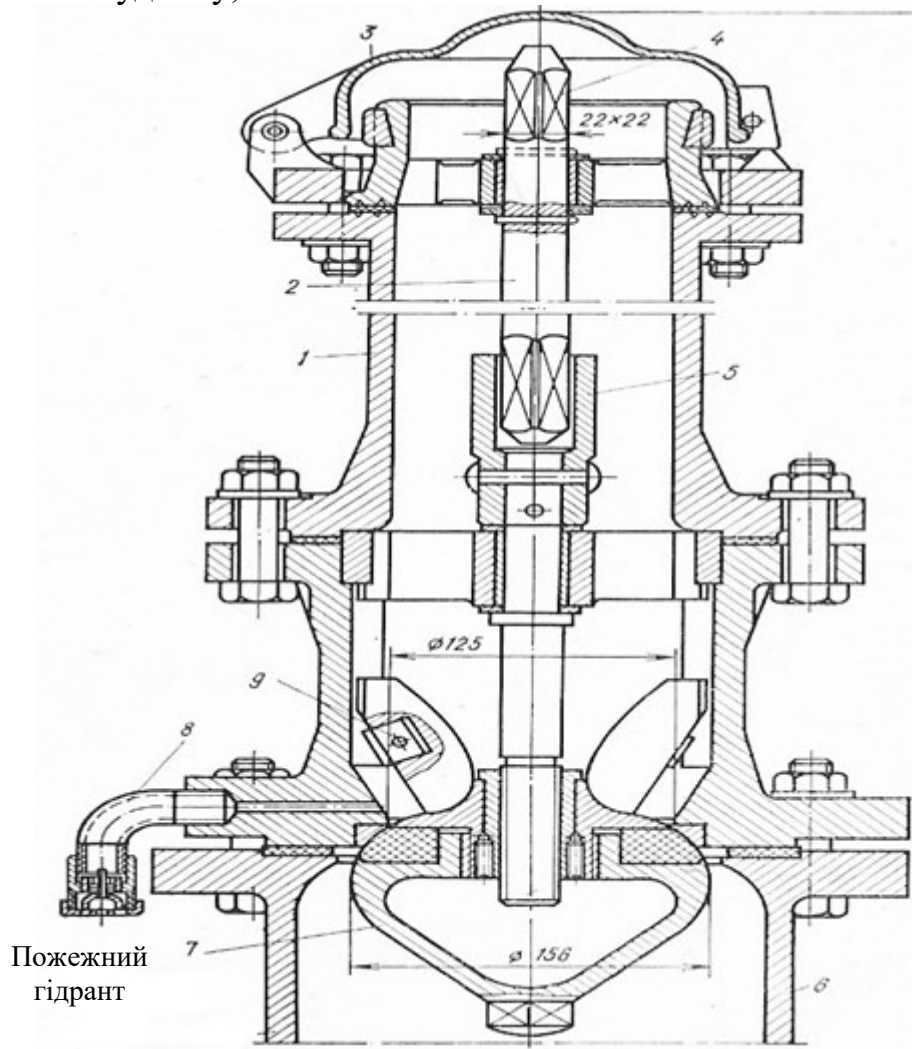


Рис. 5.9. Пожежний гідрант

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

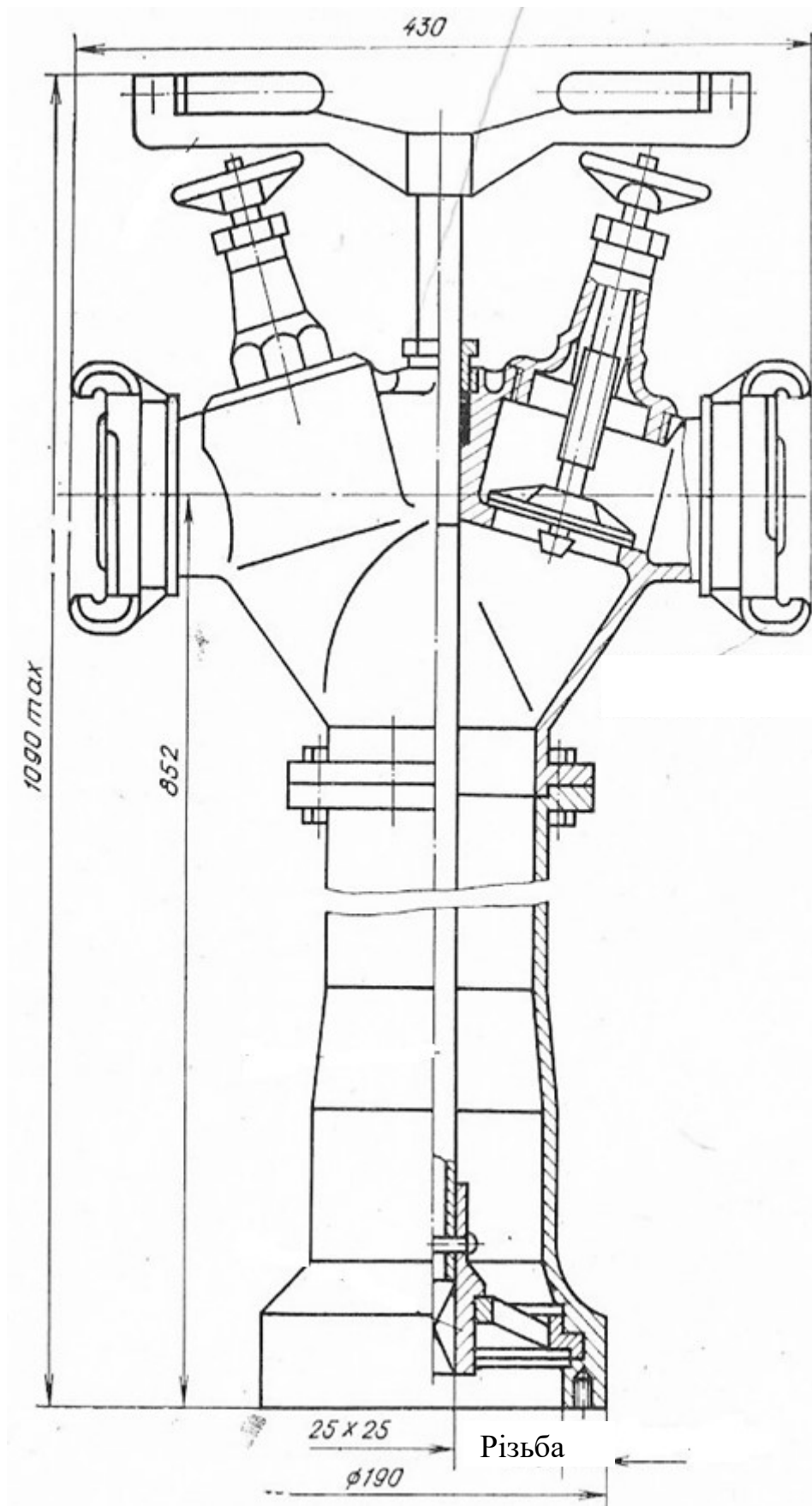


Рис. 5.10. Пожежна колонка

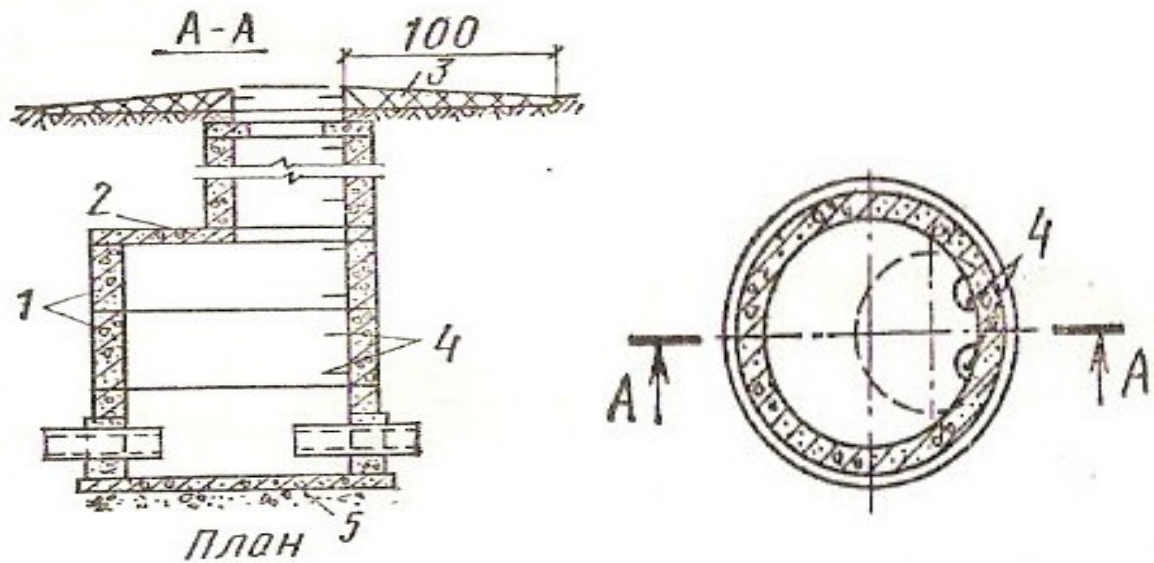


Рис. 5.11. Збірний залізобетонний оглядовий колодязь
 1 – кільця; 2 – плита перекриття; 3 – відмостка з каменю; 4 – ходові сходи;
 5 – плита днища, що укладена на ущільнений шар ґрунту.

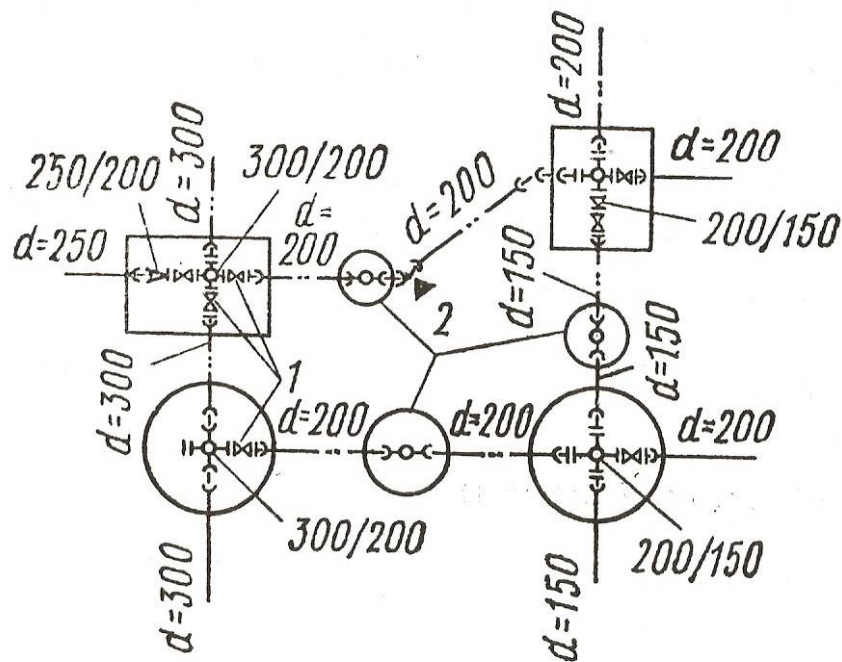


Рис. 5.12. Деталі ділянки водопровідної мережі
 1 – засувка; 2 – контур оглядових колодязів

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 встановлюють 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.

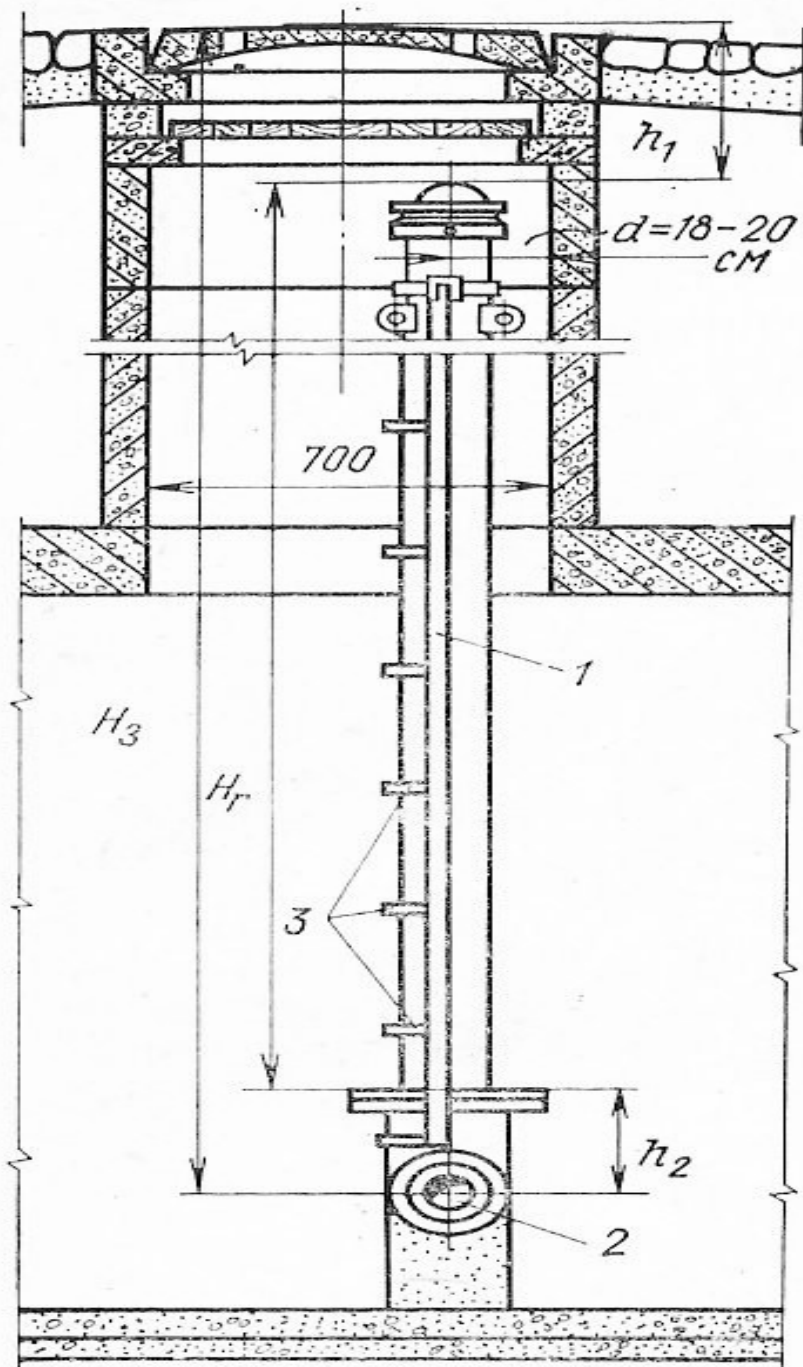


Рис. 5.13. Установка пожежного підземного гідранта у водопровідному колодязі (1 – гідрант; 2 – водопровід; 3 – ходові скоби)

§ 5.5. Гідравлічні розрахунки водопровідних мереж

Розрахунок проводять тільки для магістральних ліній.

Водопровідні мережі повинні подати $Q_{\text{розр}}$ на $H_{\text{необ}}$. Забезпечити безперерйну 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 виконується з метою визначення економічно вигідних діаметрів труб та втрат напору в них для розрахунку елементів ВБ та НС.

Всі розрахунки здійснюють 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:

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

4. Визначаємо вузлові витрати:

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

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

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

6. Виконуємо попередній розподіл витрат за ділянками мережі. Правило

розподілу – сума витрат води, що надходить 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 напрямки 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 $V_{кр} = 0,7-1$ м/с;
- для великих діаметрів $V_{кр} = 1-1,2$ м/с;
- для пожежних трубопроводів $V_{кр} = 2-2,5$ 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 (така кількість води, що надійшла у вузол, повинна бути вилучена із вузла);
- 2) $\sum h = 0$ – для кільця (всі втрати напору із знаком «+» підсумовуються із втратами напору із знаком «-»).

Позначаємо напрямки за годинниковою стрілкою «+», а проти «-». Сума всіх витрат напору за довжиною повинна дорівнювати нулю, або:

$$\sum h = \Delta h .$$

1) якщо $+\Delta h$, то витрати $Q_{шл}$ на ділянках із $-\Delta h$ збільшуємо на величину поправочних витрат Δq ;

2) якщо $-\Delta h$, то витрати $Q_{шл}$ на ділянках з $-\Delta h$ зменшуємо на величину поправочних витрат Δq , а на ділянках з $+\Delta h$ необхідно збільшити на Δq .

(Δq 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 $\Delta h \leq \Delta h_{доп}$.

$\Delta h_{\text{дон.}} = 0,5\text{ м}$ – для одного кільця за Q_{max} господарське.

$\Delta h_{\text{дон.}} = 1,0\text{ м}$ – для всього контуру мережі під час пожежі.

§ 5.6. Вимоги до водопровідних систем із урахуванням ймовірних надзвичайних ситуацій

Під час перевірки проектів та обстеженні об'єктів представники Держпожнагляду 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: перше – поверхнєве, друге – підземне; дозволяється використовувати і одне поверхнєве джерело з улаштуванням водозаборів із двох створів, що виключає можливість одночасного припинення 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, минаючи 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, враховуючи можливість виникнення на водоводах двох аварій. Водопровідні мережі проектуються кільцевими.

10. Місця встановлення вантузів та випусків на водоводах необхідно обирати 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 скельної 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 засипання траншеї та завершення всіх робіт, але перед установкою гідрантів, запобіжних клапанів та вантузів (замість них встановлюють 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	—

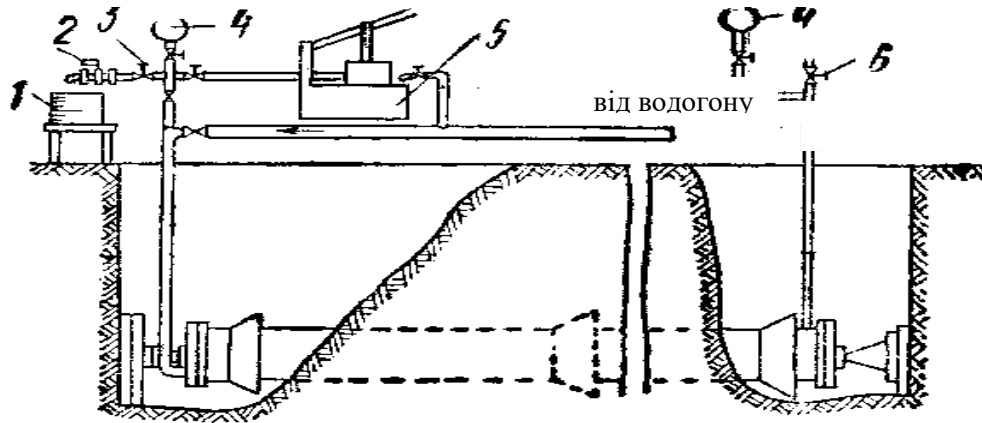


Рис. 5.14. Схема гідравлічного випробування ділянки трубопроводу
 1 – мірний посуд, 2 – пробковий кран, 3 – вентиль, 4 – манометр, 5 – гідравлічний прес,
 6 – вентиль для випуску повітря

Підводні трубопроводи підлягають попередньому випробуванню двічі: на стапелі після зварки труб та на дні траншеї до її засипання.

Попередні випробування полягають в огляді трубопроводу, що знаходиться під тиском для випробування і в спостереженні (за манометром) 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 обрати за проектом. Він повинен відповідати найбільшому робочому тиску на ділянці, що випробовується. Кінцеві гідравлічні випробування трубопроводу проводять за його окремими ділянками. Кожну ділянку з обох боків закривають глухими фланцями, які закріплюють опорами (рис. 5.14.). До підвищеної точки трубопроводу приєднують трубку з вентилям для випуску повітря, а до пониженої точки – гідравлічний прес для підвищення тиску.

Кінцеві випробування виконують таким чином: підвищують тиск у трубопроводі до тиску при контрольному випробуванні та протягом не менше 10 хвилин не дозволяють 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 більше, 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 рівноміцними стиковими з'єднаннями на гумових ущільнювачах величини витоків води, що допускаються, слід приймати такими ж, як для сталевих трубопроводів.

2. У випадку довжини ділянки трубопроводу, що проходить випробування 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 деталювальні 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, перед прибуттям 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 робітники, 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 напіваавтоматичного пожежогасіння – спринклерні та дренчерні мережі, які не мають водовимірювальних пристроїв.

Внутрішні водопровідні системи поділяються на:

- господарські;
- питні;
- господарсько-протипожежні;
- виробничо-технологічні;
- протипожежні;
- виробничо-протипожежні.

Системи внутрішніх водопроводів обирають із урахуванням технології водоспоживання.

Розподільні мережі систем внутрішнього водопроводу можуть бути розділеними і об'єднаними.

За наявності окремої системи внутрішнього пожежогасіння і систематичних перевірок її працездатності прискорюються процеси внутрішньої корозії трубопроводів протипожежного водопроводу через застій 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 найчастіше прокладають в сходових клітинах. У разі тимчасового порушення теплопостачання будинків через аварії 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 ними забезпечується постійне протікання води, короточасні аварійні перерви теплопостачання не призводять 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 .

$$H_n = k (\sum h_c + h_{vv}) + h_{ліч} + H_B + H_T, \quad (6.1)$$

де $\sum h_c$ – втрати напору по довжині (Δz);

h_{vv} – втрати на вводі;

$h_{ліч}$ – втрати в лічильнику;

H_B – вільний напір у найвищій точці (диктуючій точці);

H_T – 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).

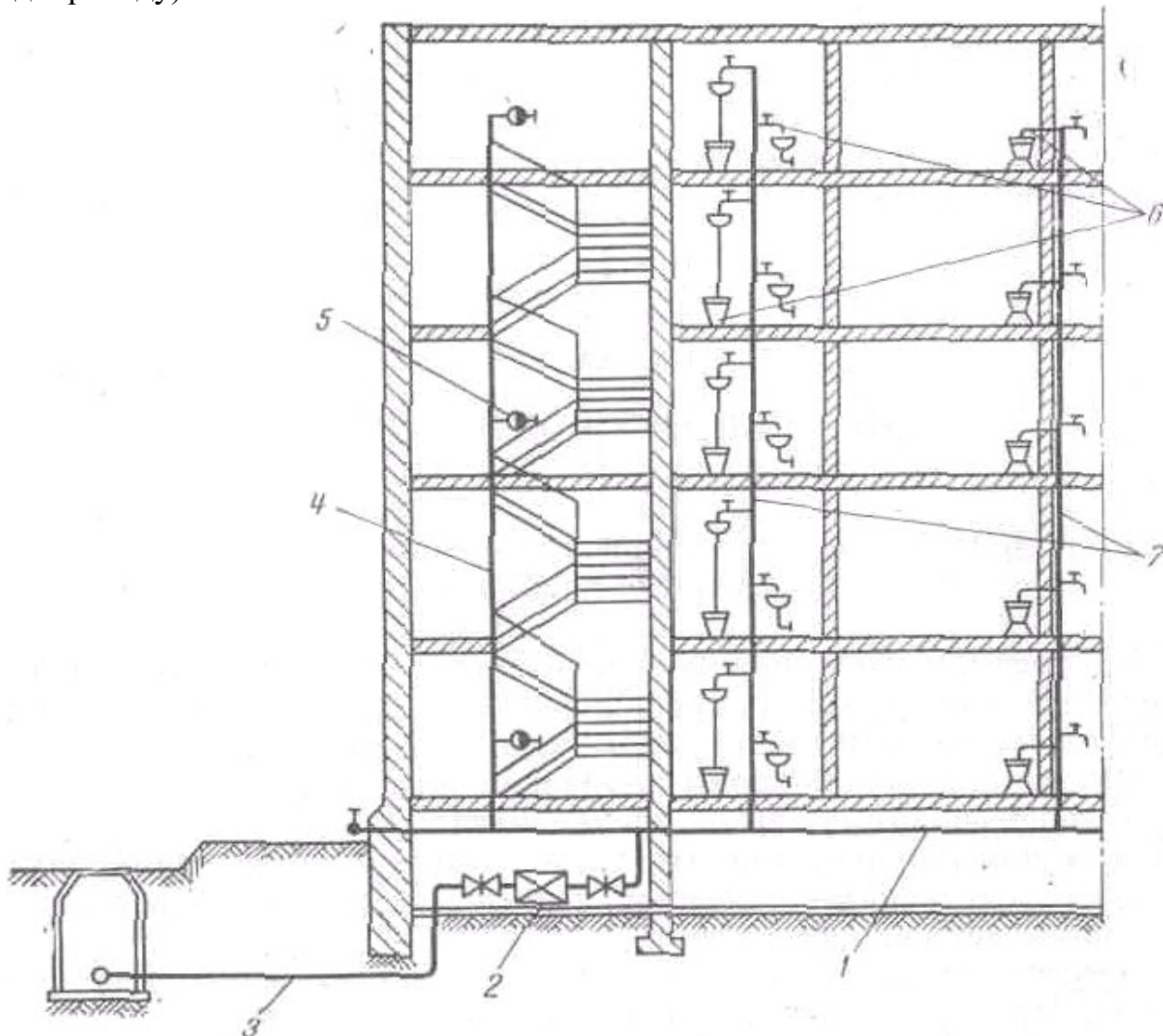


Рис. 6.1. Елементи внутрішнього водопроводу

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.).

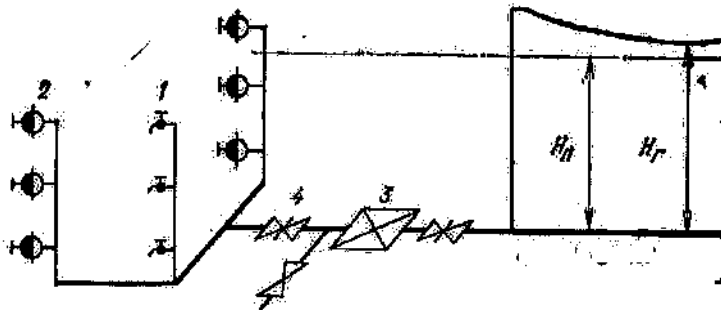


Рис. 6.2. Схема водопроводу без підвищувальної установки
1 – господарсько-питні крани; 2 – пожежні кран-комплекти; 3 – лічильник; 4 – засувка

Якщо $H_{н. \text{госп}} < H_{гар.} < H_{н. \text{пож}}$ використовують підвищувальні насоси, щоб створити необхідний напір під час пожежі (рис. 6.3.). У звичайний час вода подається через водомір (оминаючи пожежний насос).

У випадку пожежі активують пожежний насос (за допомогою кнопки, 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.

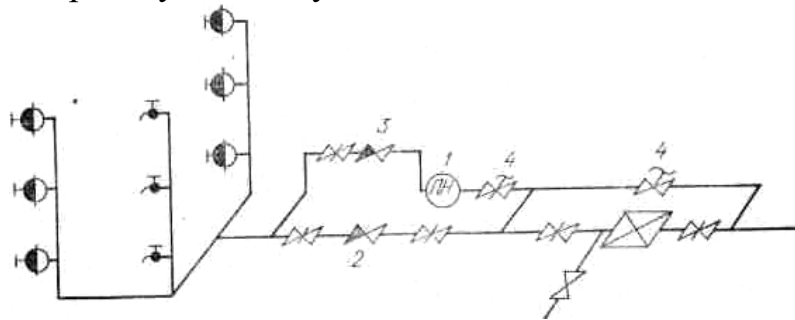


Рис. 6.3. Схема водопроводу з пожежними насосами-підвищувачами
1 – пожежний насос; 2,3 – зворотні клапани; 4 – електрозасувка

Якщо $H_{н. \text{госп}} > H_{гар.} < H_{н. \text{пож}}$, потрібно влаштувати водопровід з водонапірним баком і насосом. Такі схеми пропонуються в будинках підвищеної поверховості (рис. 6.4.).

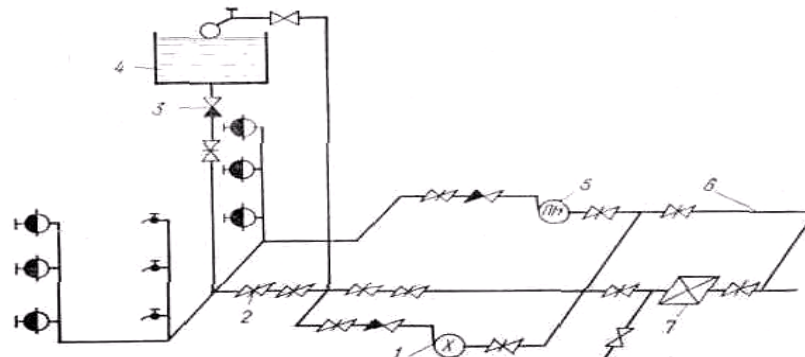


Рис. 6.4. Схема водопроводу з водонапірним баком і насосами
1 – господарський насос; 2, 3 – зворотні клапани; 4 – водонапірний бак; 5 – пожежний насос; 6 – обвідна лінія; 7 – лічильник

Якщо $H_{н. \text{госп}} > H_{гар.} < H_{н. \text{пож}}$

влаштувають водопроводи з пневматичними установками (для висотних будівель і в тому випадку, коли не можливо влаштувати водонапірний бак) (рис. 6.5.).

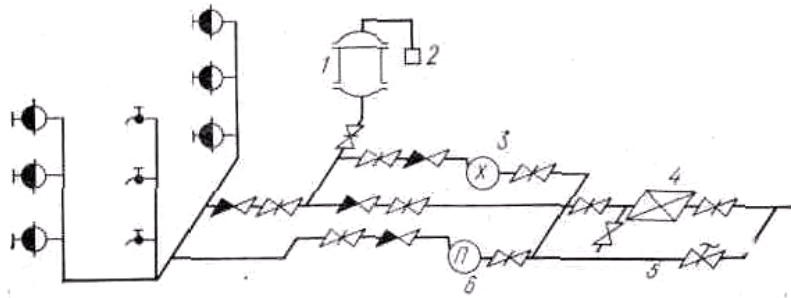


Рис. 6.5. Схема водопроводу з пневматичною установкою

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.).

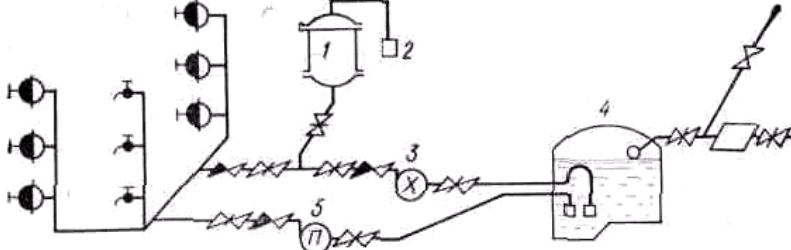


Рис. 6.6. Схема водопроводу з запасним резервуаром

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 ввідами.

§ 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.

Якщо $d < 50$ мм то введення виконують із сталевих труб, якщо $d > 50$ мм, то використовують металеві труби (рис. 6.7.).

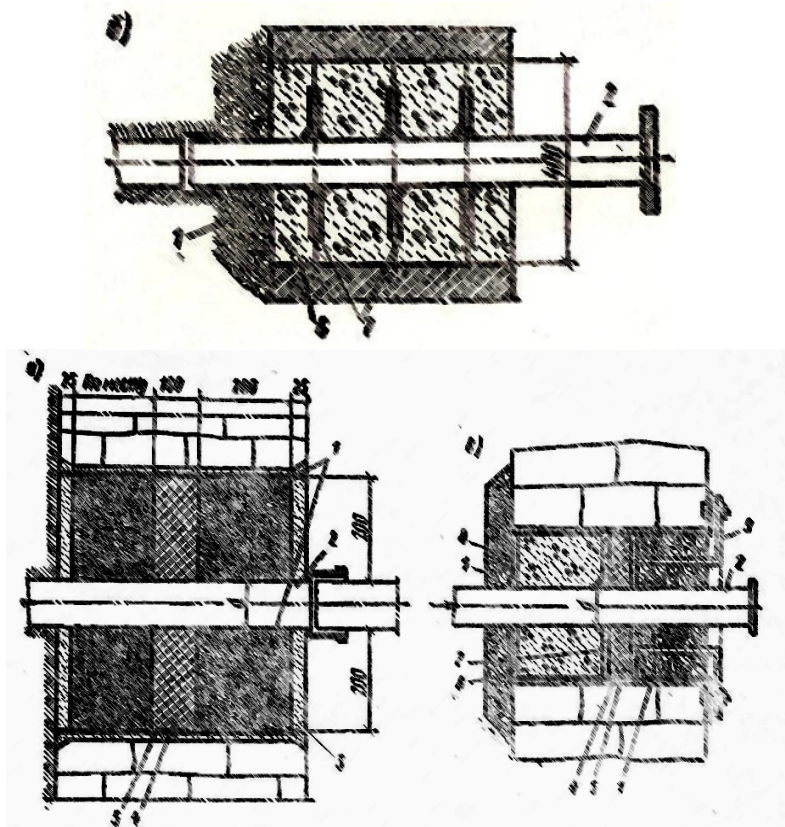


Рис. 6.7. Введення у будівлю через стіну фундаменту

1 – жирна глина; 2 – труба; 3 – цементна стяжка; 4 – просмолене льняне пасмо; 5 – металева гільза; 6 – бетон; 7 – фланці; 8 – гідроізоляції; 9 – затискувач сальника

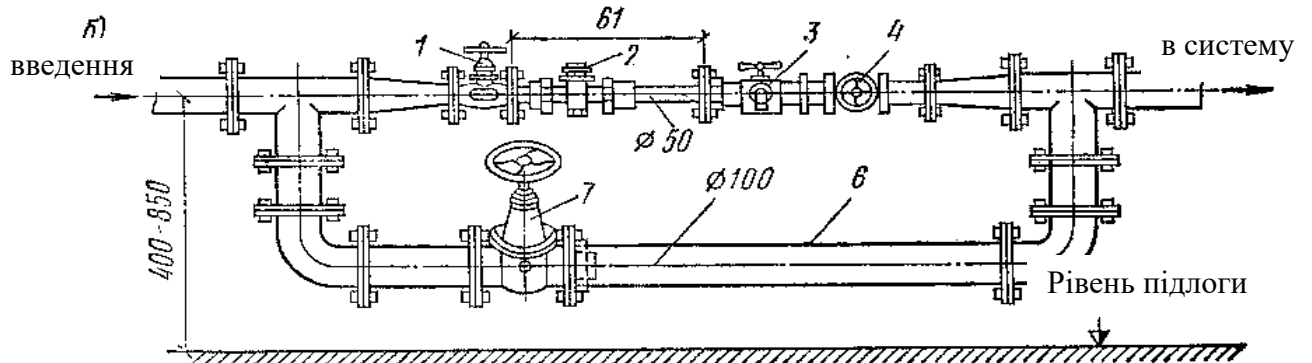
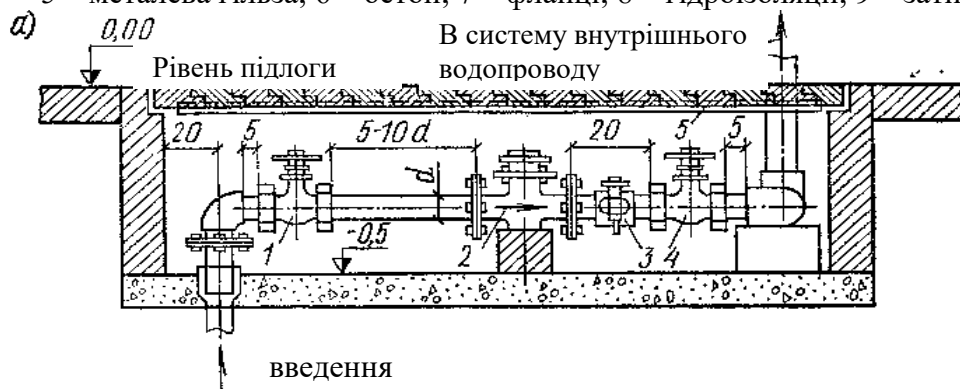


Рис. 6.8. Водомірні вузли

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 введення (також і для театрів, кінотеатрів та інших будівель, де є більше 3-х вузлів управління дренчерними і сприклерними установками).

Водомірні вузли влаштовують відразу після введення на прямолінійній ділянці водопроводу. Вони мають обвідну лінію із запломбованою 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). Підбирати 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, у випадку пожежі $\Sigma h < 5$ м,

Турбінні – $\Sigma h \leq 1$ м, у випадку 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.

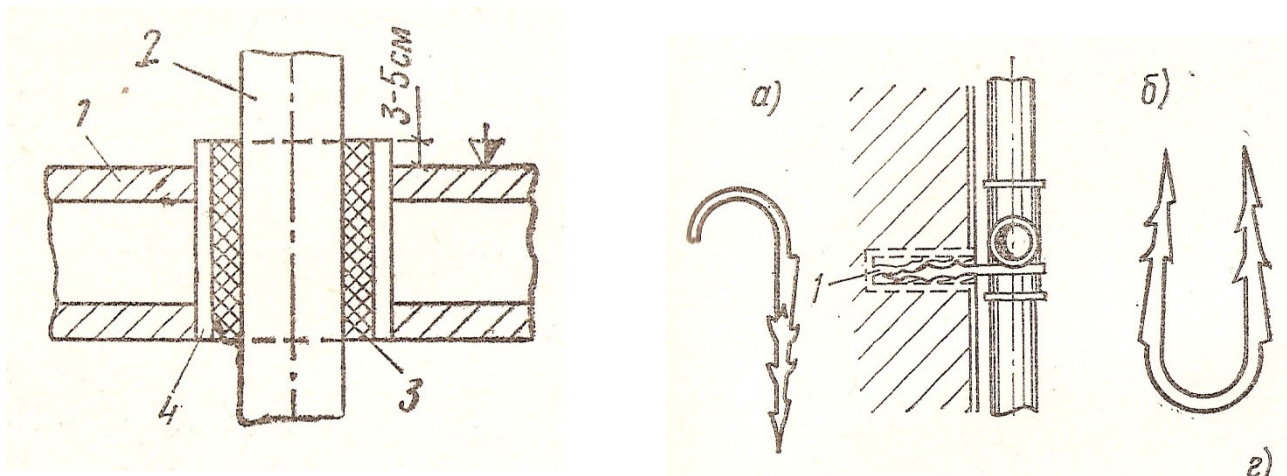


Рис. 6.9.

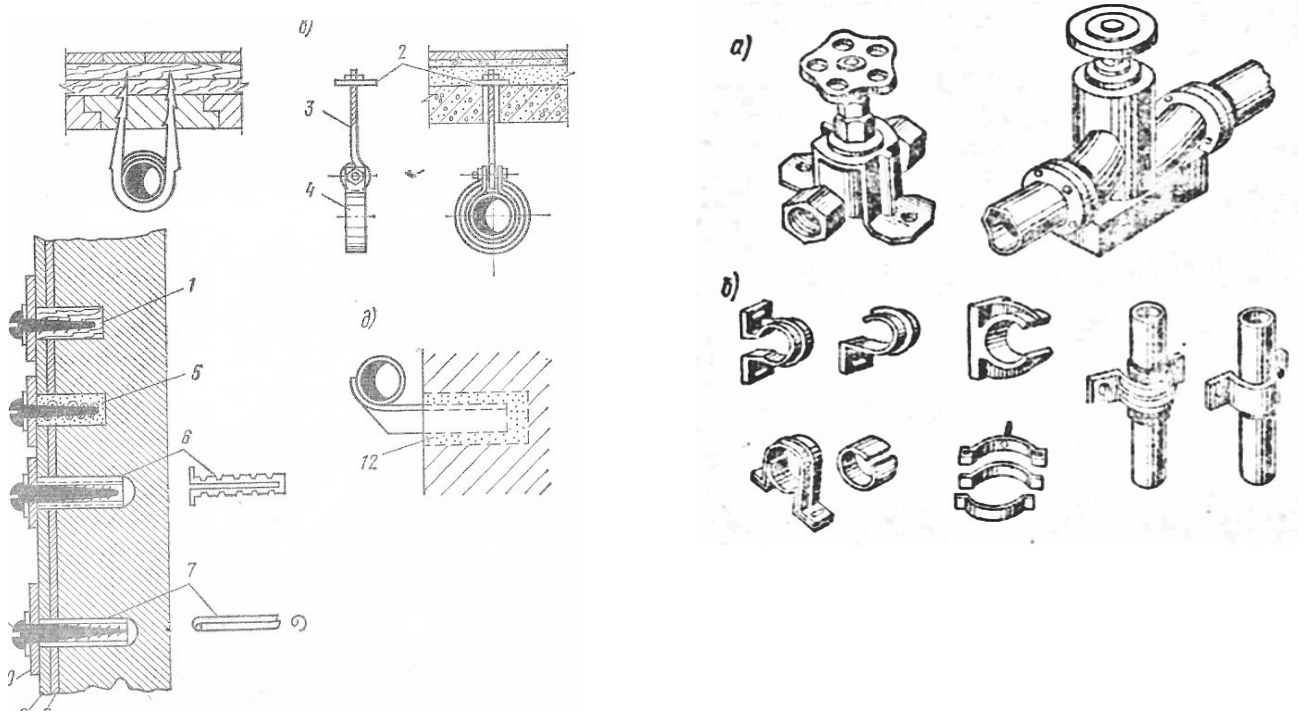


Рис. 6.9. Засоби для закріплення трубопроводів та приладів
 а – крюк; б – хомут; в – підвіска; г – деталі кріплення приладів; д – кронштейн;
 а – способи кріплення вентилів; б – деталі кріплення пластмасових труб; 1 – дерев'яна пробка;
 2 – шайба; 3 – підвіска; 4 – хомут; 5 – цементна або гіпсова пробка з металевою спіраллю;
 6 – дюбель з волокнистим заповнювачем; 7 – спіральний валик з пластмасовою трубкою;
 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 обирається 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 найвищій і найвіддаленішій точці від пожежного кран-комплекту. Найменша висота і радіус дії компактної частини струменя дорівнюють висоті приміщення (п. 8.7. ДБН В.2.5-64:2012) але не менше:

- а) 6 м в житлових, громадських, виробничих, адміністративно-побутових, будівлях (спорудах) промислових підприємств висотою (умовною висотою) не вище 47 м;
- б) 8 м в житлових будівлях умовною висотою більше ніж 47 м;
- в) 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 або 20 м та стволом і розташовується в заплomboваній 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).

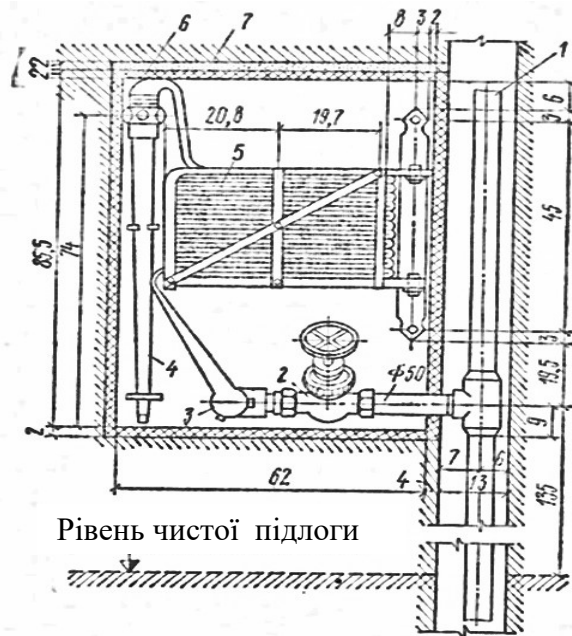


Рис 6.10. Установка пожежного кран-комплекту

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 закільцьованій вводами.

§ 6.4. Гідравлічний розрахунок внутрішнього водопроводу

Гідравлічний розрахунок систем виконується з метою визначення економічно найвигідніших діаметрів труб, необхідного напору біля розрахункового пожежного кран-комплекту та на ввіді в будівлю, а також для вибору схеми внутрішнього водопроводу.

Розрахунок відбувається із урахуванням виключення одного із вводів.

Розрахунок здійснюється 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 x 70 м (об'єм 37800 м³). 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 понад 84 кДж на 1 м³/год витрата $Q = 14,1$ л/с). Кут нахилу струменя до горизонту 60°. Гарантований напір в зовнішній мережі $H_{\text{зар}} = 15$ 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:

$$Q_{\text{вн}} = 5 \times 2 = 10 \text{ л/с.}$$

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 ($d_{\text{кр}} = 65$ мм). Радіус компактної частини струменя за вимогами п. 6.8 дорівнює $R_k = T_{\text{п}} \rightarrow R_k = 9$ м.

4. Оскільки $d_{\text{кр}} = 65$ мм, то обладнуємо його рукавом $l = 20$ м і стволом А з насадком $d = 19$ мм.

5. За табл.5 ДБН В.2.5-64:2012 уточнюємо R_k і $q_{\text{стр}}$. Для насадка $d = 19$ мм уточнені витрати і радіус дії компактної частини струменя будуть $q_{\text{ут}} = 5,2$ л/с. $R_{k \text{ ут}} = 12$ м. У подальших розрахунках враховуємо ці уточнені величини.

6. Визначаємо відстань між пожежними кранами за умови зрошення кожної точки приміщення двома струменями.

$$L_{\text{кр}} = k \sqrt{(\sqrt{R_k^2 - (T - 1,35)^2} + l_p)^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2}, \quad (6.3)$$

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:

$$L_{\text{кр}} = 1 \sqrt{(\sqrt{12^2 - (9 - 1,35)^2} + 20)^2 - \left(\frac{30}{2}\right)^2} = 25,1 \text{ м.}$$

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 за

двома напрямками руху води). За розрахунковий беремо напрямок від точки 0 до ПКК 12. Розрахунок виконується за умови вимикання одного вводу.

8. Визначаємо витрати води на господарсько-питні потреби 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 α – 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:

$$q_{\text{ст.}} = \frac{3,46}{2} = 1,73 \text{ л/с}$$

9. Визначаємо загальну витрату води під час пожежі:

$$Q_{\text{заг}} = q + q_{\text{пож.}}, \quad (6.6)$$

$$Q_{\text{заг}} = 3,46 + 10,4 = 13,86 \text{ л/с.}$$

10. Умовно розділяємо загальну витрату на дві частини для пропуску води до ПКК-12 і ПКК-13 за двома напрямками приблизно однакової довжини, враховуючи, що кожна точка зрошується двома струменями. Розподіляємо зосереджені витрати за ділянками 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.

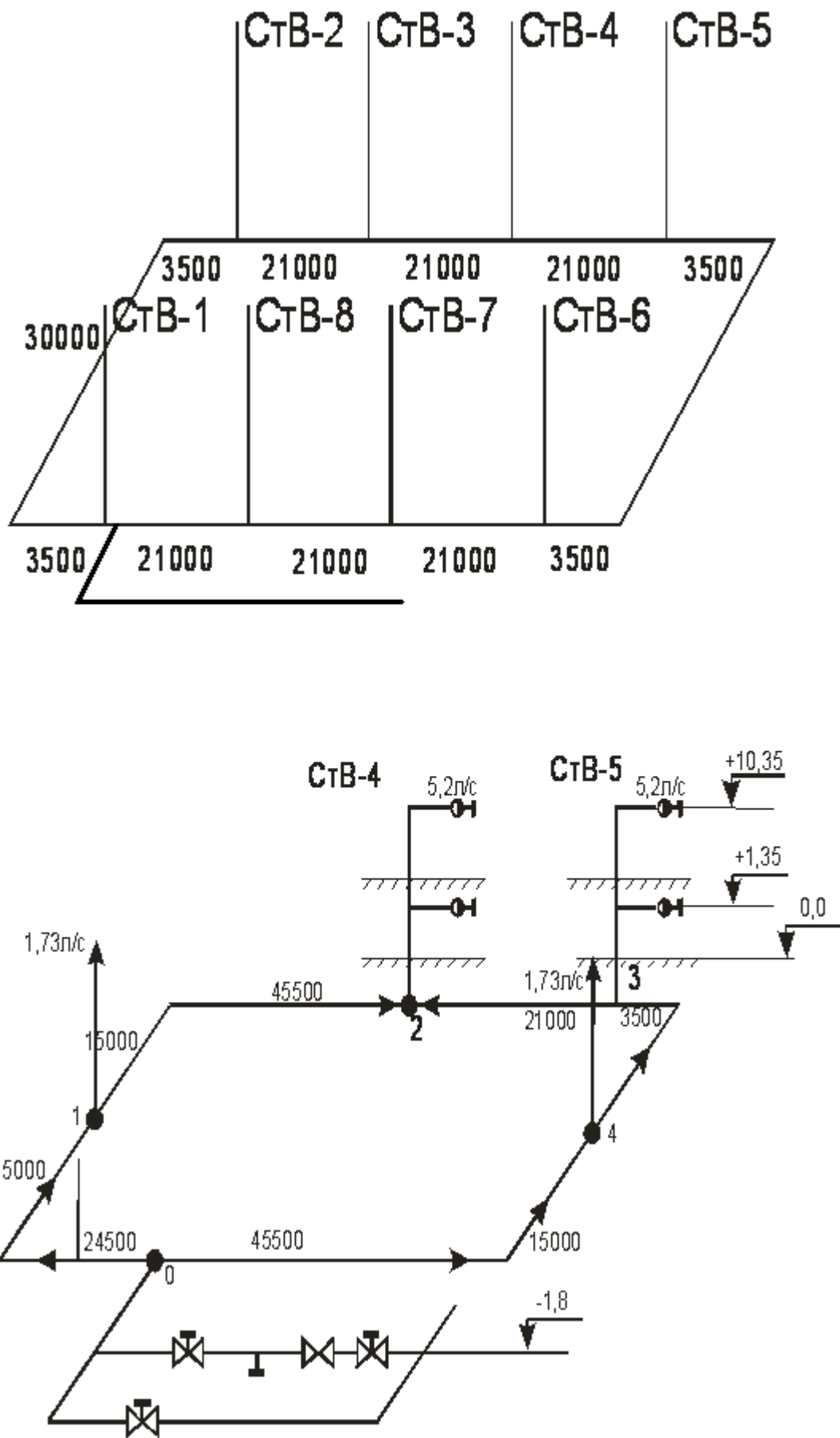


Рис. 6.11. Аксонометричні схеми системи водопостачання

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 обираємо 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. Для магістралі використовуємо сталіні газопровідні оцинковані труби з $d = 80 \text{ мм}$. Втрати напору по ділянках визначаємо за наступною формулою, а результати занесемо до табл. 6.1. у графу 7:

$$h = S q_{\text{обл}}^2, \quad (6.9)$$

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 Δq :

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \Sigma S q}, \quad (6.11)$$

де $S q$ – 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 Δq ;

якщо $-\Delta h$ – там де $+\Delta h$ додаємо Δq до q ,

а там де $-\Delta h$ – віднімаємо Δq .

До витрат першого напрямку додаємо Δq , а від витрат другого напрямку руху води віднімаємо Δq . 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:

$$h_{\text{ліч}} = SQ_{\text{заг}}^2, \quad (6.12)$$

де S – гідравлічний опір лічильника;

Q – розрахункова (максимальна) витрата води, л/с.

Допустимі втрати 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:

$$h_{\text{ст}} = Alq_{\text{ст.}}^2, \quad (6.14)$$

де A – опір труби стояка (визначаємо за табл. 6.2.);

l – довжина стояка.

$$h_{\text{ст}} = 2893 \cdot 11,05 \cdot (5,2 \cdot 10^{-3})^2 = 0,86 \text{ м,}$$

$$h_1 = 10,015 + 2 \cdot 0,86 = 11,74 \text{ м,}$$

$$h_{\text{вв}} = AlQ_{\text{заг.}}^2, \quad (6.15)$$

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;

γ – питома вага води;

η – коефіцієнт корисної дії насоса.

25. Підбираємо ємність регулювального бака.

$$W = \beta(W_{\text{рег}} + W_{\text{н.з.}}), \quad (6.19)$$

де β – коефіцієнт запасу бака ($\beta = 1.2 - 1.4$).

$$W_{\text{рег}} = \frac{Q_{\text{н}}}{4n}, \quad (6.20)$$

де $Q_{\text{н}}$ – подача насоса;

n – кількість ввімкнень насоса за годину ($n = 6 - 10$).

$$W_{\text{н.з.}} = W_{\text{пож}} + W_{\text{г.п.}}, \quad (6.21)$$

$$W_{\text{пож}} = 0.6 \cdot Q_{\text{пож}}; \quad W_{\text{г.п.}} = 0.6 \cdot Q_{\text{г.п.}}, \quad (6.22)$$

$$W_{\text{рег}} = \frac{13,86}{4 \cdot 6} = 0,0006 \text{ м}^3; \quad W_{\text{пож}} = 0,6 \cdot 10,4 = 6,24 \text{ м}^3; \quad W_{\text{г.п.}} = 0,6 \cdot 3,46 = 2,076 \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{н.з.}} = 6,24 + 2,076 = 8,316 \text{ м}^3; \quad W = (8,316 + 0,0006) \cdot 1,3 = 10,8 \text{ м}^3.$$

Обираємо параметри бака: 2,5x2,5x1,8 м.

Таблиця 6.1. Розрахункові дані для ув'язки мережі

Напрямок	Ділянки	l, м	q 10 ⁻³ м ³ /с	d, мм	v, м/с	A	S= Al	Sq (q в м ³ /с)	h = Sq ² , м	δ	δh	Δq 10 ⁻³ м ³ /с	q10 ⁻³ м ³ /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
Σ								Σ1586,3			+Σ 8,9			+Σ 9,88
- 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
Σ								Σ1606,9			-Σ 11,11			-Σ 0,151

Таблиця 6.2. Значення гідравлічних опорів для труб

d, мм	Стальні труби	Чавунні труби
	A (для Q, м ² /с)	A (для Q, м ³ /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 _п	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, гідро-пневматичні установки і водонапірні баки

Якщо гарантійний напір в мережі зовнішнього водопроводу нижче від того, що вимагається, встановлюють насоси-підвищувачі. Зазвичай в цих випадках застосовують відцентрові насоси, безпосередньо сполучені з електродвигунами. У разі необхідності безперебійної подачі води проектують установку резервних насосних агрегатів. Кількість 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 схожими 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 всмоктуючому і напірному трубопроводах. Для протипожежних насосів звукоізоляція не вимагається. Кріпиться насосний агрегат до фундаменту болтами, що закладаються в місця, заздалегідь 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.

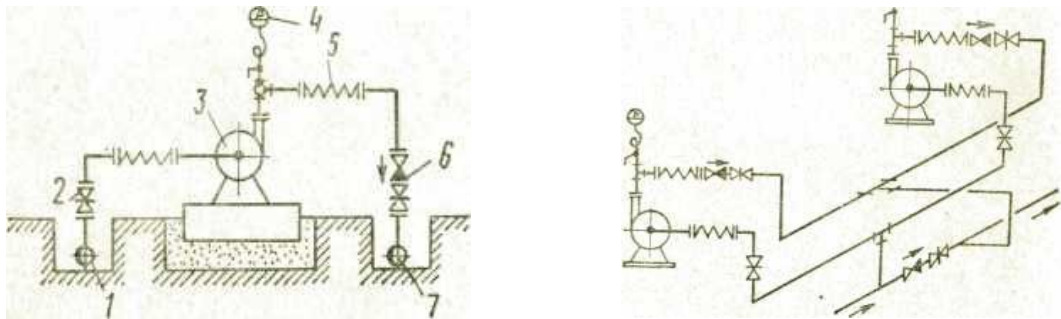


Рис. 6.12. Схеми обв'язування насосів трубопроводами

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 здійснюють 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, із 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 , м³/год. Режим роботи насоса поруч з цим 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			Маса, кг
	Q , м ³ /4	H, м	KЗ, м	Тип	N_d , кВт	n , хв ⁻¹	L x B x H	D_y	D_y^{-1}	
K100-65-200	100	50	4,5	AIP180M2	30,0	2900	1290x498x510	100	65	370
K100-65-200	100	50	4,5	AHP180S2	22,0	2900	1290x498x510	100	65	350
K100-65-200a	90	40	4,5	AIP160M2	18,5	2900	1290x498x475	100	65	275
K100-65-250	100	80	4,5	5A200L2	45,0	2900	1390x568x605	100	65	485
K100-65-250	100	80	4,5	4AMH180M2	45,0	2900	1380x568x605	100	65	445
K100-65-250a	90	67	4,5	5A200M2	37,0	2900	1390x568x605	100	65	435
K100-65-250a	90	67	4,5	4AMH180S2	37,0	2900	1380x568x605	100	65	405
K150-125-250	200	20	4,2	AIP160M4	18,5	1450	1325x475x455	150	125	410
K150-125-315	200	32	4,0	AIP180M4	30,0	1450	1375x540x610	150	125	422
K150-125-315	200	32	4,0	4AMH 180S4	30,0	1450	1375x540x610	150	125	402
K200-150-250	315	20	4,2	AIP180M4	30,0	1450	1355x540x610	200	150	422
K200-150-250	315	20	4,2	4AMH 180S4	30,0	1450	1375x540x610	200	150	402
K200-150-315	315	32	4,2	5A200L4	45,0	1450	1665x600x720	200	150	570
K200-150-315	315	32	4,2	5AH200L4	45,0	1450	1665x600x720	200	150	530
K200-150-400	315	50	4,2	5AM250H4	90,0	1450	1750x795x825	200	150	960
K8/18	8	18	5,0	AIP80B2	2,2	2900	764x257x323	40	32	60
K20/18	20	18	5,0	AIP80B2	2,2	2900	788x257x310	50	40	61
K20/30	20	30	5,0	AMP100S2	4,0	2900	827x299x332	50	40	78
K45/30	45	30	4,3	AIP112M2	7,5	2900	1030x332x413	50	40	126
K45/55	45	55	5,0	AMP160S2	15,0	2900	1390x505x565	80	50	310
K45/55a	40	50	5,0	AIP132M2	11,0	2900	1295x485x500	80	50	265
K90/20	90	20	5,2	AIP112M2	7,5	2900	1030x332x413	80	50	135
K90/35	90	35	5,0	AHP160S2	15,0	2900	1390x505x565	100	80	330
K90/35a	85	32	5,0	AIP132M2	11,0	2900	1295x485x500	100	80	265
K90/85	90	85	5,0	5A200I2	45,0	2900	1535x575x630	100	65	520
K90/85	90	85	5,0	4AMH180S2	45,0	2900	1525x575x630	100	65	480
K90/85a	85	76	5,0	5A200M2	37,0	2900	1510x575x630	100	65	495
K90/85a	85	76	5,0	4AMH180S2	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) із метою створення недоторканого 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 ввімкнення 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 – кількість ввімкнень 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, $m^3/добу$;

$n_{доб.}$ – кількість ввімкнень насоса за добу, яка 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. Недоторканий протипожежний запас води $V_{нз}$, m^3 , визначають з розрахунку 10-хвилинної тривалості гасіння пожежі за умови максимального водоспоживання:

$$V_{нз} = 0,6q_n n_{п.с.}, \quad (6.27)$$

де q_n – 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;

Σh – 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. 6.13 наведені принципіві схеми обв'язування баків трубопроводами. Подавальний трубопровід обладнується, як правило, двома поплашковими 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:

$$V = \beta (V_p + V_{н.з.}). \quad (6.29)$$

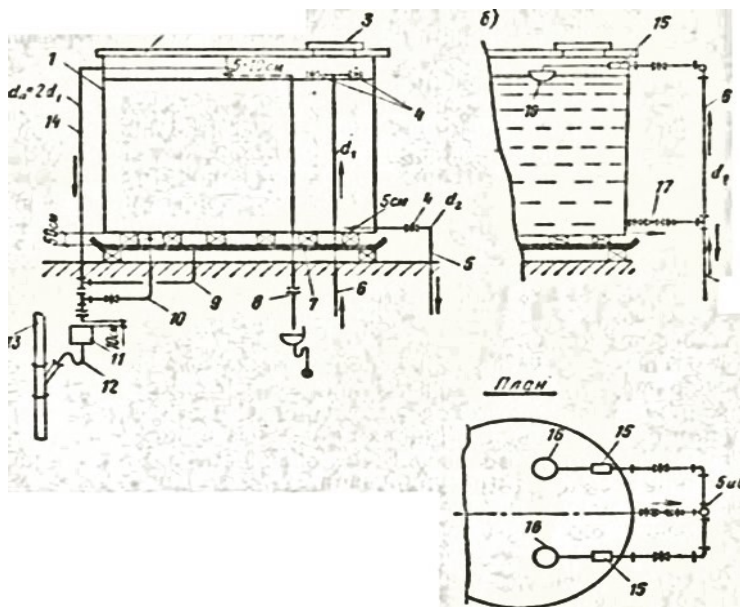


Рис. 6.13. Обв'язування водонапірних баків трубопроводами

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.

Гідро-пневматичні установки

На внутрішніх водопроводах застосовують водоповітряні (пневматичні) напірні установки постійного і перемінного тиску. Постійний тиск підтримується редукційним 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 зазвичай обирають приблизно на 30 % більше p_{\min} , але не більше 0,6 МПа (що відповідає напорові 60 м) для господарсько-питних водопроводів і не більше 0,9 МПа (що відповідає напору 90 м) для протипожежних водопроводів.

Витрата повітря складає близько 10 % повного об'єму баків. Зазвичай для пневматичних установок застосовують компресори з невеликою подачею – близько 2 – 3 м³/год.

Пневматичні установки розташовують у приміщеннях підвалів перших поверхів або в технічних поверхах багатопверхових будинків, якщо добуток їхнього повного об'єму, м³, на робочий (максимальний) тиск не перевищує 200 бар. 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 є 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 будуються 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 квартиру 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 ввіді встановлюють господарські і пожежні насоси, оскільки в цих системах тиск води на ввіді 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 найнижче 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 знижують надлишковий тиск (п. 8.6 ДБН В.2.5-64:2012) $H \leq 60 \text{ м}$ (на час гасіння пожежі дозволяється $H \leq 90 \text{ м}$). Гідралічний напір у системі роздільного п/п водопроводу на відмітці найнижче розміщеного ПКК не повинен перевищувати $H \leq 90 \text{ м}$.

5. - $H_{\text{вільний}}^{\text{ПК}} \rightarrow H_{\text{комп.}}$ для диктуючої точки (найвіддаленішої від вводу);

$$- H_{\text{комп.}}^{\text{мін}} \geq 6 \text{ м (висотою } < 47 \text{ м);}$$

$$- H_{\text{комп.}}^{\text{мін}} \geq 8 \text{ м (висотою } > 47 \text{ м);}$$

$$- H_{\text{комп.}}^{\text{мін}} = H_{\text{нрм.}} \text{ (п. 8.6.).}$$

Примітка: для отримання пожежних струменів з $Q \leq 4 \text{ л/с} \rightarrow \text{ПКК і рукави } d = 50 \text{ мм. } Q \geq 4 \text{ л/с} \rightarrow d_{\text{ПКК}} = 65 \text{ мм.}$

6. Час роботи ПКК береться $\tau_{\text{ПКК}} = 3 \text{ год.}$ (п. 8.9. табл.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 стволем;
- у пожежних шафах виробничих, господарських і допоміжних будівель необхідно передбачати можливість розміщення 2-х ручних вогнегасників;

- ПКК встановлюються переважно біля входу, на опалювальних клітинах, вестибюлях, коридорах, проходах тощо (найбільш доступних місцях);
- дозволяється встановлення спарених ПКК – за розрахункової кількості струменів ≥ 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 передбачаються для:

- будівель, в яких встановлено > 12 ПКК;
- житлових будівель з кількістю квартир > 400 .

Кільцеві мережі повинні бути приєднані до зовнішньої кільцевої мережі ≥ 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 вимірювальні 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 виконуються 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 17-поверхові будівлі і вище. За такої висоти (більше 47 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 створюють 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 створюють 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 ΔZ – 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 найвище 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 знаходяться внизу будівлі, за послідовної схеми вода подається із зони в зону.

Як за послідовної, так і за паралельної схеми, кожна зона має свої господарські і пожежні насоси і водонапірні баки (або пневмобаки).

У разі зниження рівня води у водонапірному баку від реле рівня вмикаються 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 вмикаються 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.

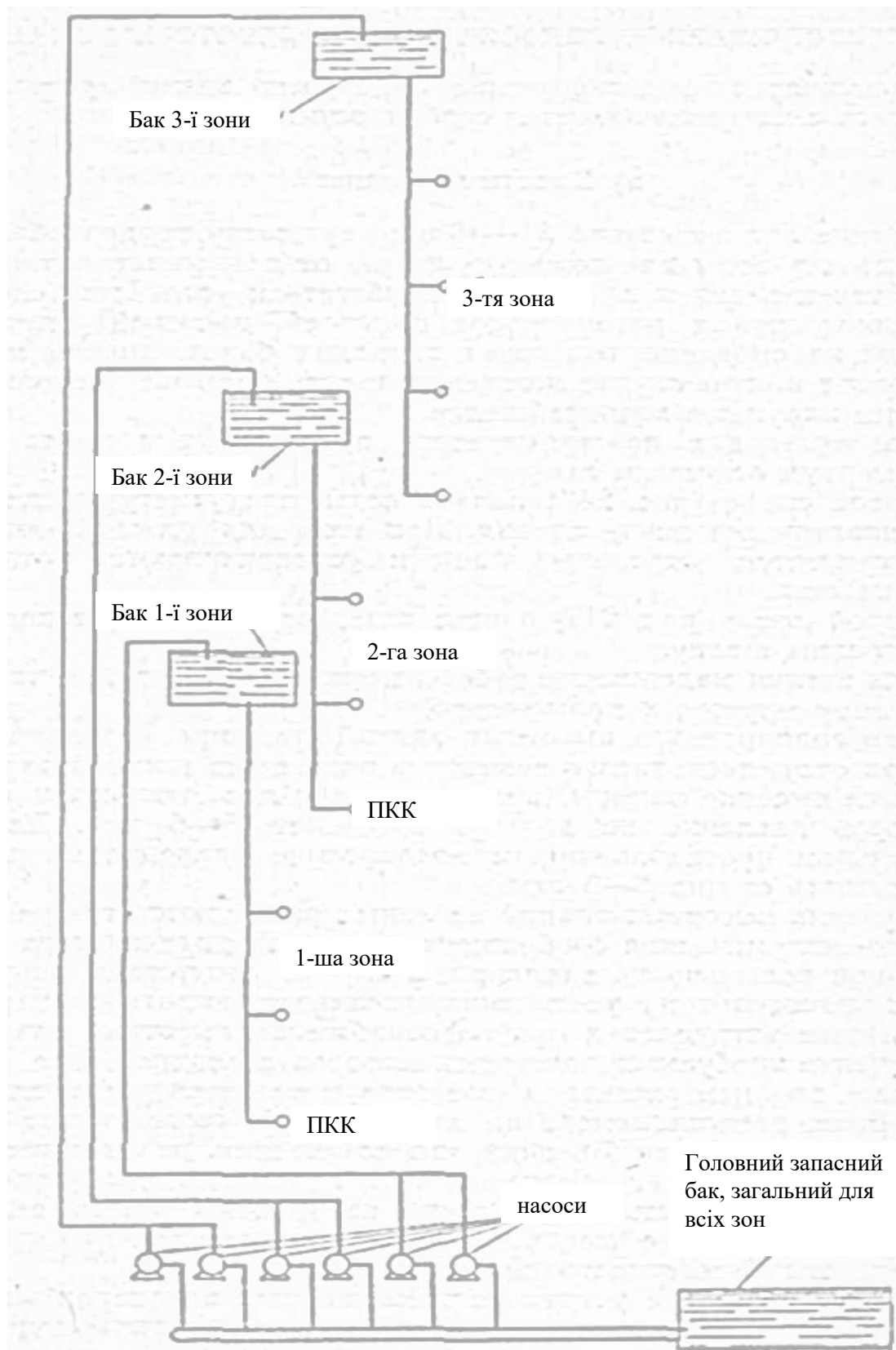


Рис. 7.1. Паралельна схема подачі води у зони

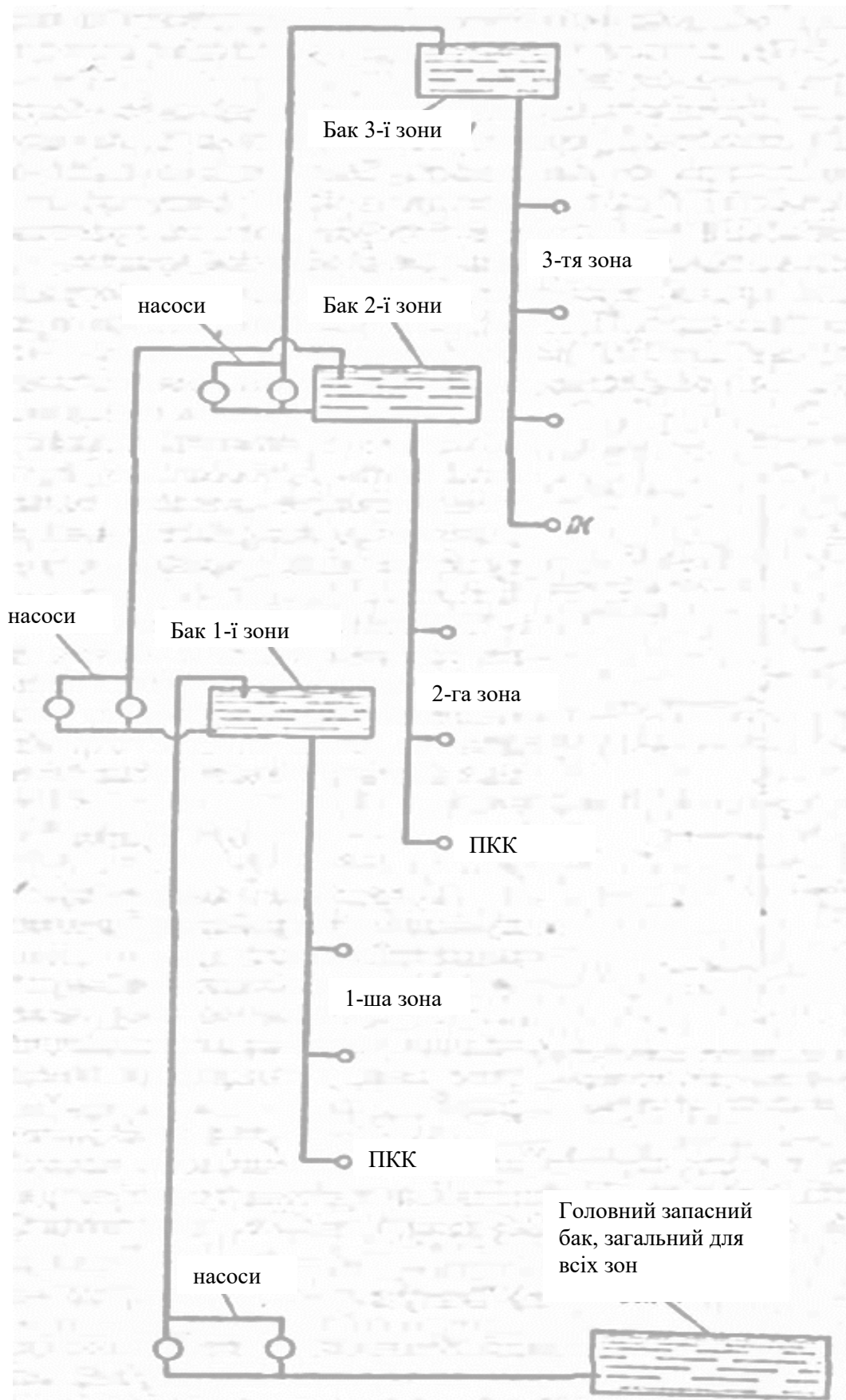


Рис. 7.2. Послідовна схема подачі води у зони

У випадку прокладання 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 більшої кількості труб, ніж послідовна.

У разі будівництва високо поверхових будинків також використовують такі схеми:

- двозонного 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 створення і розрахунку протипожежних водопроводів будівель підвищеної поверховості, що спрямовані 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 встановлюють 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 встановлюють 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 вимкнулось не більше одного пожежного стояка.

4. Пожежні насоси повинні мати автоматичне, дистанційне і ручне управління. Автоматичне вимкнення 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 призводить до збільшення ємності бака і, відповідно, до збільшення будівельних витрат, а також вимагає установки насосів з великою подачею, що пов'язано зі збільшенням експлуатаційних витрат.

Заради унеможливлення вказаних недоліків, 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 ζ_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;

ω – площа перерізу ПКК.

Витрата води із нижнього ПКК (Q_n) пов'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 ζ_0 , за таблицею підбираємо відношення площі живого перерізу крана ω і діафрагми ω_0 .

ζ_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

Театри відносяться до особливо пожежонебезпечних будівель, тому що, під час вистав 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 театрів і успішної ліквідації пожеж, необхідно за короткий проміжок часу, подати велику кількість вогнегасної речовини. Тому, в театральних-видовищних установах передбачають облаштування внутрішніх пожежних водопроводів, спринклерних і дренчерних установок.

Внутрішня водопровідна мережа, як правило, встановлюється 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 м³/с і більше 100 л/с. Тому, найчастіше внутрішні водопроводи в театрах встановлюють 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 гшіння 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, м³;

$Q_{п.к}$ – витрата води пожежних кран-комплектів, м³/с;

$Q_{уст}$ – витрата води установок пожежогашіння, м³/с.

Якщо міський водопровід може забезпечити роботу пожежних кран-комплектів спринклерних і дренчерних установок за максимального господарсько-питного водоспоживання, то внутрішній водопровід допускається встановити 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 планшеті 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 перекидає колосники сцени. При цьому на планшеті колосникової сцени, якщо його площа до 500 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 встановлюються 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 – за умови їх установки на планшеті сцени;

б) пожежні кран-комплекти діаметром 50 мм із непрогумованими рукавами довжиною 10 м і стволами з насадками діаметром 16 мм – за умови їх установки 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 – за умови їх установки 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 м^2 і $Q_{сп}^{сп} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, якщо площа сцени 500 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 встановлюються 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 дозволяється 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 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 театру, чи за умови розміщення підсобно-виробничих приміщень у театрі варто передбачати внутрішні пожежні кран-комплекти і спринклерні установки відповідно до вимог пунктів 13 і 10 додатка з ДБНа. У разі розміщення виробничих приміщень і резервних складів в окремому корпусі поза ділянкою 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 клубах зі сценами розмірами, м: 18x12, 21x12, 21x15, а також у театрах додаткові пожежні кран-комплекти діаметром 65 мм зі сприском 19 мм і довжиною рукава 10 м встановлюють на планшеті сцени.

Пожежні кран-комплекти діаметром 50 мм зі сприском 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 планшеті сцени, якщо його площа до 500 м², 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 не менше ніж 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 найвищу 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 вбудованого 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 м^2 за середньої інтенсивності зрошення не менше $0,1 \text{ л/с}$ на 1 м^2 площі підлоги;

- витрата води на зрошення прорізів сцени враховується $0,5 \text{ л/с}$ на 1 м прорізу, на зрошення порталу сцени не менше $0,5 \text{ л/с}$ на 1 м ширини порталу за його висоти до $1,5 \text{ м}$ і $0,7 \text{ л/с}$ на 1 м , якщо висота більше 5 м .

Вільний напір у найвіддаленішому і високорозташованому зрошувачі повинен бути не менше 5 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 із 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 встановлені 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 приміщення насосної.

17. Пожежні насосні агрегати повинні мати стовідсотковий резерв і встановлюватися в окремих опалювальних приміщеннях, що мають виходи безпосередньо назовні в сходову клітку. У кінотеатрах і клубах, 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 бібліотеках і архівах слід проектувати, якщо об'єм будинку 7500 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 м^2 , виходячи з розрахунку одночасного зрошення площі до 120 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 $19\text{--}22 \text{ мм}$. 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 контрольно-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 вимикати спринклерну мережу, внаслідок чого деякі приміщення залишаються без захисту;
- унеможлиблюється розбивка мережі на ремонтні ділянки, тому що установлення засувок на спринклерній мережі не допускається;
- внутрішні пожежні кран-комплекти встановлюються «на тупику», оскільки спринклерна мережа живиться за допомогою одного контрольно-сигнального клапану.

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 найчастіше 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, внутрішньоцехових 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 водночас, що вони будуть працювати з тиском перед насадком, 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 підвищеннях у «башенках», забезпечених підпором повітря.

Варто підкреслити, що вибір систем гасіння, для конкретного об'єкта повинен бути погоджений із органами державного 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, активно поширюються 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 м².

Розповсюдження пожежі відбувається 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;
- у якості вододжерела можна використати поверхневі води без попереднього очищення;
- якщо створюють 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.).

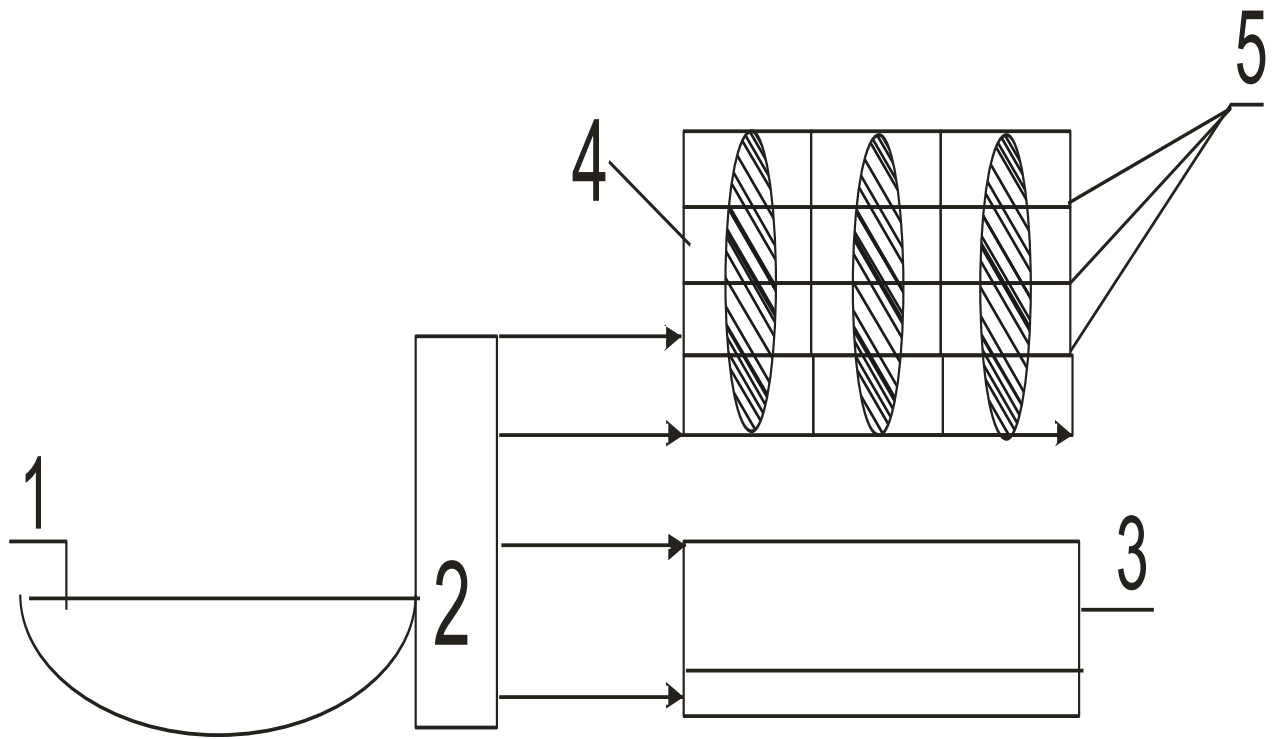


Рис. 7.3.а. Схеми водопостачання лісобірж

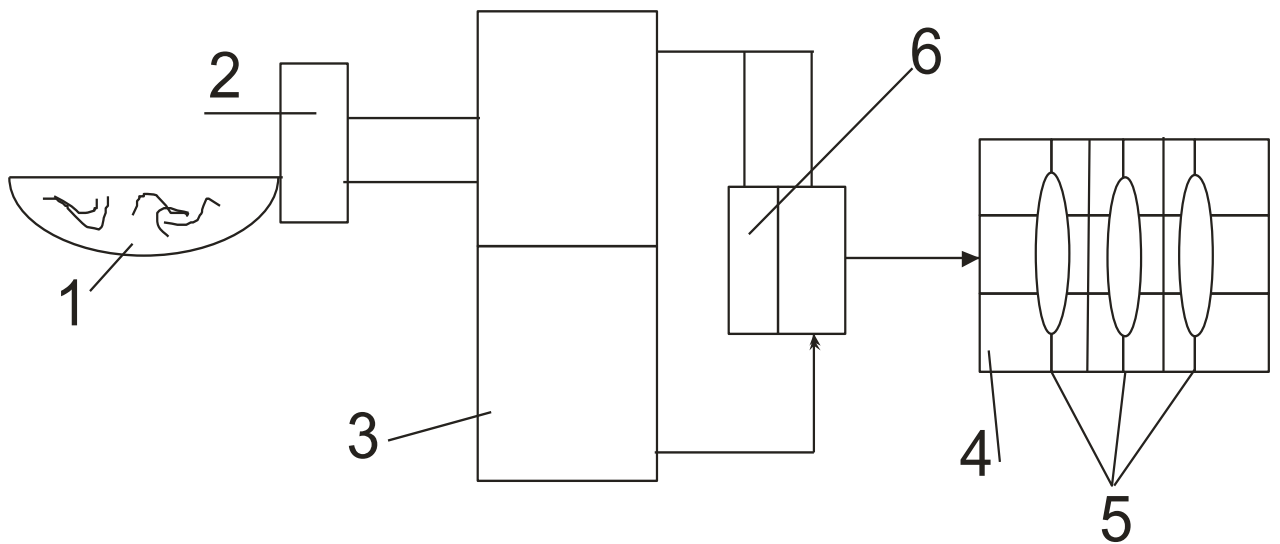


Рис. 7.3.б. Схеми водопостачання лісобірж

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 стволи встановлюють на складах:
 - 1) пиломатеріалів з $S > 9$ га;
 - 2) балансової деревини, осмолу та дров, щепок та тирси, якщо h купи > 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.

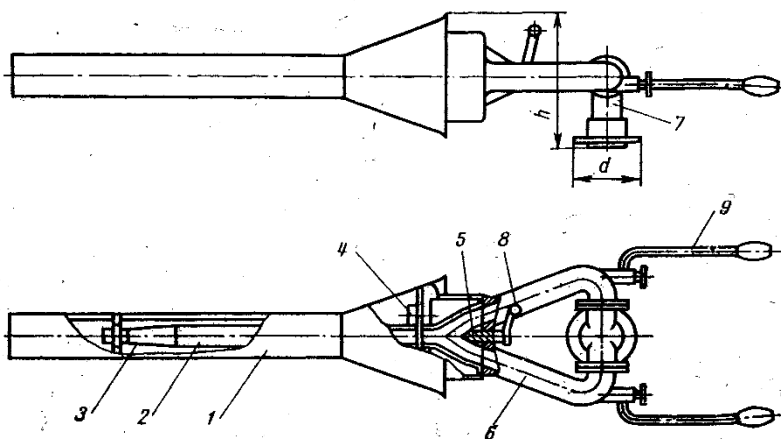


Рис. 7.4. Ствол пожежний лафетний комбінований стационарний

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° , а в вертикальній – $30-75^\circ$.

До комплекту ствола входять:

- 1) змінного повітряно-пінного насадка;
- 2) всмоктувального рукава (для підсмоктування піноутворювача). Замість рукава можна використовувати вставку Вентурі;
- 3) насоса, паралельного водяного насоса.

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 будують 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.

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 до 30 м висоти 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).

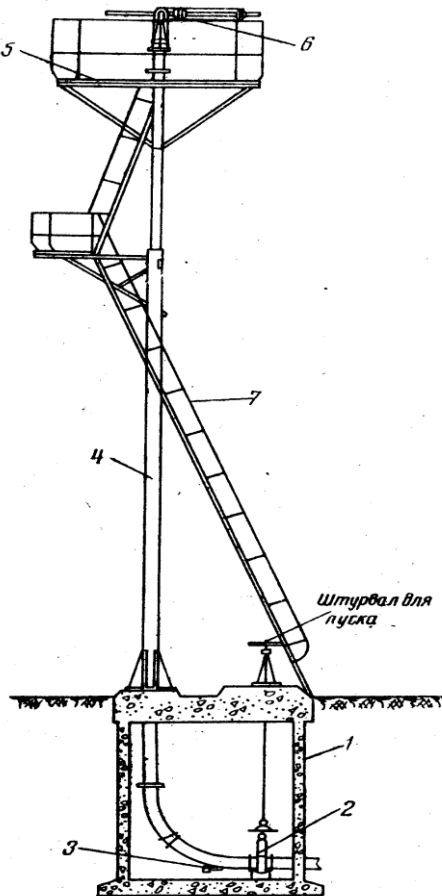


Рис. 7.5. Вишка для лафетного ствола

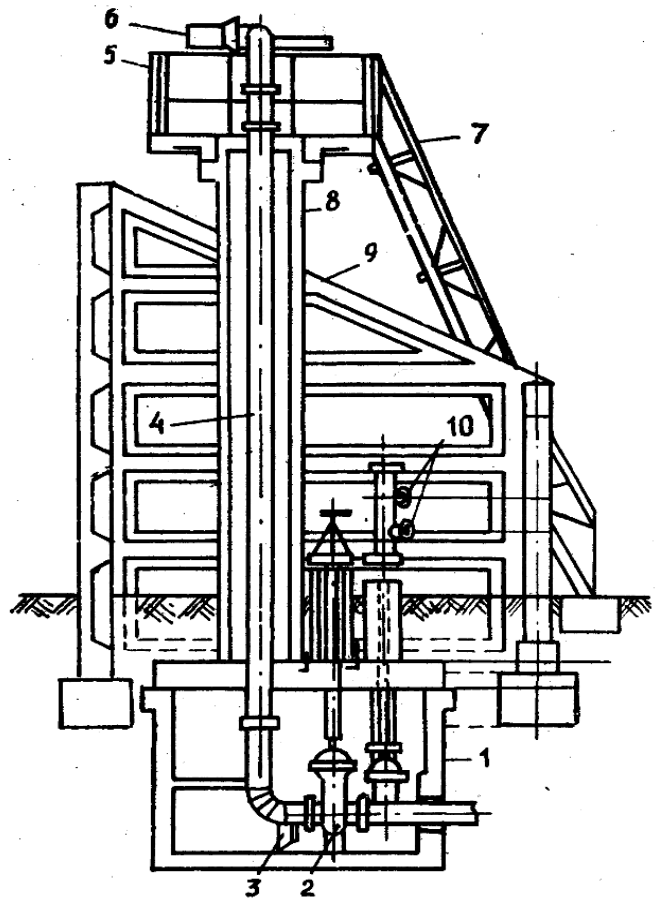


Рис. 7.6. Вишка для лафетного ствола із збірного залізобетону

- 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 їх 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 вмикають послідовно, щоб досягти розрахункового напору.

Пожежні насоси повинні вмикатися 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 за S до 9 га	65
> 9 га	130
Склади круглих лісоматеріалів: за умови вологого способу зберігання до 9 га	30
за умови сухого способу зберігання до 9 га	30
9-18 га	45
> 18 га	65
Склади балансової деревини, осмолу і дров купчастого зберігання:	
за висоти купи 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 тих самих 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 наповнені 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 м³. 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. Водночас 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 створювати пожежні водоймища місткістю не менше 200 м³ 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 підєднувати до постійно діючих виробничих паропроводів. Підключення системи парогасіння до заводської паропровідної мережі виконується через два послідовно встановлених вентиля або засувки з установкою між ними контрольної трубки з вентилям.

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 м²;
- апаратів колонного типу СВГ – 0,5 л/с м²;
- апаратів колонного типу ЛЗР – 0,1 л/с м².

Якщо колонні апарати вище 30 м, то їх захищають системи зрошення.

Є стаціонарні системи зрошення колонних апаратів і резервуарів. Вода подається через трубопроводи.

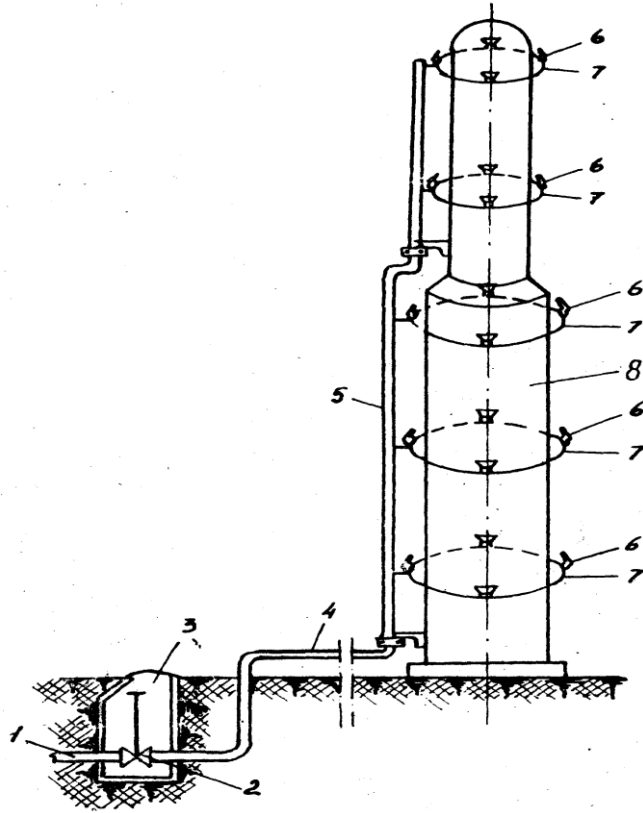


Рис. 7.7. Принципова схема установки водяного зрошення
 1 – водопровід; 2 – засувка; 3 – колодязь; 4 – сухотруб; 5 – стояк; 6 – зрошувач;
 7 – кільце зрошування; 8 – колона

Таблиця 7.2. Витрати води для зрошення резервуарів

Розташування резервуарів	Об'єм одного резервуара, м ³					
	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 $\leq 15\text{--}20$ 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·м², для нафти – дорівнює $0,05$ л/с·м². 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 під'єднуються 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 м²) 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. м³, а також на нафтомаслозаводах повинен забезпечуватися від протипожежних водопроводів, що відповідають нормативним вимогам.

Навкруги резервуарних парків, будівель і споруд повинен прокладатися кільцевий водопровід, а тупики завдовжки не більше 200 м дозволяється 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 належить 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 м³ 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 м³. 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 м³, місткість пожежного водоймища повинна відповідати потребі витрати води на гасіння пожежі і охолодження резервуарів (10 л/с) тривалістю 3 години (не менше 100 м³).

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 м³. 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 ВБН 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 7.3. Загальну витрату води на охолодження

горизонтальних наземних резервуарів місткістю більше 100 м³ (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 м³;

20 л/с – якщо місткість від 1000 до 5000 м³;

30 л/с – якщо місткість від 5000 до 30000 м³;

50 л/с – якщо місткість від 30000 до 50000 м³ 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 (вводи) до окремих будівель і споруд (зокрема 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 складах нафти та нафтопродуктів (СНН) I категорії (за умови маршрутного зливу-наливу 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 дозволяється проектувати сухотрубною. Можливість застосування сухотрубної системи повинна підтверджуватись розрахунками на допустиму інерційність системи і незамерзання розчину піноутворювача.

До наземних резервуарів місткістю 10000 м³ і більше, а також до будівель і споруд складу, розташованих далі 200 м від кільцевої мережі розчинопроводів, слід передбачати по два тупикових відгалуження (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 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 ДБН.

Під час гідравлічного розрахунку необхідно враховувати вплив в'язкості піноутворювача на величину втрат (згідно ДБН).

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.

Дозволяється 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 м³ і більше ввід пінокамер дозволяється 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 нафтохімічної 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.

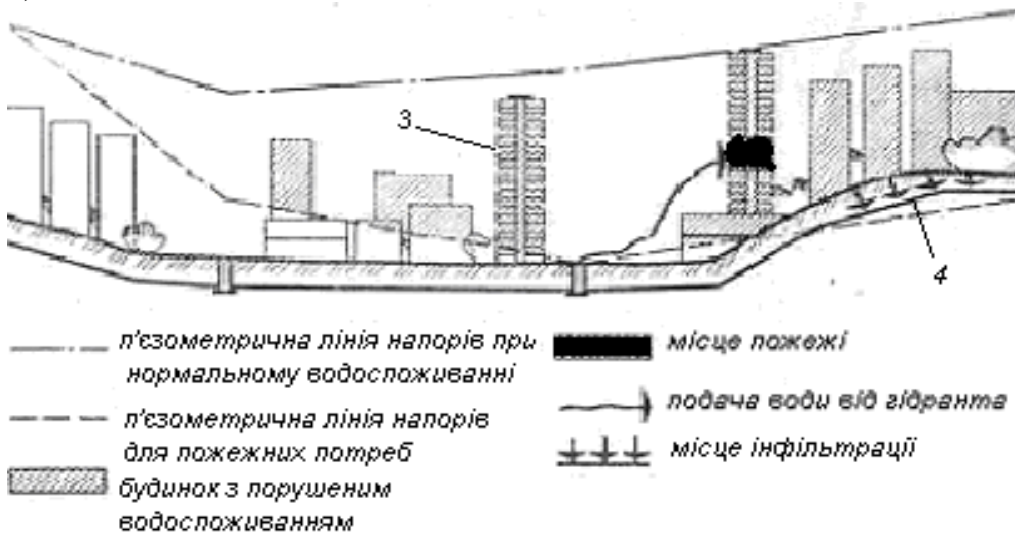
Стан відмовлення для систем водопостачання може бути сформульований так: будь-яка короткочасна перерва в подачі води для гасіння пожежі; порушення режиму водопостачання, заданого нормами витрати і напору води, що подається для протипожежних потреб; перерва у водопостачанні хоча б одного споживача; перерва 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.

а)



б)

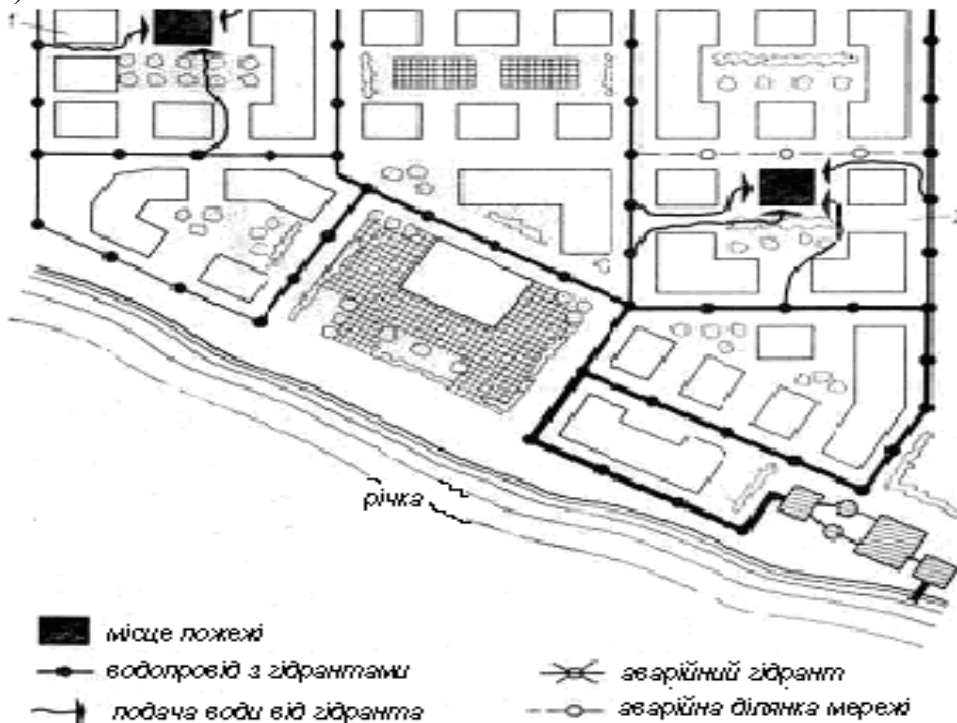


Рис. 8.1. Схема відмов водопровідної мережі

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 ε . Значення ε змінюється в межах довірчого інтервалу, тим більшого, ніж менш точний прогноз капітальних витрат, витрат експлуатації і відшкодування збитків від пожеж. Крім того, значення ε 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 пропускну 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 вигляд:

$$\begin{aligned} \Phi(q_{ij}) &= 0 \text{ для } j \in N_{Qi}, \\ \Phi(q_{ij}) &< q_i(\tau) \text{ для } j \in N_{Ri}, \end{aligned} \quad (8.1)$$

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 у разі існування 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 , тоді 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 результат, 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 припущення мала, тому що час перебування системи в станах k для цих споживачів короткий. Вплив похибки відчувається у разі розрахунку надійності водопостачання споживачів, що допускають тривалу перерву водопостачання. Співставляючи N_{Ri} і N_{Qi} з N'_{Ri} і 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 – $\Phi(q_{il}) \ll q_i$. Водночас 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) спричиняють не повний вихід її з ладу, а лише зниження рівня якості безперебійного водопостачання.

Шляхи забезпечення надійності роботи систем водопостачання

Забезпечення надійності системи водопостачання, як і інших систем масового обслуговування, є одним з основних завдань 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 виконанню 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 зростання водоспоживання населеними пунктами у порівнянні з прогнозованим 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 найважливішим завданням, яке містить:

- безвідмовність;
- довговічність;
- ремонтнопридатність;
- збережність.

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, коли існує лише одне джерело 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 порівняно з основними).

Ненавантажений резерв є неекономічним, і практично не застосовується.

Найбільш широко використовується навантажений резерв. В аварійній ситуації водопровід працює з повним навантаженням.

Більш часто у водопостачанні використовують паралельні постійні мережі, які несуть однакові навантаження. Цих мереж може бути, наприклад, n штук. Ніхто ці мережі не розділяє на основні та резервні. Є поняття кратності резервування:

$$N_0 K = \frac{N_p}{N_0}, \quad (8.3)$$

де K – кратність резервування;

N_p – кількість робочих ліній;

N_0 – кількість резервних ліній.

Надійність роботи системи залежить від числа кратності K .

Але якщо збільшується кратність K , то збільшується і вартість всієї системи.

Під час аварії гарантується подача води:

$$Q_{\text{гп}} = 0,7Q_{\text{ар}} + Q_{\text{аєд.гп}} + Q_{\text{ітє}}, \quad (8.4)$$

де $Q_{\text{гп}}$ – 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:

$$I_i = \frac{SQ^2}{n^2} + I_a + \Delta Z, \quad (8.5)$$

де S – опір системи;

Q – витрата;

H_b – вільний напір на стволі;

ΔZ – висота підняття ствола;

n – кількість паралельних ліній.

Необхідний напір насоса під час аварії (вихід із строю робочої лінії).

$$H_{\text{н.ав.нас.}} = \frac{SQ^2}{(n-1)^2} + H_d + \Delta Z, \quad (8.6)$$

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 у кінці водоводу $H \geq 10$ м (1 атм);

ΔZ – різниця відміток кінця водоводу (місце приєднання мережі міста) та осі насоса.

Визначимо кількість ліній водоводу за формулою:

$$n = 1 + Q_{ав} \sqrt{\frac{S}{(H_{п.ав.} - H_{в.} - \Delta Z)}} , \quad (8.7)$$

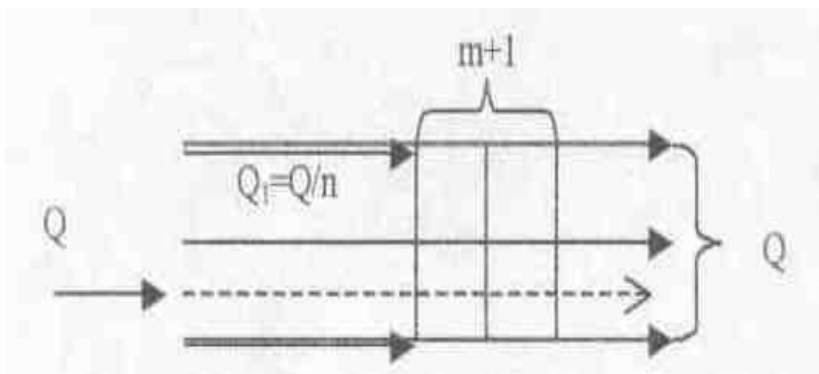
Найвигідніше обирати 2–3 паралельні лінії водоводу.

Другий спосіб резервування – з перемичками.

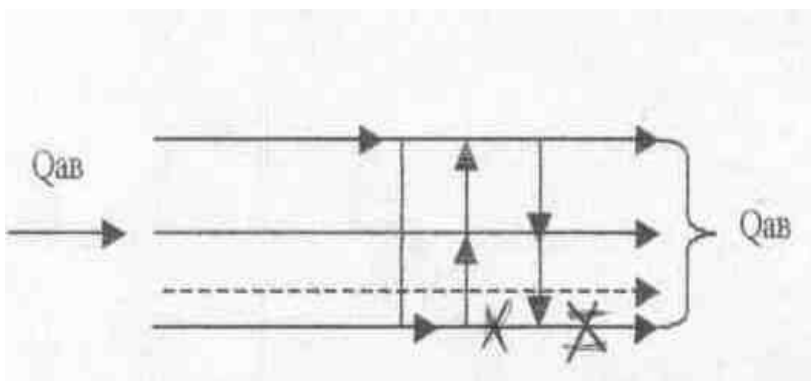
Водоводи з перемичками економічно вигідні. Їх влаштовують на водоводах, що близько розташовані між собою. Така система дозволяє відключати тільки пошкоджені ділянки.

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 – $Q_{ав}$.



*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:

$$H_n = S_1(m+1)\left(\frac{Q}{n}\right)^2 + H_v + \Delta Z, \quad (8.8)$$

$$H_{n.av.} = S_1\left(\frac{Q_{av.}}{n-1}\right)^2 + S_1m\left(\frac{Q_{av.}}{n}\right)^2 + H_v + \Delta Z. \quad (8.9)$$

Кількість перемичок визначаємо за формулою (8.10):

$$m = \left[(2n-1)S\left(\frac{Q_{av.}}{n}\right)(n-1)^2\left(H_{n.av.} - H_v - \Delta Z - \frac{SQ^2_{av.}}{n^2}\right) \right] - 1. \quad (8.10)$$

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 для гасіння пожежі. Час ліквідації пожежі за умови витрати $q = 25$ л/с становить 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 якщо $q > 25$ л/с – 4 години (ДБН В.2.5-74:2012).

На напірних водоводах довжину 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 виконують розподіл 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 ($1 \leq 2,5$ м) та не ближче 5 м ($1 \geq 5$ 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 прокласти по дві лінії (дублюючі), що виключає перетин 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, регулювальну, водорозбірну, захисну та водомірну арматури.

Вимоги ДБН В.2.5-74:2013 до водопроводів у сейсмічних районах

1. Згідно з 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 існування 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 замінюють 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 прокладають труби.

3. На ґрунтах, що просідають, не можна будувати закриті резервуари $W \geq 600$ м³.

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 сталеві.

7. З'єднання трубопроводів – еластичні.

§ 8.2. Забезпечення надійної роботи насосних станцій

Надійність роботи насосних станцій залежить від надійності роботи основних елементів – насосів, запірно-регулювальної арматури, електрообладнання, 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 приладів (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 слід використовувати 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 категорій повинні мати самостійні всмоктувальні лінії.
 5. Трубопроводи в НС виготовляють 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 виконати ремонти у разі пропускання витрат:

$$Q_{\text{позж}} - \text{повністю}; \quad Q_{\text{гп}} - 70 \% Q_{\text{роз}};$$

$Q_{\text{вир}}$ – за аварійним графіком роботи.

9. Корпус насосу повинен бути під заливом. Там, де насоси встановлені не під залив, використовують вакуумметричні 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 застряють в обвалених прогонах мостів, що створює 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 створюватися 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 обривання проводів ліній електропередач (ЛЕП);
- пожежі, що виникають у разі замкнення електропроводів, силових кабелів.

Основні травми та ушкодження:

- забиття, переломи, порізи тощо;
- переохолодження;
- утоплення;
- електроураження.

Тривалість повеней може становити 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 доведення його до такого стану, коли на всій довжині річки буде досягнута відповідність між розмивальною силою потоку і опором ґрунтів русла розмивання, наносотранспортувальною здатністю русла і фактичним надходженням в нього наносів із водозбірного басейну.

Боротьба з місцевим розмиванням берегів і дна за допомогою постійних споруд виконується двома методами:

1) зменшення розмивальної сили потоку шляхом відведення струменя від зони розмивання;

2) підвищення опору русла в зоні розмивання.

Регуляційні способи захисту наступні:

1) обвалування, тобто огороження земель, що затоплюються, земляними дамбами;

2) влаштування обвідних чи розвантажувальних русел (канал), 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 зatoryжних 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 виконувати 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 насипів 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, які вкладають у внутрішні частини споруд; 4) дерево, що застосовують у вигляді 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.

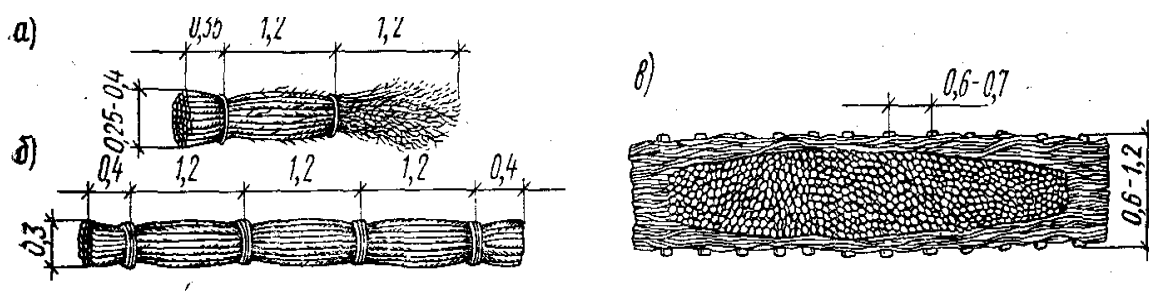


Рис. 8.2. Фашина:

а – однокомельна; б – двокомельна; в – важка (навантажена каменем)

Складні матеріали і елементи регуляційних споруд

Фашини (рис. 8.2. а, б, в) – це пучки хмизу, перев'язані тонким свіжозрубаним хмизом та лозою, 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.

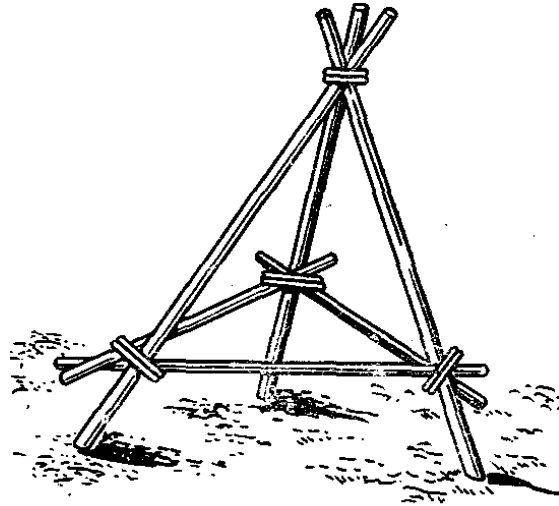


Рис. 8.3. Сипаї

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 пронизують мат. Товщина хмизових 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 (мінімум двох). Розміри мату залежать від потреби, і досягають іноді декількох десятків метрів. Для опускання матів у воду їх привантажують каменем, щебенем або лантухами з землею (приблизно 0,1 м³ каменю на 1 м³ мату).

Хмизові покривала або мати – це різні плетива з одного–двох рядів хмизу. Під час перевезення їх скручують 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, перекиваються іноді з однієї зі сторін плетеними щитами. Під дією завантаження і розмивання ґрунту козлові ноги занурюються в ґрунт дна (рис.8.3.), чим забезпечують велику 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, залежно від фракції каменю, що завантажують у них (звичайно галька), або ґрунту, що покривається ними. Останнім часом для затримки великих наносів, затонулих колод, тощо на ріках, а також у боротьбі із селями, почали застосовувати 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 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 розмиванню і руйнуванню водою, льодом, ударами великих наносів, бути стійкими проти зрушення

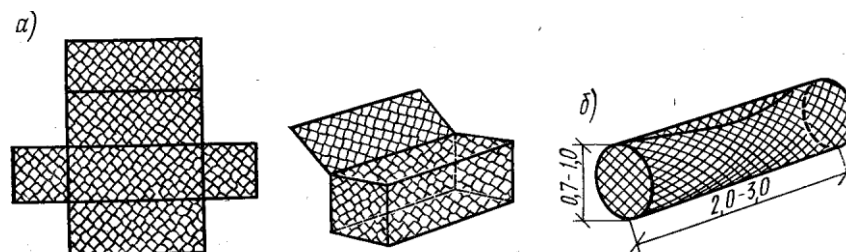


Рис. 8.4. Сітчасті конструкції:

а) габйон 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 розмиванню характеризується або стягувальною силою, що допускається, $P = r q h l$, або допустимою швидкістю течії, V' . Гнучкість конструкцій забезпечується укладанням матеріалу в споруди окремими блоками (камені, габйони, фашини, мати) таким чином, що конструкція легко деформується у випадку підмиву основи і заповнює собою вимивини, що утворилися. Облаштування монолітних споруд у подібних умовах недоцільне і навіть шкідливе, тому що вони під час деформацій русла розламуються на окремі брили і перестають виконувати свою роль, створюючи нові причини для погіршення стану русла.

§ 8.3.2. Конструкції берегоукріплювальних споруд із місцевих матеріалів

У зоні вище граничного рівня води в річці (яка покривається водою тільки в паводки) найпростішим укріпленням може бути висівання трав ($P = 10$ Па); сорти трав підбирають за місцевими кліматичними і ґрунтовими умовами. На піщаних берегах попередньо насипається шар (у 12–15 см) рослинної землі.

Більш міцним є покриття берегового схилу дерном ($P = 10$ – 20 Па), плитки якого укладаються і «пришиваються» кілками 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 висаджують свіжозрубану вербу (верболіз) рядами, борознами або гніздами. Опір їх розмиванню характеризується величиною $P = 20$ – 30 Па спочатку, а після – до 50 Па. Замість висаджування верби можна застосовувати хмизове вистилання – шар хмизу товщиною 15–20 см, «пришитий» до берега прутяними канатами і кілками, витримує швидкість руху води $V = 1,5$ – $1,9$ м/с, це кріплення стає довговічним після проростання.

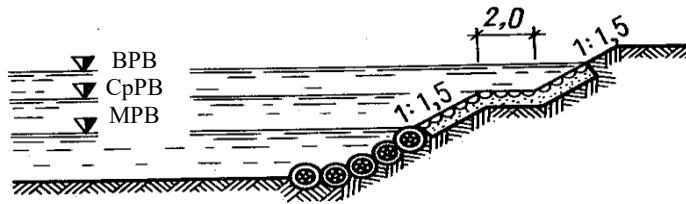


Рис. 8.5. Фашинне кріплення берега

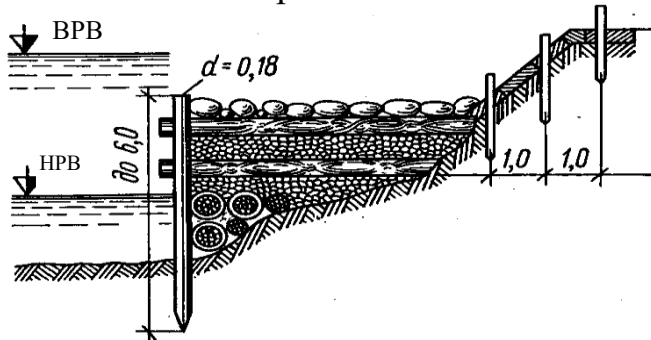


Рис. 8.6. Фашинно-кам'яне кріплення

Більш міцним, але водночас 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 $100\text{--}120$ Па і більше (рис. 8.5). Розміри кліток: $0,7\text{--}2$ м, схил – не крутіше $1:1\text{--}1:1,5$; під гальку або кам'яне заповнення кліток товщиною $0,2\text{--}0,4$ м підстилають шар моху, соломи, хмизу, торфу або підсипають шар щебеню і гравію. Рослинні кріплення застосовують там, де на місці є необхідні матеріали.

Кам'яне мощення одинарне ($P = 80\text{--}160$ Па, $V = 2\text{--}3$ м/с) або подвійне (P до 240 Па, $V = 3\text{--}4$ 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, пригнуржених каменем або лантухами із землею. Можливі і комбіновані кріплення з матів і фашинної кладки (якщо глибина більше $1,5$ м), з матів і важких фашин тощо (рис. 8.6). Фашинні кріплення застосовують на рівнинних ріках з $P = 30\text{--}70$ 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 (схил не крутіше $1:1$) безпосередньо на ґрунт дна або на попередньо укладений мат, що захищає кріплення від підмивання (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 підсипають поступово. Дрібний ґрунт, що засипається, доцільно прикривати важкими фашинами для кращого захисту від вимивання його водою.

Покриття габіонних матів в основі має опору 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 схолом 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 ґратки збирають на місці з окремих гнучких ґерлянд 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 підстилковий килим товщиною 3 мм, виготовлений з гідросклоізолу та інших матеріалів. Залізобетонні ґірлянди довжиною 3–7,5 м кожна і перетином від 5x5 до 12x20 см виготовляють гнучкими шляхом влаштування в ґірлянді шарнірів із кроком, рівним кроку чарунки сітки. Шарнір – це ділянка арматури довжиною 10 см, покрита поліетиленом товщиною 2 мм. Ґірлянди виготовляють у заводських умовах і транспортують пакетами по 8 штук на будівельний майданчик. Маса ґірлянди може складати 0,03–0,3 т. Таке покриття є досить економічним.

Суцільні гнучкі залізобетонні мати складаються з квадратних, прямокутних, двотаврових чи 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, які перевозять згорнутими в рулони. Більш великі і важкі плити з'єднують на місці. Мати укладають на підстилку з гравію зпроектованого схилу механізованим способом. Великою перевагою збірних покриттів є можливість використання їх для зміцнення підводної частини берегів. Для цього залізобетонний мат, розстелений на сухому схилі, 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».

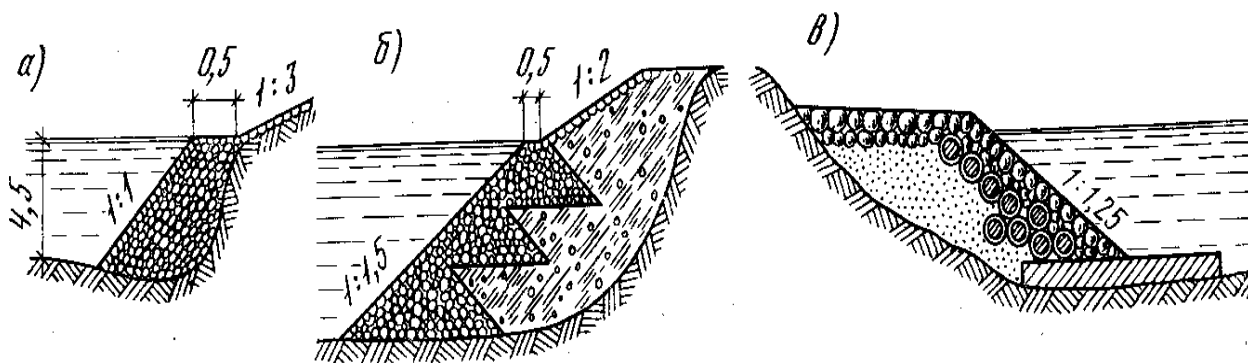


Рис. 8.7. Кам'яне берегове кріплення: а – кам'яне; б – кам'яно-земляне; в – кам'яно-фашинне

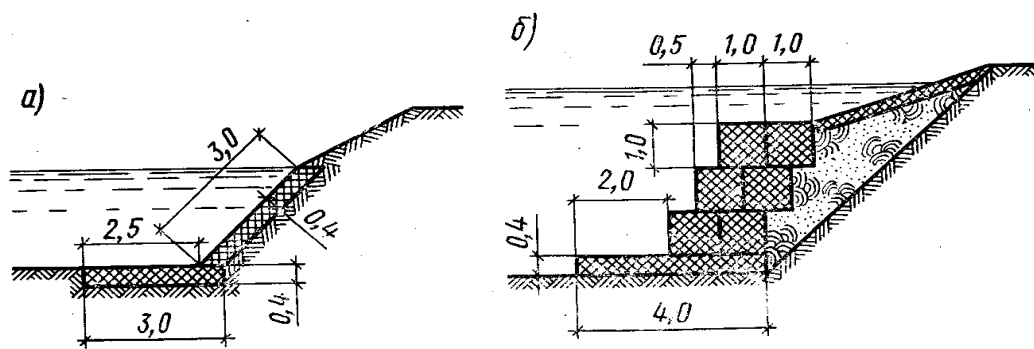


Рис. 8.8. Габіонні берегоукріплення: а – габіонні «матраци»; б – комбіноване

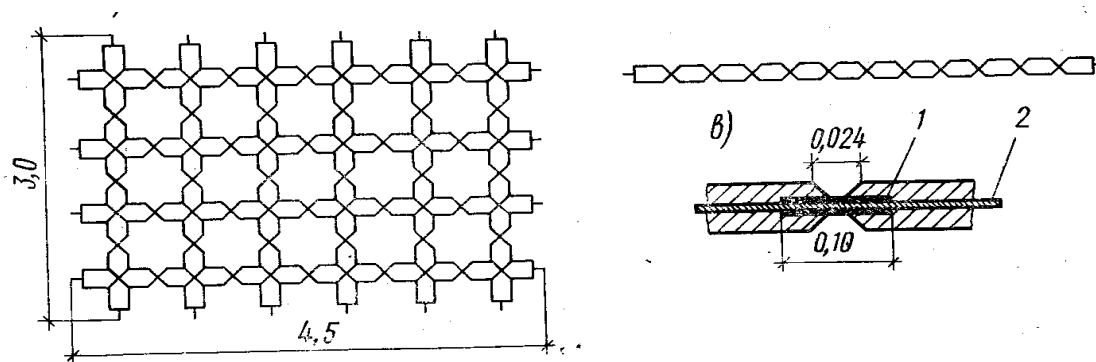


Рис. 8.9. Гнучкі залізобетонні ґрати:

а – ґрати; б – гірлянда; в – шарнір; г – поліетиленова оболонка; д – арматурний стрижень

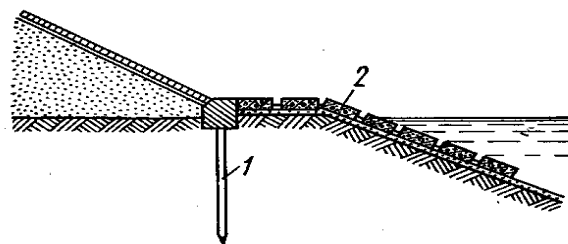


Рис. 8.10. Одяг із гнучких з/б «матраців»:

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 влаштовують як монолітними, так і збірними. Перед укладанням монолітного покриття схил планують, протравлюють (щоб уникнути проростання) отрутохімікатами та ущільнюють до пористості 35–40 %. Для збільшення несучої здатності схилу 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 схилів. 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 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 м^2 на стенді, безпосередньо біля води. Секції одну за іншою намотують на барабан. Укладання покриття на місце здійснюють шляхом змотування його з барабана (рис. 8.11.).

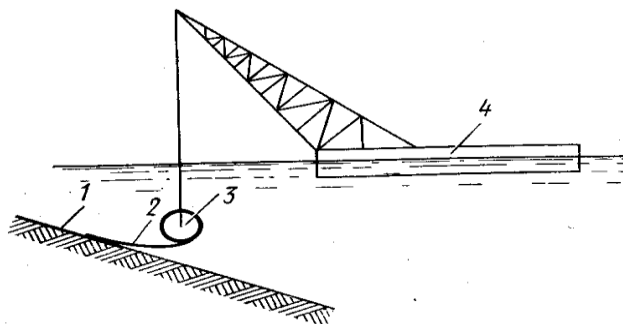


Рис. 8.11. Укладання на схил збірного асфальтобетонного покриття з барабана: 1,2 – асфальтобетонні «матраци»; 3 – барабан; 4 – плавучий кран

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 20×20 см. Асфальтові покриття зі збірних елементів є високоіндустріальними, з економічним типом кріплення схилів.

Найбільш міцними кріпленнями, що витримують тиск до 1000 Па (100 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.

Зрубові кріплення виготовляють наскрізного типу з колод або залізобетонних елементів (рис. 8.12). Зруби заповнюють каменем, головне щоб верхній шар складався з особливо великого каміння. Зрубові 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 велике каміння, 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 у вартості, а також менш трудомісткі. Необхідно здійснювати техніко-економічне зіставлення нових конструкцій з існуючими (фашинними тощо) і вибирати оптимальні рішення.

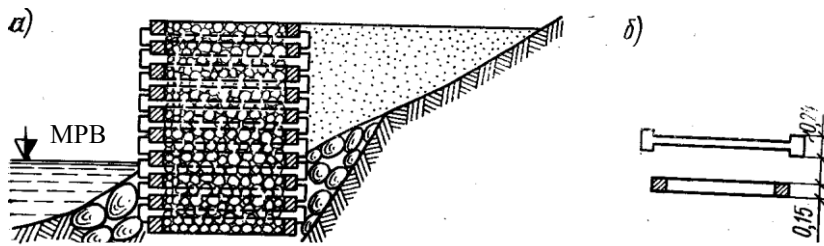


Рис. 8.12. Укріплення берега залізобетонними ряжами: а – поперечний профіль; б – переріз елементів

Тип кріплення відповідно до висоти берега може змінюватися, наприклад: вище рівня паводка може бути застосоване тільки висівання 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 схилу, що лежить вище, одночасно піддаючись найбільшій розмивальній дії потоку. Майже у всіх випадках доцільно, а якщо ґрунти, легко розмиваються, абсолютно обов'язково, в основі кріплення випускати убік річки мат та інші гнучкі покриття.

Під час розмічання берегоукріплення необхідно додавати йому плавний обрис у плані, щоб уникнути різкого впливу потоку на частини кріплення які виступають і плавно, 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, які містять в собі глину, пісок, каміння – 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.).

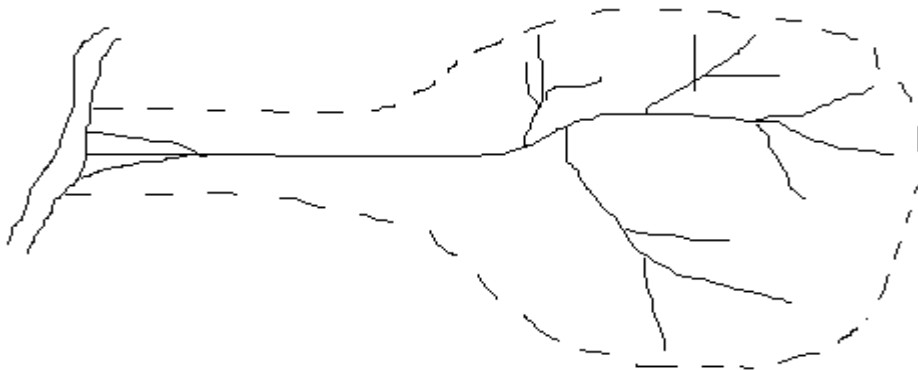


Рис. 8.13. Схема гірського потоку із цирковою формою водозбірного басейну

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 намули – крупнозернисті піски, гравій, галька, каміння. Під час злив або інтенсивного намітання снігу створюється велика концентрація поверхневого стоку. Якщо ґрунт схилів складається з глини та каміння (до 50–70 % за масою), і глина насичена водою до 8–10 % за масою, весь покрив схилу стає міцною зв'язаною масою і починає рухатись у вигляді валу зі швидкістю понад 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 м³/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 зверх 1 млн м³ грязекам'яної маси. Часто селеві потоки виникають в Карпатах та горах Криму.

Селі чинять великі збитки як у горах, так і в долинах. Заходи щодо боротьби з селями найбільш ефективні коли, вони їх виконують комплексно і складаються з лісокультурних робіт в котловині басейну, регулювання господарської діяльності в ньому, створення мережі протиселевих гідротехнічних споруд (селезатримувальних, селепропускних, селенаправлювальних).

Сітчасті загати зі сталевих канатів, застосовують для затримування твердої складової селевих потоків. Конструкція такої загати складається з двох сіток, які підвішуються до бортів і дна ущелини.

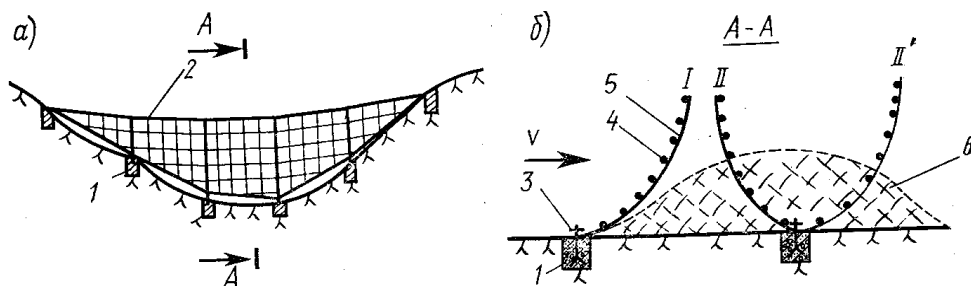


Рис. 8.14. Гнучка сітчаста запруда: а,б – підвіска запруди, що складається з селеріза та огорожувальної сітки I; II' – положення огорожувальної сітки після проходження селя; 1 – анкерна опора; 2 – сітка із тросів; 3 – анкерний борт; 4 і 5 – подовжні і поперечні троси; 6 – тверда фракція селю

Перша сітка селеріза, що бере 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 набуває положення II'–II' (рис. 8.14.).

Аналогічні конструкції застосовують іноді для затримання великих донних наносів. Вони особливо ефективні в тих випадках, коли неможливе забивання паль у дно. Тоді через ріку поперекидають сталевий канат і до нього підвішують

загородження, що складається з вертикальних стрижнів і посиленої сталевोї сітки.

Наскрізнi залізобетонні загати – селеуловлювачі (Грузинського науково-дослідного інституту гідротехніки і меліорації) – це накладні ґрати, що спираються на трикутні рами (рис.8.15.), які 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.

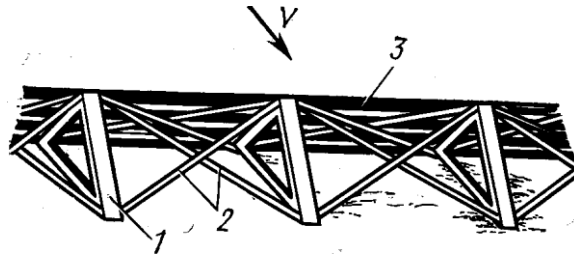


Рис. 8.15. Наскрізнi запрудн-селеуловлювачі: 1 – трикутні рами; 2 – поперечні розпірки; 3 – решітки напірного перекриття

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 просторі.

За кордоном для регулювання селевих потоків широко застосовують загати невеликої висоти (до 5–6 м), які збудовані з металевого шпунта.

Поперечні напівзагати. Збільшення транспортувальної 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 ухили її стають усе більш пологими, сама дамба розширюється, голова її закруглюється і обов'язково підстиляється широким матом. Іноді голова закінчується короткою подовжньою дамбочкою, так, що буна в плані одержує вигляд 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 розмивання, ударів льоду і схожих впливів. Гребінь у подовжньому профілі роблять з нахилом до берега 1:20–1:200 для напрямку води, що переливається через нього, у бік русла і поступового розширення живого перетину річки під час підйому рівня води. Конструкції напівзагат виконують із різних матеріалів. Поперечні перерізи напівзагат можуть мати досить різноманітні конструктивні виконання.

Подовжні направлювальні дамби діють на потік м'якше, ніж поперечні, але уздовж них створюється подовжня течія з підвищеними швидкостями, що може стати причиною розмиву основи дамби і її річкового схилу. За конструкцією подовжні дамби загалом мало відрізняються від поперечних, але річковому (зверненому до ріки) схилів подовжніх дамб надають більшу пологість і міцність, ніж береговому; основу дамби з річкової сторони захищають від розмивання

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, який не доходить до дна на 0,254–0,5 м 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 – це земляні греблі невеликої висоти, що відрізняються від руслових гребель тим, що утримують напір лише короткий час та тримають уздовж свого напірного ухилу потік води (рис. 8.17.). У заплавах рік незатоплювані дамби розраховують на витрати весняного паводдя 1–5 % наповнювання. Висоту дамб-польдерів, що затоплюються, визначають з урахуванням пропуску літньо-осінніх паводків 5–10 % забезпеченості.

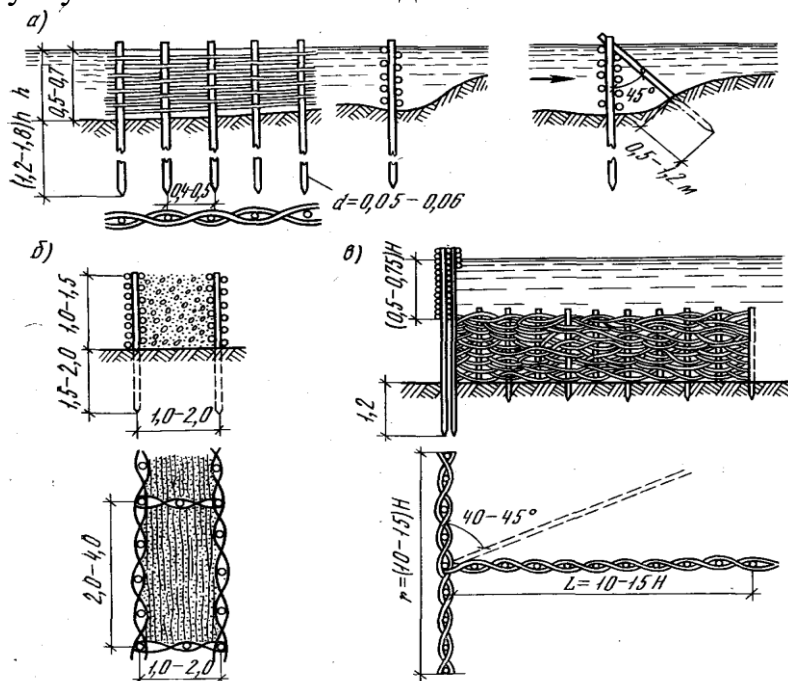


Рис. 8.16. Споруди у вигляді тину: а – однорядний тин; б – дворядний тин; в – Т-подібний тин

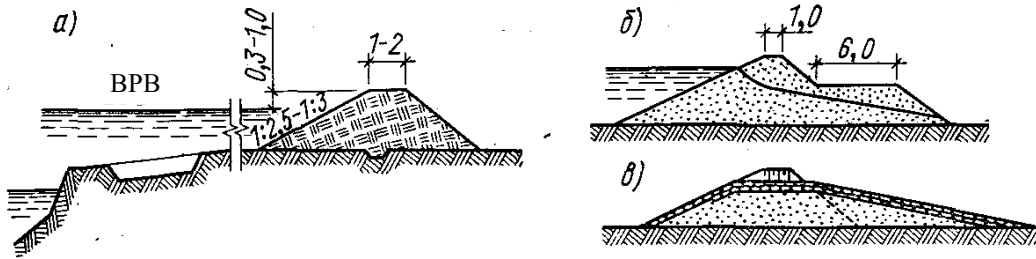


Рис. 8.17. Влаштування дамб обвалування: а – конструкція простої дамби; б – дамба з дорогою; в – найпростіший водозлив у дамбі обвалування

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 схил дамби, м;

Δh – висота вітрового нагону води, м.

Якщо висота до 2–3 м, вали мають трапецевидний перетин (рис. 8.17а), річковий схил виконують не крутіше 1:2,5–1:3, а заплавний – 1:2–1:1,5, хоча іноді роблять таким, як і річковий, і навіть більш пологим. (1:4). Якщо більша висота (рис. 8.17б) то вал має більш складний профіль, для проїзду по валу влаштовують берма достатньої ширини (не менше 2 м). Літній вал, затоплюваний весняним паводком і незатоплюваний літнім (у період вегетації рослин), зображений на рис. 8.17в. Водозлив вала зміцнюється відмосткою і має пологий схил у бік заплави.

Річковий схил незатоплюваних валів зміцнюється дерном або засіванням трав, а на увігнутих ділянках траси – відмосткою. Щоб уникнути руйнування валу хвилею на широких ріках, перед ним корисно насадити смугу чагарнику. Схили 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 випускання води, що зібралася, роблять у вигляді трубчастих водоспусків, на яких встановлюють затвори: річковий – у вигляді щита, підвішеного на горизонтальній осі, що автоматично закривається в момент проходження паводка в річці, і заплавна, 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, яку 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 організовують 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 глиняних 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

ухил близько 0,02 убік 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 вживає заходів у випадку аварій валу, непередбаченого підвищення паводка і загрози затоплення валу або його розмивання.

Під час експлуатації водоймищ необхідно проводити спостерігати і контролювати стан і умови роботи споруд і обладнання та вживати заходів проти можливих порушень їхньої правильної роботи під час паводків, штормів землетрусів та техногенних катастроф.

Систематично здійснювати 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 підшви 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, спланувати 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.

Підіймання рівнів ґрунтових вод на землях, що прилягають, звичайно відбувається повільно, максимальне його підвищення може спостерігатися через кілька років. Таку картину підіймання рівнів ґрунтових вод краще відображає метод гідродинамічного аналізу, суть якого полягає у вирішенні 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;
 β – коефіцієнт недолику насичення або водовіддачі ґрунтів;
 e – інтенсивність інфільтрації опадів (+) або випаровування (–) із дзеркала ґрунтових вод, м/добу.

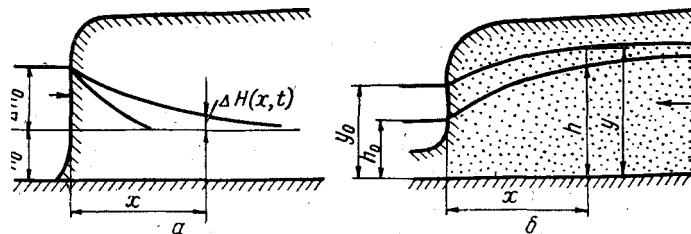


Рис. 8.18. Схеми до розрахунку підйому рівнів ґрунтових вод:

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. 8.18а):

$$\Delta H(x,t) = \Delta H_0 [1 - \Phi(\lambda)], \quad (8.14)$$

де $\Delta H(x,t)$ – приріст величини напору (у м) для перетину на відстані x від каналу в момент часу t ;
 ΔH_0 – підвищення напору в річці або каналі, м;
 $\Phi(\lambda)$ – розрахункова функція (інтеграл ймовірності), визначається за графіком (рис. 8.19.) у залежності від величини λ :

$$\lambda = \frac{x}{2 \sqrt{\frac{k}{\beta} h_{cp} t}}, \quad (8.15)$$

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 приблизне вирішення диференціального рівняння отримане Н. Н. Веригіним (рис. 8.18б):

$$y^2 = h^2 + (y_0^2 - h^2) [1 - \Phi(\lambda)], \quad (8.16)$$

де y – 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 – підпирний 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.

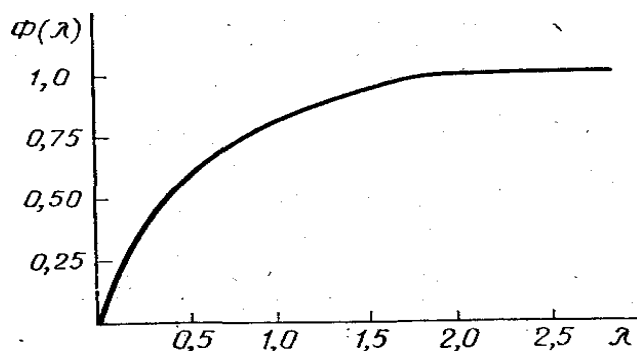


Рис. 8.19. Графік для визначення $\Phi(\lambda)$

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 збоку 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 уловлювального, дренажу (у разі значного припливу ґрунтових вод збоку 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 збоку 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 дрени;
- 3) приплив у дрени фільтраційних вод;
- 4) розміри дрен.

Планове положення дрен і глибину їхнього закладення визначають підбором з урахуванням економічних міркувань. Тому що будова берегового дренажу майже завжди зв'язана 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 дреною 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 дреною і водоймищем. Звичайно в легких суглинках ці відстані складають 200–300, у супісях – 400–500 м.

Глибину закладення дрени T обирають 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 м³/с на 1 м довжини дрени) з обох боків:

$$\begin{aligned} q &= q_1 + q_2 = kB \frac{h_1^2 - h_0^2}{2l_1} + kB \frac{h_2^2 - h_0^2}{2l_2} = \\ &= \frac{kB}{2} \left(\frac{h_1^2 - h_0^2}{l_1} + \frac{h_2^2 - h_0^2}{l_2} \right), \end{aligned} \quad (8.19)$$

де q_1 – питомий приплив фільтраційних вод з боку водоймища, $\text{м}^3/\text{с}$;
 q_2 – питомий приплив з боку вододілу, $\text{м}^3/\text{с}$;
 B – коефіцієнт висячості дрени.

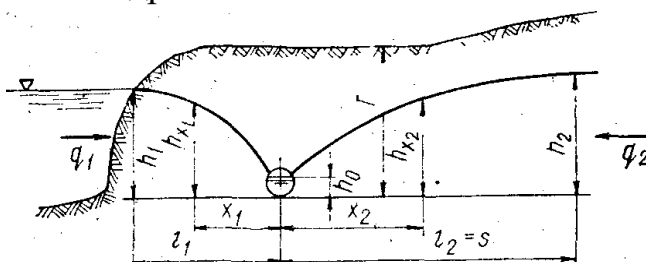


Рис. 8.20. Схема до розрахунку берегового дренажу

Повна витрата берегової дрени (у $\text{м}^3/\text{с}$) за довжини її L (у м) $Q = q \cdot l$. Знаючи витрату дрени Q і установивши її нахил, підбирають діаметри дрени.

Підвищення поверхні низин

Захист територій від затоплення і підтоплення в деяких випадках можна здійснювати шляхом штучного підвищення їхньої поверхні, що досягається наміванням або насипанням 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 затримання річкових вод на більш тривалий час. Таке нашарування наносів забезпечує кращу дренажність територій і підвищує родючість створюваних ґрунтів. Під час безперервного кольматажу 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 з нахилом приблизно 0,0002–0,0005 убк 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.

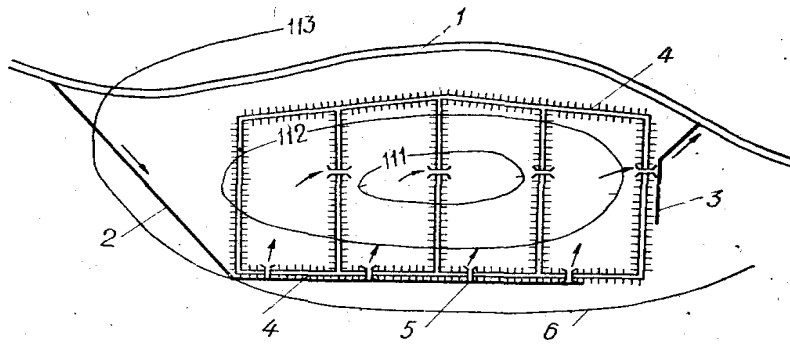


Рис. 8.21. Схема кольматажу: 1 – ріка; 2 – канава, що підводить; 3 – скидна канава; 4 – земляні вали; 5 – водовипуски у валах; 6 – горизонталі

Процес кольматажу можна прискорити засобами гідромеханізації, застосовуючи розмивання ґрунту за допомогою гідромоніторів і подавання 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 виконують 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.

В 1959 році на р. Дніпро було створено Кременчуцьке водосховище. Більша частина старої Митниці (м. Черкас) була затоплена водою «Черкаського моря». Рішенням архітекторів міста на мілководді водосховища було влаштовано намивні ґрунти і побудовано новий мікрорайон, що отримав стару, історичну назву Митниця.

У разі штучного намивання ґрунту необхідно передбачати дренажну мережу, що забезпечує недопущення підняття рівня ґрунтових вод як у процесі намивання, так і під час наступної експлуатації території.

Кольматаж можна застосовувати не тільки для підняття поверхні землі над рівнем ґрунтових вод, але і для покриття родючим шаром територій з неродючими піщаними або гальковими 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 витрачати водні ресурси.

Основний вид вертикального дренажу – вертикальна свердловина з відкачування води з неї насосами. До складу комплексу вертикального дренажу входять: власне свердловина; глибинний 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.

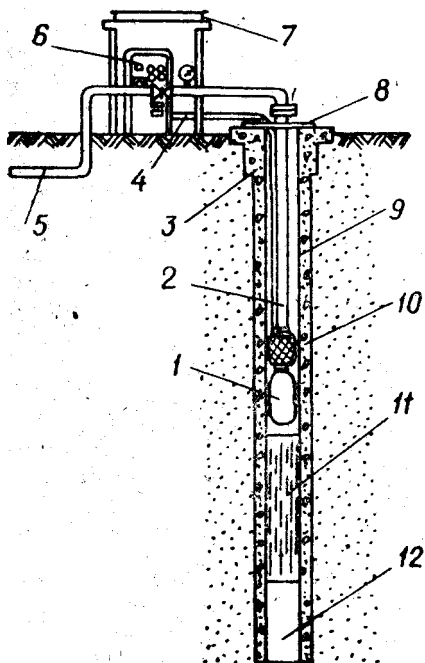


Рис. 8.22. Схема насосної установки свердловини вертикального дренажу:

- 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 ($kH > 150$ м²/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 древнеалювіальні 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 відкачування води з якого-небудь 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 м³/добу. Для зниження рівня ґрунтових вод на окремих ділянках проектують вибірковий дренаж.

Дебіт Q (м³/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 відкачування, м;
 рекомендується брати $5 \leq 0,5 H$;
 T – час відкачування, діб;
 r – зовнішній радіус свердловини (з урахуванням гравійного обсипання), м;
 a – коефіцієнт рівнепровідності,
 β – коефіцієнт водовіддачі;
 ϕ – безрозмірний фільтраційний опір, що враховує недосконалість свердловин за ступенем розкриття шару, $\xi = f(1\phi/H, H/r)$. Для досконалої дрени $\xi = 0$.

За перевіреними даними питомий дебіт на 1 м глибини відкачування дренажних колодязів становить 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 відкачування 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 σ беруть наступні: у випадку розміщення свердловин по квадратній сітці $\sigma = 1,77R$, у разі розміщення свердловин по трикутній сітці $\sigma = 1,90R$.

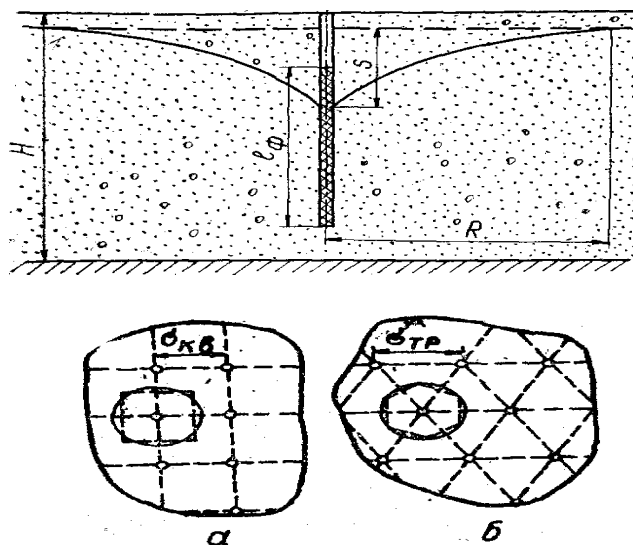


Рис. 8.23. Схема розміщення систематичного майданного дренажу:
 а і б – по квадратній і трикутній сітках

Відкачування води може здійснюватися з кожної свердловини окремо. У випадку невеликих дебітів (до 100 м³/год) і невеликих відстаней 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 зразка ЕЦВ із подачею 85–300 м³/год.

Відкачування води з вертикальних свердловин здійснюється у весняний передпосівний період (не більше 10–15 діб), а також під час рясних літніх і зяжних осінніх дощів.

Під час відкачки в радіусі до 50 м навколо свердловини утвориться досить глибока вирва депресії, однак через 0,5–1,5 доби після зупинки насосів рівні ґрунтових вод вирівнюються, вирви 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 нагродження 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 підстилається 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.

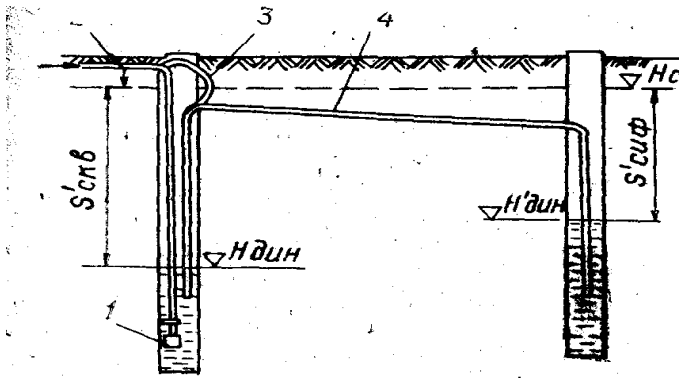


Рис. 8.24. Схема сифонного пристрою:

- 1 – глибинний насос;
- 2 – скидний трубопровід;
- 3 – зарядний пристрій;
- 4 – сифони

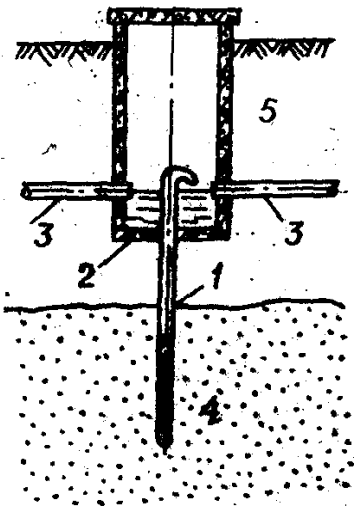


Рис. 8.25. Комбінований дренаж:

- 1 – вертикальна свердловина, що самовиливається;
- 2 – оглядовий колодезь;
- 3 – горизонтальна дрена;
- 4 – напірний шар;
- 5 – слабководопровідний 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 колодезні (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 колодезні, який скидають надлишкові води з верхнього в нижній водоносний горизонт, що служить у цьому випадку водоприймачем. У вбирні колодезні надлишкова вода може надходити безпосередньо з ґрунту і з поверхні землі або підводитися горизонтальним відкритим чи закритим дренажами. Вбирні колодезні можна влаштовувати з керамічних, азбестоцементних або залізобетонних труб. Їх застосовують і для поповнення запасів підземних вод.

Умови застосування осушення з механічним водопідйомом

Механічне відкачування 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 м³/с кожна. На річкових польдерах Закарпатської області відкачування води здійснюють шістьма насосними станціями загальною продуктивністю 32,3 м³/с.

В окремих випадках, коли небезпека затоплення відсутня, але рівень води у водоприймачі все-таки вищий, ніж в осушувальних каналах, застосовують машинне осушення без прибудови огорожувальних дамб. Такі системи влаштовують під час осушення торфорозробок, будівельних майданчиків, замкнених і без похилих територій, щоб уникнути заглиблення водоприймача.

Осушення заплавної землі з механічним відкачуванням 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, чим забезпечувати виконання весняних польових робіт у більш ранній термін, а восени – кращу прохідність збиральних машин.

По-третє, шляхом відкачування 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 належать великі капіталовкладення на влаштування дамб і насосних станцій (підвищується вартість систем приблизно на 30 %), а також високі експлуатаційні витрати, що містять вартість відкачування 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 земель, не торкаючись проблем з регулювання великих водоприймачів і меліорації земель 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. ОБСТЕЖЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Комплексні і часткові обстеження виконують 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 держпожнадзора необхідно обстежувати системи водопостачання об'єктів і населених пунктів, наприклад, в процесі основного або контрольного обстеження діючого об'єкта або новобудови, а також введення в експлуатацію новобудови реконструйованого підприємства (цеху).

Як правило, обстеження виконують комплексно, тобто одночасно перевіряють виконання вимог пожежних правил і норм у будівельній частині, електропостачанні, опаленні, вентиляції, водопостачанні тощо.

Проте іноді необхідно виконати 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 виконують із залученням компетентного представника адміністрації, що знає особливості водопостачання об'єкта і має відповідні повноваження для вирішення питань, що виникають в процесі обстеження. 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 держпожнадзора 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 під час пожежі.

Порядок проведення обстеження

Під час 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 із загальною схемою водопостачання і складом споруд.

§ 9.1. Методика обстеження зовнішніх систем протипожежного водопостачання

Обстеження здійснюється 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 роблять з підземних вододжерел, необхідно з'ясувати наявність резервних свердловин та насосних агрегатів на випадок ремонту.

Якщо подача води на об'єкт виконується з міської водогінної мережі, то необхідно перевірити:

- кількість водоводів, прокладених від міської мережі на об'єкт (тобто чи дублюється подача);
- справність вимикальних 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 їхній 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 будівлю 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, засувок, зворотніх клапанів та іншої арматури, відповідність номера на схемі 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, яка 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 пристроїв для спуску води з гідрантів, наявність пристроїв проти замерзання гідранта);

– наявність покажчиків 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 покажчиків, 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 мановакуумметром на всмоктувальному патрубку насоса пожежного автомобіля, встановлення їх на гідранти зовнішньої мережі.

Більш точно перевіряють пропускну спроможність водогінної мережі у випадку її гідравлічного розрахунку або під час гідравлічних випробувань.

§ 9.2. 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 засувки 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.

Вкінці 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.

§ 9.3. Випробування зовнішньої водопровідної мережі на водовіддачу

Відповідно до вимог «Правил пожежної безпеки України» перевірка пожежних гідрантів з пуском води виконується два рази на рік (у весняний та осінній періоди).

Випробування зовнішніх систем водопостачання виконується разом із представниками служб експлуатації водопровідних мереж.

Мета: випробування водогінної мережі на водовіддачу здійснюється для визначення максимальних витрат води на гасіння пожежі на цій ділянці водопровідної мережі.

Випробування, як і обстеження об'єктів, виконується в три етапи.

Перший етап – підготовчий:

- підготувати наказ на виконання випробувань;
- визначити склад комісії;
- визначити порядок матеріально-технічного забезпечення;
- визначити метод випробувань мережі;
- підготувати нормативну та спеціальну літературу, бланки, графіки, таблиці;
- розробити план проведення випробувань;
- проінструктувати учасників випробувань.

Другий етап – практична перевірка водопроводу на водовіддачу.

Випробування на водовіддачу водопроводу виконується 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 низьким тиском.

Третій етап – складання актів за результатами випробувань.

Способи визначення витрати води на пожежогасіння

1. Об'ємний спосіб

Цей спосіб вимірювання витрати води з водогінних мереж полягає у визначенні часу заповнення спеціально протарованих баків, як правило, місткістю 500–1000 л. При цьому розрахунок витрати води виконують за формулою:

$$Q = W/t, \text{ (л/с)} \quad (10.1)$$

де W – об'єм бака, л;

t – час заповнення бака, с.

Цей спосіб порівняно 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 за витратою і тиском 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 ²)	Витрата води, л/с	Показники манометра, МПа (кгс/см ²)	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 насадків 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		

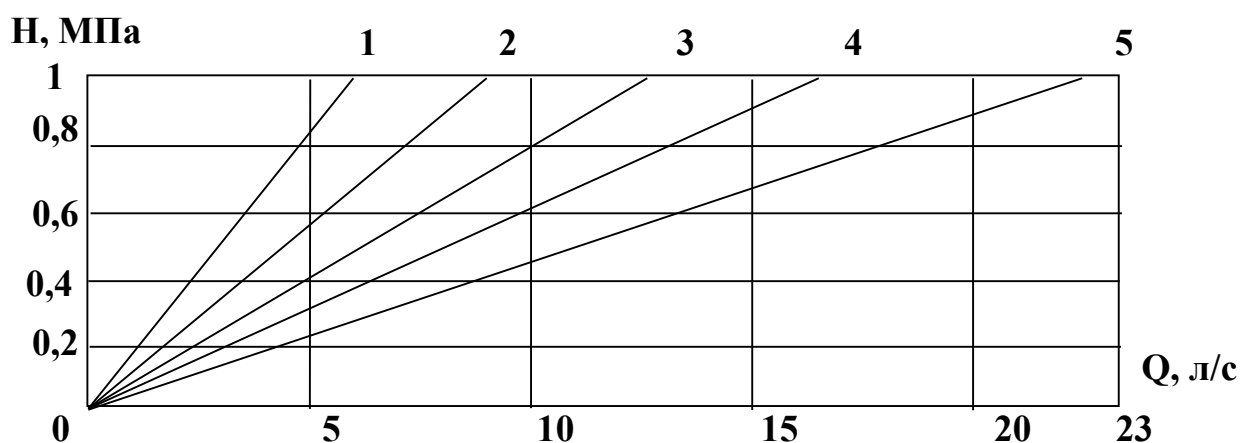


Рис. 10.1. Графік для визначення води за показниками манометра на стволі

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 μ – коефіцієнт витрат насадка;

ω – 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.

§9.3.1. 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, яку випробовують. 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 фіксують в протоколи випробувань (це величини початкового тиску в мережі).
5. Включають в роботу один з насосів, створюючи максимальний режим роботи насоса, який підтримують протягом 2 хв.

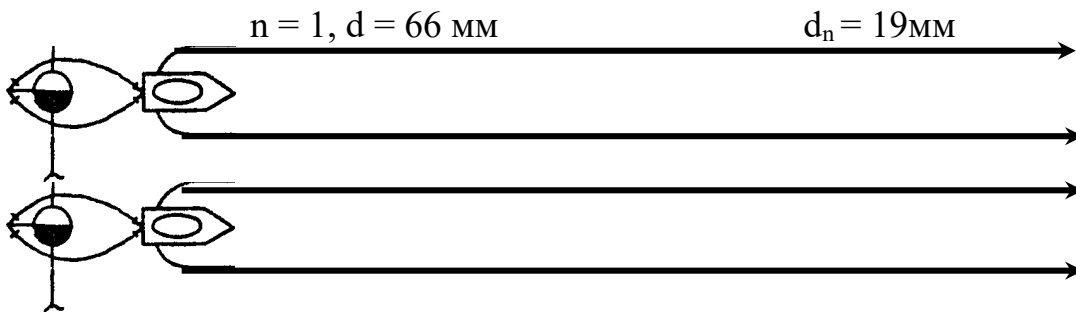


Рис.10.2. Визначення водовіддачі водопроводу за допомогою пожежних автоцистерн

6. Після виходу насоса на максимальний режим роботи в протоколі фіксують час початку випробувань, а після закінчення двох хвилин записують у протокол 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. Якщо менша величина надлишкового тиску то відбувається зрив роботи насоса. Це свідчить про те, що відбір води з мережі неможливий.

8. У випадку надлишкового тиску у всмоктувальній порожнині насоса

більше 0,3 атм включається в роботу другий насос. Одночасно для того, щоб не відбувся зрив роботи насоса, необхідно знизити до мінімуму частоту обертів робочого вала першого насоса.

9. Після включення в роботу двох насосів, поступово збільшують оберти їхніх валів до максимальних.

10. Через 2 хв одночасної роботи насосів записують у протокол 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 насосів, які одночасно працюючих під час випробування визначається з умови, щоб у всмоктувальній порожнині кожного насоса під час забору води надлишковий тиск дорівнював 0,3 атм.

§ 9.3.2. 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 гідрантів на зовнішній водопровідній мережі, що працюють одночасно, з яких потрібно відібрати воду 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 зі 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.

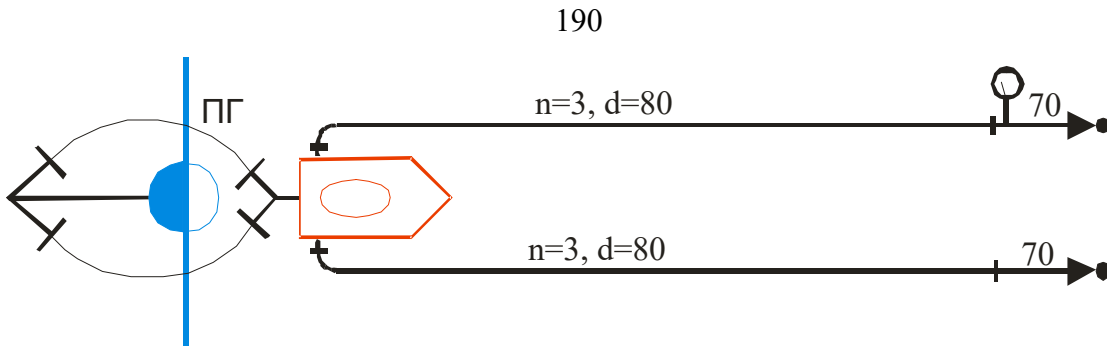


Рис. 10.3. Перевірка на водовіддачу водопроводів низького тиску

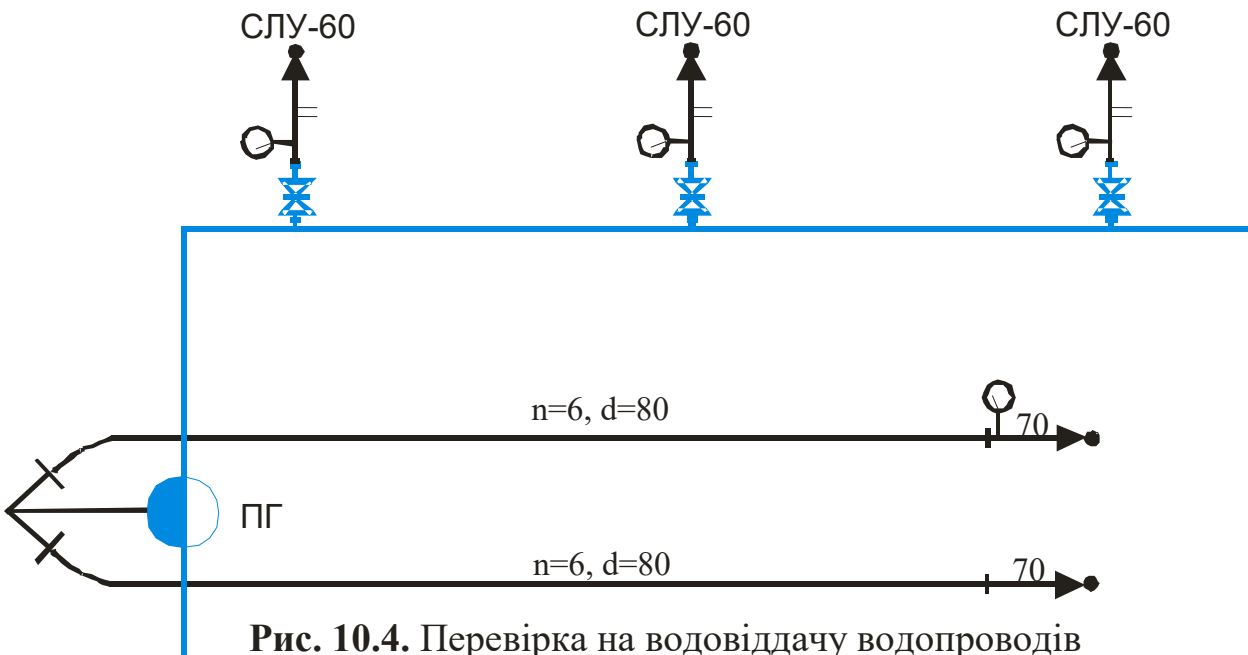


Рис. 10.4. Перевірка на водовіддачу водопроводів високого тиску

5. Включаємо в роботу гідранти і вимірюємо витрату води із стволів і напір. Напір вимірюється манометром, який установлений на вимірювальному 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». Водночас 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 насадків пожежних стволів S_n

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 ²	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 насадка $d = 19$ 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 записують у протокол і роблять висновки про водовіддачу водопроводу. Водопровід відповідає вимогам норм, якщо його водовіддача рівна або перевищує величину пожежної витрати.

§ 9.4. 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 у висновку зазначають 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 України л-та с. ц. з. Сидоренка І. О., начальника цеху водопостачання Ткаченка А. В., ст. викладача кафедри АСБтаЕУ капітана с. ц. з. Мигаленка О. І. **склала цей акт** про випробовування 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 насадка 19 мм та стволом-водоміром РС-70 з діаметром насадка 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.

На підставі 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?

ГЛАВА 10. ВОДОПРОВОДИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

§ 10.1. Гаряче водопостачання

Гаряча вода використовується в житлових будівлях, суспільно-комунальних і промислових підприємствах. Для пиття, приготування їжі та для деяких інших цілей вживають кип'ячену воду; для масового використання воду готують в теплообмінниках. Для споживання води з метою прання білизни, купання тощо, воду нагрівають в нагрівачах зазвичай до температури 70–80°C і потім змішують з холодною водою до потрібної температури. Для господарсько-побутових потреб вода, що відбирається з системи гарячого водопостачання, повинна бути такої ж якості, як вода із системи холодного водопроводу для питних цілей, і, крім того тимчасова (карбонатна) жорсткість води не повинна перевищувати 15–20°, а кількість розчиненого кисню має бути не більше 5 мг/л і вуглекислоти 20 мг/л. Більша кількість розчиненого кисню і вуглекислоти згубно діє на металеві (залізні) труби і резервуари, викликаючи їхню корозію.

Постачання гарячою водою споживачів може здійснюватися з різних джерел її приготування, основними з яких є:

- місцеві установки гарячого водопостачання;
- централізовані системи гарячого водопостачання;
- районні системи гарячого водопостачання.

До місцевих установок належать різні вогневі, газові та електричні нагрівачі води. У цих випадках мережа гарячого водопостачання або зовсім відсутня, або має дуже малу довжину.

Централізовані системи складаються з порівняно великих установок для приготування гарячої води в трубопроводах, що розведені по будівлі до точок водорозбору. Гаряча вода нагрівається зазвичай у швидкісних або ємнісних водонагрівачах. Районні системи гарячого водопостачання обслуговують групу будинків або цілі житлові райони міста, включно з промисловими підприємствами. Воду готують на ТЕЦ. Місцеві установки з вогневими водонагрівачами допускаються до застосування в житлових будинках висотою до п'яти поверхів. Це найбільш примітивні пристрої. До них відносять кухонні водонагрівачі. Ці пристрої під час проектування не вимагають додаткових площ. Місцеві установки з газовими водонагрівачами можна використовувати в будівлях будь-якої поверховості, якщо є можливість розташування каналів для відводу продуктів згорання. Нині дуже поширені електричні бойлери для індивідуального нагрівання води. Вода з них може бути використана також для душу, мийок та умивальників. Системи з індивідуальними водонагрівачами різних конструкцій проектують в будівлях, коли витрата тепла на гаряче водопостачання не перевищує 50 тис. ккал/год. Норми витрати води і її температуру обирають за чинним ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування». Розрахункові годинні витрати тепла Q (ккал/год) на потреби гарячого водопостачання в житлових будинках і лікарнях загального типу визначають за формулою:

$$Q = K \frac{ma(t_r - t_x)}{24}, \quad (10.1)$$

де K - коефіцієнт нерівномірності споживання гарячої води;

m - розрахункова кількість споживачів;

a - норма споживання гарячої води, в л/добу;

t_r - розрахункова температура гарячої води, в °С;

t_x - температура води в мережі холодного водопостачання, в °С.

У житлових будинках, обладнаних ваннами, розрахункову годинну витрату тепла Q (ккал/год) на потреби гарячого водопостачання визначають за формулою:

$$Q = 1000na, \quad (10.2)$$

де α - коефіцієнт одночасності теплоспоживання;

n - число квартир в будинку або групі будинків.

Для обчислення витрати тепла на потреби гарячого водопостачання в лазнях, підприємствах громадського харчування тощо слід користуватися ДБН В.2.5-67:2013.

Гідравлічний розрахунок трубопроводів гарячого водопостачання виконують відповідно до даних ДБН В.2.5-64:2012.

Системи централізованого гарячого водопостачання класифікуються за способами:

- отримання гарячої води – з безпосереднім нагріванням в котлах та з нагріванням у водопідігрівачах із застосуванням теплоносія (пара, перегріта вода);
- використання перегрітої води ТЕЦ;
- подавання гарячої води – замкнута система без баків-акумуляторів і відкрита система з баками-акумуляторами;
- руху гарячої води – з природною та штучною циркуляцією.

На рис. 10.1. наведені дві схеми централізованого гарячого водопостачання будівель.

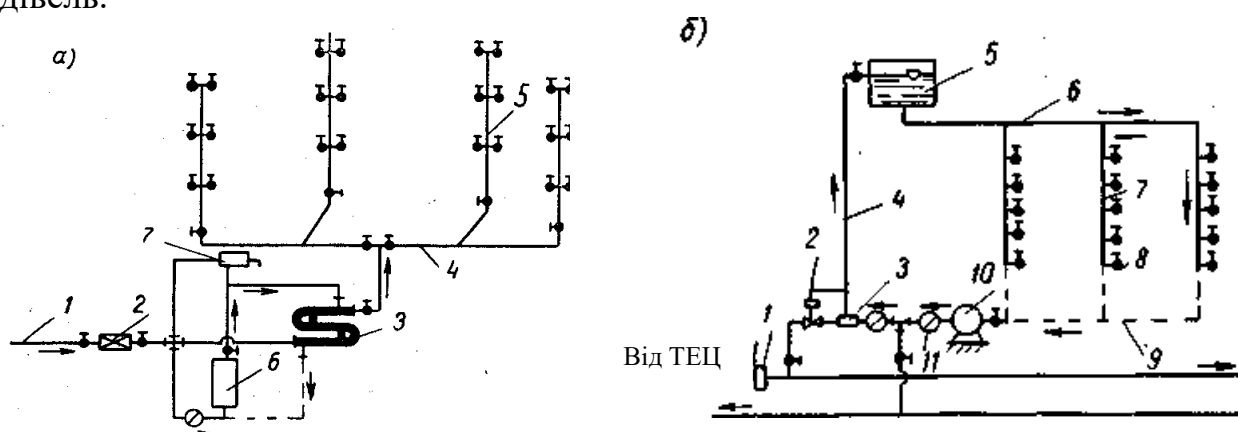


Рис. 10.1. Схеми систем централізованого гарячого водопостачання будинків: а – тупикова з нижнім розведенням; б – з верхнім розведенням і акумулятором при безпосередньому водорозборі з ТЕЦ.

Тупикова схема з нижнім розведенням (рис. 10.1а) працює таким чином. Вода з міського водопроводу подається в мережу будівлі трубопроводом 1 через водомір 2 і водонагрівач 3. Потім вона нагрітою надходить в магістральний трубопровід 4 і розвідну мережу 5 для використання. Холодна вода, що надходить

у водонагрівач 3, підвищує свою температуру за рахунок гарячої води, що надходить з генератора тепла (котла) 6, що має розширювальний бачок 7. Схема з верхнім розведенням і акумулятором тепла у випадку безпосереднього водорозбору з теплоелектроцентралі (ТЕЦ) наведена на рис. 10.1б. За цією схемою гаряча вода від ТЕЦ надходить через автоматичний клапан 1 терморегулятор 2 змішувач 3 в трубопровід внутрішньої мережі 4 і бак-акумулятор 5; потім у магістральний трубопровід 6 і розподільні трубопроводи 7 до точки водорозбору 8. До розподільних трубопроводів приєднані циркуляційні трубопроводи 9 з насосом 10 і зворотним клапаном 11.

Напір, що необхідний для природної циркуляції води в системах гарячого водопостачання, може бути визначений за формулою:

$$H_{\text{ц}} \geq h_l + h_m, \quad (10.3)$$

де $H_{\text{ц}}$ – циркуляційний напір, в м;

h_l – сума гідравлічних втрат напору по довжині;

h_m – місцеві втрати напору, що становлять близько 30 % від втрат напору по довжині.

Циркуляційний напір $H_{\text{ц}}$ дорівнює добутку різниці питомої ваги охолонувшої (у найвіддаленішому верхньому водорозборі) і гарячої води на різницю відміток від середини нагрівача до верху розподільчого стояка в м.

§ 10.2. Водопроводи спеціального призначення

Протипожежні внутрішні водопроводи повинні обов'язково бути в багатопверхових житлових будинках заввишки 12 поверхів і вище, а також в інших будівлях різного призначення відповідно до вимог ДБН В.2.5-64:2012.

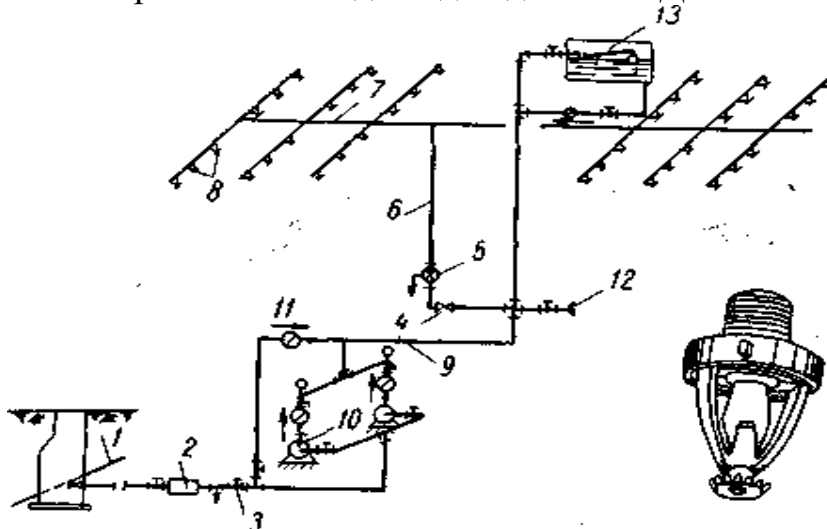


Рис. 10.2. Схема спринклерної установки і спринклера

1 – мережа від міського водопроводу; 2 – водомір; 3 – вентилі; 4 – засувка;

5 – контрольно-сигнальний клапан; 6 – головний живильний стояк;

7 – розвідна мережа; 8 – спринклери; 9 – магістральна труба; 10 – насоси; 11 – зворотний клапан; 12 – аварійне підключення; 13 – автоматичний водоживильник

Протипожежні водопроводи влаштовують: прості, автоматичні і напівавтоматичні. Прості протипожежні водогони обладнують пожежними

кранами. Вони складаються з мережі магістральних і розподільних (стояки) труб, а також насосних установок. Автоматичні системи протипожежних водопроводів обладнують спринклерами, вони призначаються для автоматичного гасіння пожежі з подаванням сигналу тривоги. Такі системи протипожежних водопроводів влаштовуються в приміщеннях, небезпечних в пожежному відношенні – театрах, гаражах, складських приміщеннях тощо. Вони складаються з (рис. 10.2.) пристроїв, які подають воду, магістральної та розвідної мереж, спринклерних головок і контрольно-сигнальних пристроїв.

Напівавтоматичні установки обладнують дренчерами, які відрізняються від спринклерів тим, що мають відкриті головки. Система у разі пожежі запускається шляхом відкриття спеціальної засувки. Такі установки влаштовують для захисту від вогню окремих частин будівлі, наприклад, сцени від залу для глядачів, стоянки машин від ремонтно-профілактичних цехів тощо.

Поливальні водопроводи влаштовують для поливання вулиць і площ, зелених насаджень, для змиву забруднень у виробничих приміщеннях тощо. Зазвичай поливальну систему, що складається з трубопроводу, запірної арматури і шлангів приєднують до мережі внутрішнього водопроводу будівель; у виробничих будівлях – до мережі виробничого водопроводу. Частота поливання території вулиць, зелені та іншого залежить від кліматичних умов місцевості. Розміщують поливальні пристрої відповідно до місцевих кліматичних умов і конструктивних особливостей будівель.

Фонтани будують в містах і на промислових підприємствах. Вони прикрашають сади і парки, площі і бульвари, сквери житлових будинків і промислових підприємств. За формою і розташуванням на об'єкті вони органічно повинні гармоніювати з навколишнім ансамблем. Основними елементами фонтана є трубопровід, що подає воду, джерело напору (насос, високо розташований резервуар, міська водопровідна мережа), насадки, за допомогою яких створюється струмінь і резервуар для збору води, що була у вжитку. На рис. 10.3 наведені основні схеми живлення фонтанів водою. Залежно від конструкції насадок і їхньої кількості, фонтани бувають: одноструменеві і багатоструменеві, з похилими і вертикальними струменями.

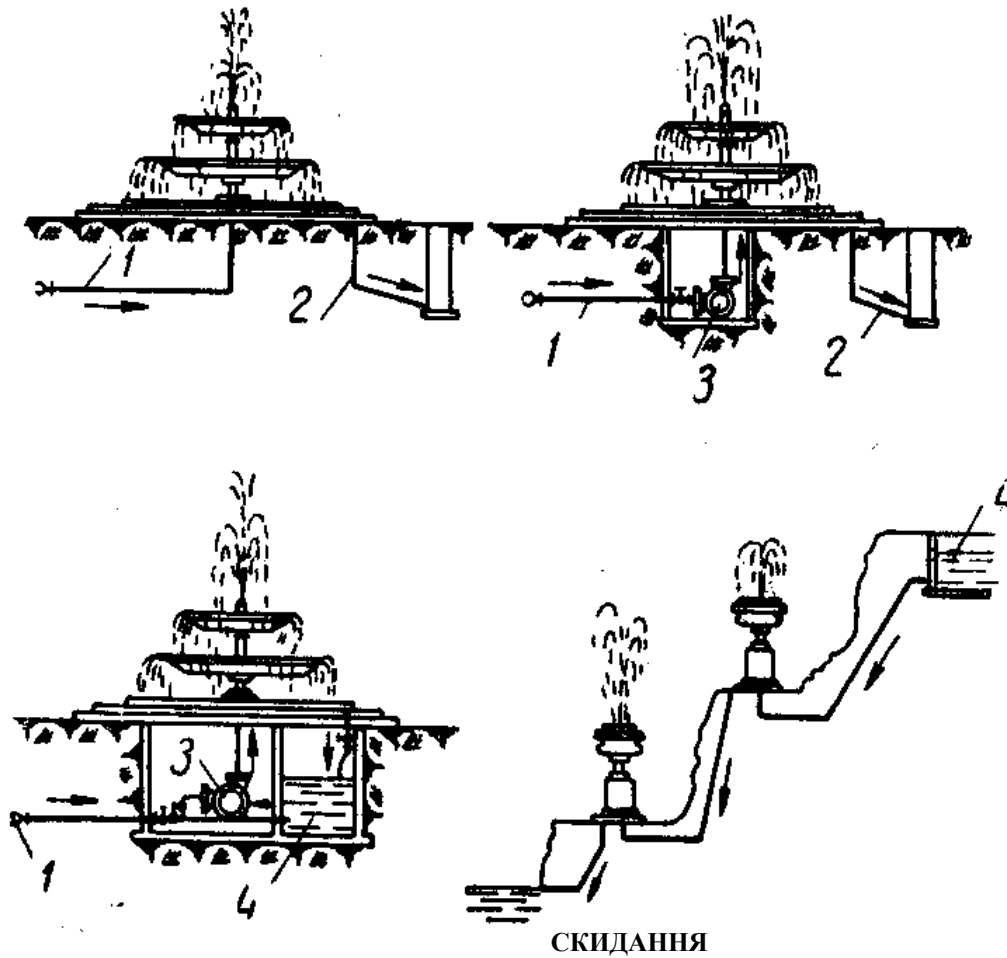


Рис. 10.3. Основні схеми живлення водою фонтанів
 1 – водопровідна мережа; 2 – каналізація; 3 – насос; 4 – резервуар

Контрольні питання та завдання

1. Які є джерела гарячого водопостачання?
2. Для чого потрібні водопроводи спеціального водопостачання?

РОЗДІЛ 2. КАНАЛІЗАЦІЯ

ГЛАВА 1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО КАНАЛІЗАЦІЇ

Стічні води, що утворюються в межах населених пунктів і на промислових підприємствах, можуть бути поділені на:

- побутові – господарсько-фекальні (від унітазів, раковин, ванн тощо);
- виробничі – промислові (утворюються після використання води в різних технологічних процесах);
- дощові або атмосферні (утворюються на поверхні проїздів, площ, дахів під час випадання дощу або танення снігу).

Всі категорії стічних вод мають деяку кількість забруднень органічного і мінерального походження. Найбільш небезпечними із санітарної точки зору є побутові стічні води, що містять велику кількість органічних речовин що гниють, серед яких є фекалії і сеча, а також різного роду бактерії. Поміж останніх можуть бути і бактерії патогенної групи (хвороботворні). Виробничі стічні води умовно поділяються на дві групи: забруднені і умовно чисті (від охолодження агрегатів). Забруднення виробничих стічних вод дуже різноманітні.

§ 1.1. Системи каналізації

В сучасних упорядкованих містах для видалення стічних вод влаштовують системи централізованої каналізації, що складаються з каналізаційних мереж і споруд на них, насосних станцій та очисних споруд. Залежно від того, які категорії стічних вод відводить каналізаційна мережа розрізняють наступні системи каналізації: загальносплавна система каналізації має одну підземну мережу труб і каналів, що відводить всі категорії стічних вод (побутові, виробничі та дощові) за межі населених пунктів. Схема загальної системи каналізації приведена на рис. 1.1.

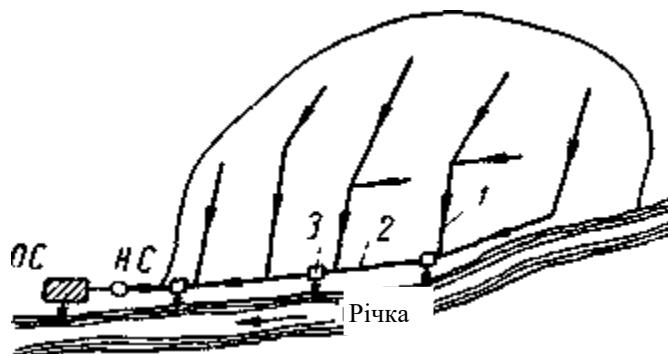


Рис. 1.1. Схема загальносплавної системи каналізації: 1 – колектори; 2 – головний колектор; 3 – камери зливоспусків; 4 – насосна станція

Під час відведення всіх категорій стічних вод колектори мають значні діаметри і на їхнє будівництво потрібні великі капіталовкладення. Оскільки в період великих і тривалих злив дощові води в мережу надходять мало забрудненими, то з метою зменшення діаметрів мережі і об'єму очисних споруд, на головних колекторах влаштовують камери 3 із зливоспусками і зливовідводами, через які частина дощових вод скидається у водойму. Під час

будівництва загальносправної каналізації всі стічні води в суху погоду і частина дощових, що надходять на очисні споруди і після очищення випускаються у водойму.

Роздільна система каналізації підрозділяється на повну роздільну та неповну роздільну. Якщо повна роздільна система (рис. 1.2.) влаштовуються дві самостійні підземні мережі труб і каналів, з яких одна є для відведення побутових і забруднених виробничих стічних вод, друга для відведення дощових і умовно чистих виробничих вод. За цієї системи перша мережа називається побутовою, друга – дощовою. По побутовій мережі стічні води надходять на очисні споруди, які розташовані, здебільшого, за межами населених пунктів. Дощові води з іншої мережі відводять найкоротшою відстанню в найближчі водні протоки. На рис. 1.2 видно, що в межах населеного пункту розташовано два великих промислових підприємства I і II. Від першого в міську каналізацію надходять забруднені і умовно чисті стічні води, а від другого – тільки забруднені води.

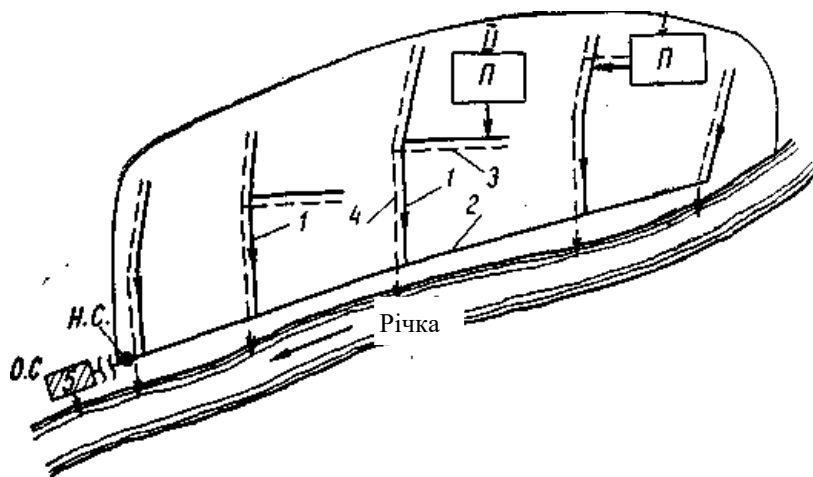


Рис. 1.2. Схема роздільної системи каналізації: 1, 2 – побутова мережа; 3, 4 – дощова мережа; 5 (о. с.) – очисні споруди; (н. с.) – насосна станція

Якщо роздільна система повна, побутова мережа, будівництво якої виконується в першу чергу, має діаметри мережі значно менші, ніж дощова. Зазвичай розрахункова кількість дощових вод перевищує розрахункову кількість побутових вод з однакової площі населеного пункту в 20–50 разів і більше.

Якщо при системі повної роздільної каналізації здійснюється будівництво тільки побутової мережі, то система називається неповною роздільною. Напівроздільна каналізація передбачає будівництво двох мереж, з яких по побутовій мережі відводяться побутові, забруднені промислові стічні води і перші потоки брудних дощових вод, а по дощовій відводяться відносно чисті дощові і умовно чисті промислові стічні води. Поділ дощових вод здійснюється в спеціальних камерах, що називають інтерцепторами. Комбіновану систему каналізації доцільно застосовувати переважно в містах з населенням понад 100 тис. осіб, окремі райони яких відрізняються між собою характером забудови, ступенем благоустрою, рельєфом та іншими місцевими умовами. За такої системи в різних районах застосовуються різні системи каналізації. Наприклад, в одних

районах – загальносплавна система, в других – повна роздільна, в третіх – неповна роздільна. Крім стічних вод по каналізаційних мережах, в яких наповнення стічними водами значне, за певних умов, допускається сплав снігу, води від сніготанення і подрібненого побутового сміття.

§ 1.2. Загальна схема каналізації

Оцінювання систем каналізації слід виконувати за техніко-економічними і санітарно-гігієнічними критеріями. Із санітарно-гігієнічної точки зору найбільш досконалою є напівроздільна система каналізації, оскільки за такої системи всі категорії забруднених стічних вод відводяться за межі населеного пункту і очищуються. Однак, під час експлуатації камери-інтерцептори працюють недосконало, а капіталовкладення на одночасне будівництво двох мереж і інтерцепторів досить значні, тому ця система каналізації поширення не отримала.

Із санітарно-гігієнічної точки зору за певних умов роботи камер зливоспусків слід вважати також досконалою загально-сплавну систему каналізації. Однак, основним недоліком є великі витрати на її будівництво одночасно з будівництвом об'єкта. Із санітарно-гігієнічної точки зору роздільна система каналізації є задовільною. Із техніко-економічної точки зору ця система має переваги, головна з яких – будівництво тільки побутової мережі, що має невеликі діаметри, і, отже, початкові капіталовкладення в період будівництва об'єкта є найменшими. Поступово в процесі благоустрою території здійснюється будівництво підземної дощової мережі. Якщо відсутня, дощові води відводяться шляхом поверхневого стоку по лотках, тому роздільна система каналізації набула великого поширення.

Каналізаційну мережу можна поділити на внутрішню і зовнішню. По внутрішній мережі каналізації стічні води відводяться від місць їхнього утворення всередині будівель у внутрішньоквартальну або дворову каналізаційну мережу. Зовнішня каналізація складається з:

- внутрішньоквартальних та дворових мереж;
- вуличної мережі зі спорудами на ній;
- очисних споруд з випуском.

Слід зазначити, що залежно від того, за якою системою каналізації будується вулична мережа, за такою ж системою каналізації влаштовуються внутрішньоквартальні та дворові мережі.

Контрольні питання та завдання

1. Які є системи каналізації?

ГЛАВА 2. ВНУТРІШНЯ КАНАЛІЗАЦІЯ

§ 2.1. Системи і схеми внутрішньої каналізації

Залежно від категорії стічних вод, що відводяться, внутрішню каналізацію поділяють на:

- побутову, що служить для відведення від будівель побутових стічних вод (господарських і фекальних);
- виробничу, що служить для відводу з цехів виробничих стічних вод;
- об'єднану, що служить для спільного відведення побутових і виробничих стічних вод за межі будівель у зовнішню мережу;
- дощову (внутрішні водостоки), що служить для відводу дощових вод з поверхні дахів промислових і житлових будівель.

Проектування внутрішньої каналізації різних систем проводиться відповідно до вимог ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».

Схема внутрішньої побутової каналізації (рис. 2.1) складається з:

- приймачів стічних вод (унітазів, раковин, умивальників тощо);
- відвідних ліній до стояків;
- стояків з ревізіями;
- магістральних відвідних ліній, до яких приєднуються стояки;
- випусків у зовнішню каналізаційну мережу.

Стояки закінчуються витяжною (вентиляційною) трубою з дефлектором. Всі приймачі стічних вод, що приєднуються до внутрішньої мережі каналізації, повинні мати гідравлічні затвори, які слугують для запобігання проникнення забрудненого повітря з каналізаційної мережі до будинку та приміщень. Вони встановлюються або безпосередньо під приладами (умивальники, раковини, ванни) або складають одне ціле з приладом (унітаз, пісуари). Для очищення мережі використовуються ревізії. У зв'язку з гниттям органічних речовин, що знаходяться в стічних водах, дворова внутрішньоквартальна і вулична мережа каналізації вентилуються через стояки внутрішньої каналізації. Системи внутрішньої виробничої каналізації відрізняються великою різноманітністю. Вони залежать від технології виробництва, конструкції встановленого обладнання, ступеня забруднення і кількості стічних вод та ін. Дощова каналізаційна мережа (внутрішні водостоки) складається з (рис. 2.2): водостічних воронок, які приймають воду з покриттів, відвідних труб, що з'єднують воронки зі стояками, стояків і внутрішніх колекторів (збірних лотків), які приймають воду від стояків. Крім того, на мережі влаштовують ревізії і колодязі для забезпечення її нормальної експлуатації. У житлових, громадських і комунальних будівлях мережу внутрішніх водостоків влаштовують при наявності плоских дахів. Зазвичай, відведення води здійснюється ринвами (водостічними трубами), які навішують по зовнішньому контуру будівель.

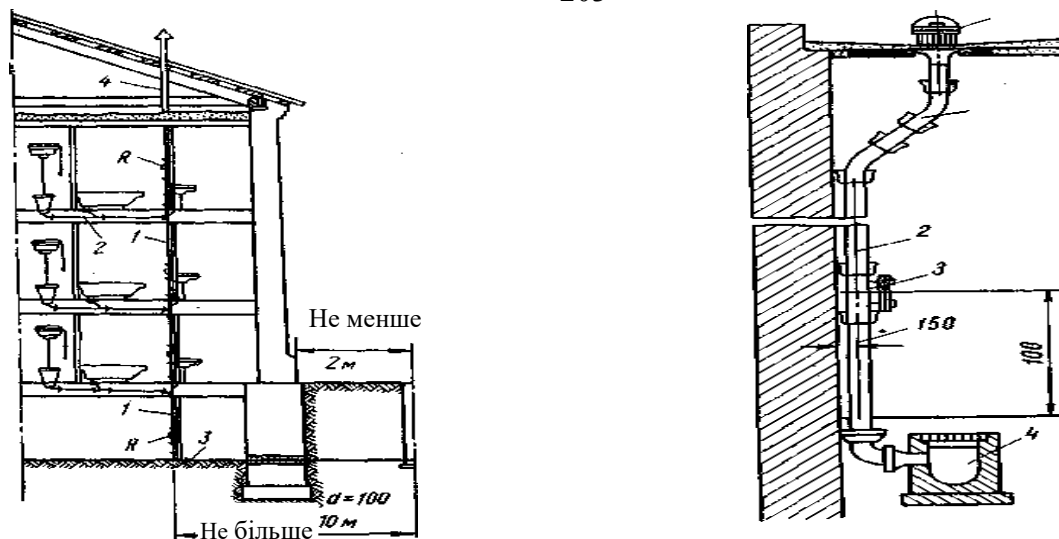


Рис. 2.1. Схема побутової внутрішньо-будинкової каналізаційної мережі:
1 – каналізаційний стояк; 2 – відводи; 3 – випуск; 4 – витяжна труба.

Рис. 2.2. Стояк внутрішньої водостічної мережі: 1 – приймальна воронка;
2 – стояк; 3 – ревізія; 4 – збірний лоток

§ 2.2. Матеріали і обладнання внутрішньої каналізації

Приймачі стічних вод служать для прийому всіх категорій стічних вод та направлення їх до мережі внутрішньої каналізації. Приймачі побутових (господарсько-фекальних) стічних вод відповідно до їх призначення поділяються на: приймачі фекальних вод і приймачі господарських вод.

Приймачами фекальних вод служать унітази (клозетні чаші) і пісуари. Так як видалення фекалій і сечі повинно проводитися негайно і повністю, то ці прилади забезпечуються промивними пристроями (бачками і кранами).

Приймачами господарських вод служать: умивальники, мийки, раковини; ванни, трапи та ін. Серед них умовно можна виділити групу приладів, що служать для гігієнічних цілей – це ванни, умивальники, біде (гігієнічні душі) та ін. Приймачами дощових вод служать водостічні зливи. Приймачі виробничих вод різноманітні за своєю будовою; вони виконуються у вигляді зливів, спускних труб, решіток, сіток і т. п.

Існує також багато різних приймачів спеціального призначення, що встановлюються в лікувальних закладах тощо.

Основні вимоги, які пред'являються до приймачів стічних вод: простота і надійність їх конструкції і зручність в експлуатації.

Матеріали, з яких виготовляються приймачі, повинні мати наступні характеристики: водонепроникність, міцність, стійкість проти хімічного впливу різних речовин (кислот, лугів та ін.). Внутрішня поверхня приймачів повинна бути гладкою, а форми повинні мати плавні контури. Вся внутрішня поверхня приймачів повинна забезпечувати повний змив забруднень.

Приймачі стічних вод виготовляють з різних матеріалів: фаянсу і напівпорцеляни, чавуну і литої сталі, кольорових металів і сплавів, пластмас. Зовнішню поверхню їх покривають емаллю, застосовують гальванопокриття.

Кращим матеріалом для санітарних приладів слід вважати фаянс і напівпорцеляну.

Санітарними вузлами називають приміщення, обладнані санітарними приладами для туалету і гігієнічних процедур – вбиральні, умивальні, ванни і душові.

Вбиральні в будівлях, що мають водопровід, обладнуються унітазами з промивними бачками.

Крім того, унітази можуть промиватися за допомогою спеціального зливного крана, встановленого на водопровідній мережі.

Всі різноманітні конструкції унітазів поділяються на два типи: тарілчасті і лійкоподібні. Тарілчасті унітази широко застосовуються в даний час в житлових і громадських будівлях; в них водяна чаша і гідравлічний затвор роз'єднані.

У лійкоподібних унітазах водяна чаша і гідравлічний затвор суміщені. Лійкокоподібний унітаз із сифоном має гідравлічний затвор, вище розташований, і додатково зігнуте коліно, що разом викликає явище сифону, при якому висмоктується вода з чаші спільно з нечистотами. Унітази лійкоподібного типу мають гігієнічні переваги перед унітазами тарільчатого типу.

У громадських вбиральнях, в залежності від їх місця розташування, доцільно встановлювати консольні лійкоподібні унітази зі змивними кранами і чавунні клозетні підлогові чаші.

Для промивання унітазів і підлогових клозетних чаш застосовуються змивні бачки різних конструкцій і крани.

У житлових і громадських будівлях встановлюють індивідуальні прилади, а в гуртожитках, казармах та інших – прилади групового користування або групи приладів індивідуального користування.

У житлових будинках окремих умивальних кімнат не виділяється. Умивальники встановлюються зазвичай у ванних кімнатах. У громадських будівлях (театрах, клубах та ін.) умивальники встановлюються або безпосередньо у вбиральнях або при виході з них. Індивідуальні умивальники виготовляються з фаянсу, за формою вони бувають прямокутні і кутові, зі спинкою і без неї.

§ 2.3. Розрахунок внутрішньої каналізації

Кількість санітарних приладів, що встановлюються в будівлях, визначається в залежності від кількості людей і призначення приміщень, де вони будуть розміщені. При розробці архітектурного проекту будівлі кількість і тип санітарних приладів рекомендується приймати за відповідними нормативними документами. Після того, як визначено кількість потрібних санітарних приладів, проектується розташування санітарних вузлів (ванн, умивальних, вбиральень тощо.); при цьому необхідно пам'ятати, що раціонально проектувати санітарні вузли по поверхах в одному і тому ж місці. Це полегшує їх об'єднання внутрішньою мережею. Подальший етап проектування полягає в трасуванні мережі і визначенні розрахункових витрат по окремих її ділянках, відповідно до яких приймаються діаметри труб.

Практикою і відповідними дослідженнями встановлено витрати стічних вод

в л/с від різних санітарних приладів. З метою скорочення і зручності розрахунків, сумарні розрахункові витрати визначаються спочатку в еквівалентах; за еквівалент-одиницю приймається розрахункова витрата від раковини, рівна 0,33 л/с.

Для визначення розрахункових витрат побутових вод в житлових і громадських будівлях і внутрішньоквартальних мережах застосовується формула:

$$q = q_v + q_{пр}, \quad (2.1)$$

де q – розрахункова витрата стічних вод, в л/с;

q_v – розрахункова витрата в мережі водопроводу будівлі, визначається за формулами: для житлових будинків:

$$q_v = 0,2\sqrt{N} + KN; \quad (2.2)$$

для громадських будівель:

$$q_v = \alpha 0,2\sqrt{N}, \quad (2.3)$$

$q_{пр}$ – розрахунок стоків приладом з максимальним водовідведенням, приймається за додатком А, табл. А.3.

При визначенні q_v рекомендується користуватися даними дод. А, табл. А.1, А.2 з урахуванням норм водоспоживання в л/добу на одну людину.

Розрахункові витрати стічної рідини в видовищних і спортивних підприємствах, а також в підприємствах громадського харчування беруть по відсотку одночасної дії санітарних приладів відповідно до ДБН В.2.5-64:2012, при цьому відсоток одночасної дії унітазів слід приймати при встановленій кількості.

Норми найбільших розрахункових допустимих наповнень каналізаційних труб слід приймати за табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Степінь наповнення трубопроводу.

Назва мережі	Діаметр трубопроводу	Наповнення не більше 0,5 діаметр труби
Трубопроводи побутової каналізації	50 – 125 150 - 200	0,6 >> >>
Трубопроводи мереж виробничих каналізацій забруднених стічних вод	100 – 150 200 і більше	0,8 >> >>
Трубопроводи мереж виробничих каналізацій незабруднених стічних вод	Для всіх діаметрів	0,8 >> >>
Лоткова мережа	-	0,8 висоти лотка

Ухили трубопроводів внутрішньої побутової каналізації приймаються за табл. 2.2.

Найбільший ухил для каналізаційних ліній не повинен перевищувати 0,15, за винятком коротких відгалужень від приладів довжиною до 1,5 м. До 3 унітазів –

33 %, 5 унітазів – 20 %, 25 унітазів – 12 %, 50 унітазів – 8 %, 100 унітазів – 6 %.

Діаметр відвідних труб і стояків в залежності від суми розрахункових еквівалентів в житлових і громадських будівлях може визначатися за табл. 2.3 і 2.4.

Розрахункові витрати при проектуванні внутрішньої виробничої каналізації встановлюються відповідно до даних технології виробництва.

Таблиця 2.2. Ухили трубопроводів внутрішньої побутової каналізації

Діаметр труби в мм	Нормальні ухили	Найменші ухили
50	0,035	0,025
100	0,02	0,012
125	0,015	0,01
150	0,01	0,007
200	0,008	0,005

Примітка. Відвідні труби від групи умивальників до загального сифона допускається прокладати з ухилом 0,01.

Таблиця 2.3. Діаметри відвідних труб і стояків у житлових будинках

Діаметри в мм	Допустиме навантаження, виражене сумою розрахункових еквівалентів (в одиницях каналізації)		
	На відвідні труби		На стояк
	При найменшому ухилі труби	При нормальному ухилі труби	
50	3	6	16
100	50	100	250

Таблиця 2.4. Діаметри відвідних труб і стояків у громадських будівлях

Діаметри в мм	Допустиме навантаження, виражене сумою розрахункових еквівалентів (в одиницях каналізації)		
	На відвідні труби		На стояки
	При найменшому ухилі труб	При нормальному ухилі труб	
50	3	5	10
100	30	80	120

Приклад. Визначити розрахункову витрату стічних вод в житловому 120-квартирному будинку, обладнаному умивальниками, ваннами, раковинами і унітазами. Розрахувати внутрішню мережу каналізації будівлі, скласти аксонометричну схему стояка.

Рішення. Для цього попередньо підраховуємо число еквівалентів приладів для однієї квартири, користуючись даними додатка А, ДБН В.2.5-64:2012.

$$N = 1 + 0,33 + 1,5 + 0,5 = 3,33 \text{ і всього 120-квартирного будинку}$$

$$N = 3,33 \times 120 = 399,6 = 400$$

Зо $N = 400,6$ і нормою водоспоживання, прийнятої рівною 260 л/люд. на добу (дод. А, табл. А.1), користуючись дод. А, табл. А.8, та провівши інтерполювання, знаходимо

$$q = 5,2 \text{ л/с.}$$

Використовуючи ці дані, за формулою знаходимо

$$q = 5,2 + 1,5 = 6,7 \text{ л/с.}$$

Діаметр стояків приймаємо 100 мм, а до стояків за допомогою відвідних трубопроводів приєднуються унітази, ванни, умивальники і раковини. Всі відвідні лінії від унітазів мають діаметр 100 мм, від інших санітарних приладів – 50 мм.

На стояках, на верхньому і нижньому поверхах на висоті 1 м від підлоги встановлюються ревізії для прочищення мережі.

Контрольні питання та завдання

1. Назвіть обладнання (устаткування) внутрішньої системи каналізації та з яких матеріалів їх виготовляють?
2. За якими нормативними документами проводять розрахунок внутрішньої системи каналізації?

ГЛАВА 3. ЗОВНІШНЯ КАНАЛІЗАЦІЙНА МЕРЕЖА І НАСОСНІ СТАНЦІЇ

§ 3.1. Дворова та внутрішньоквартальна мережі

Житлові будинки будують на окремих ділянках, утворюючи всередині будівель двори (часто двори «колодязі»). Зовнішня мережа каналізації, що знаходиться на території двору, називається дворовою каналізацією.

В містах забудова здійснюється зазвичай цілими кварталами, що представляють собою органічно пов'язані житлові комплекси. Поняття двір зникає, тому на території таких кварталів підземні мережі проектуються комплексно і називаються внутрішньоквартальними.

Дворова і внутрішньоквартальна каналізаційні мережі складаються з труб і колодязів, причому вони влаштовуються за такою ж системою, за якою будується вулична каналізаційна мережа.

На рис. 3.1, а показана зовнішня каналізаційна мережа, влаштована за роздільною системою.

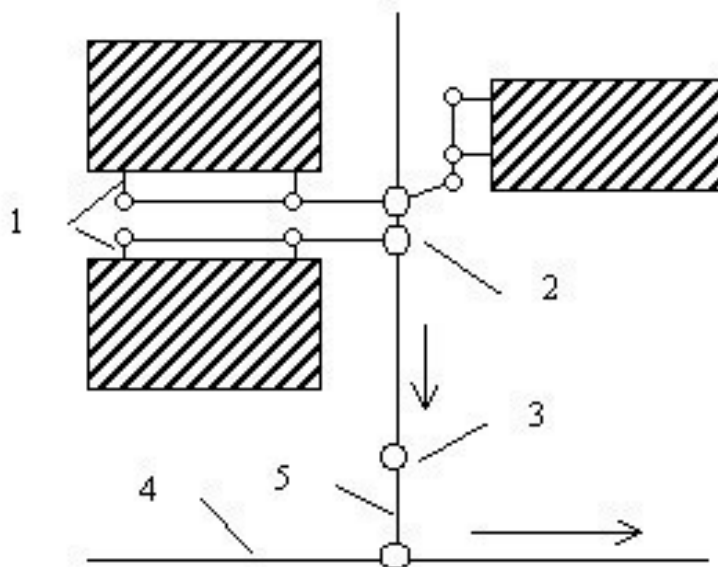


Рис. 3.1. Дворова каналізація 1 – випуск з будівлі; 2 – оглядовий колодязь; 3 – контрольний колодязь; 4 – вулична мережа; 5 – з'єднувальна лінія

На рис. 3.1, б наведена дворова мережа, яка влаштована за загальносплавною системою каналізації. Колодязі на дворовій мережі призначені для спостереження за роботою мережі і для прочищення її при засміченні.

Дворова і квартальна каналізаційні мережі проектуються за тими ж правилами, що і вуличні мережі каналізації. Колодязі влаштовують збірними із залізобетону або з цегли; на ділянках тимчасової мережі – із місцевих матеріалів.

Для будівництва мережі застосовують керамічні, бетонні, залізобетонні та азбестоцементні труби; для мереж, що відводять виробничі стічні води зі специфічними забрудненнями – пластмасові, дерев'яні, скляні, металеві та ін.

Трасування дворових і внутрішньоквартальних мереж проводиться з

урахуванням місця випуску стічних вод і рельєфу місцевості. При цьому, бажано щоб мережа проходила паралельно до фундаментів будівель на відстані не менше 3 м від них, особливо при її глибокому закладанні.

Мінімальний діаметр дворової побутової мережі приймається виходячи з умов експлуатації 125 мм, а внутрішньоквартальної – 150 мм.

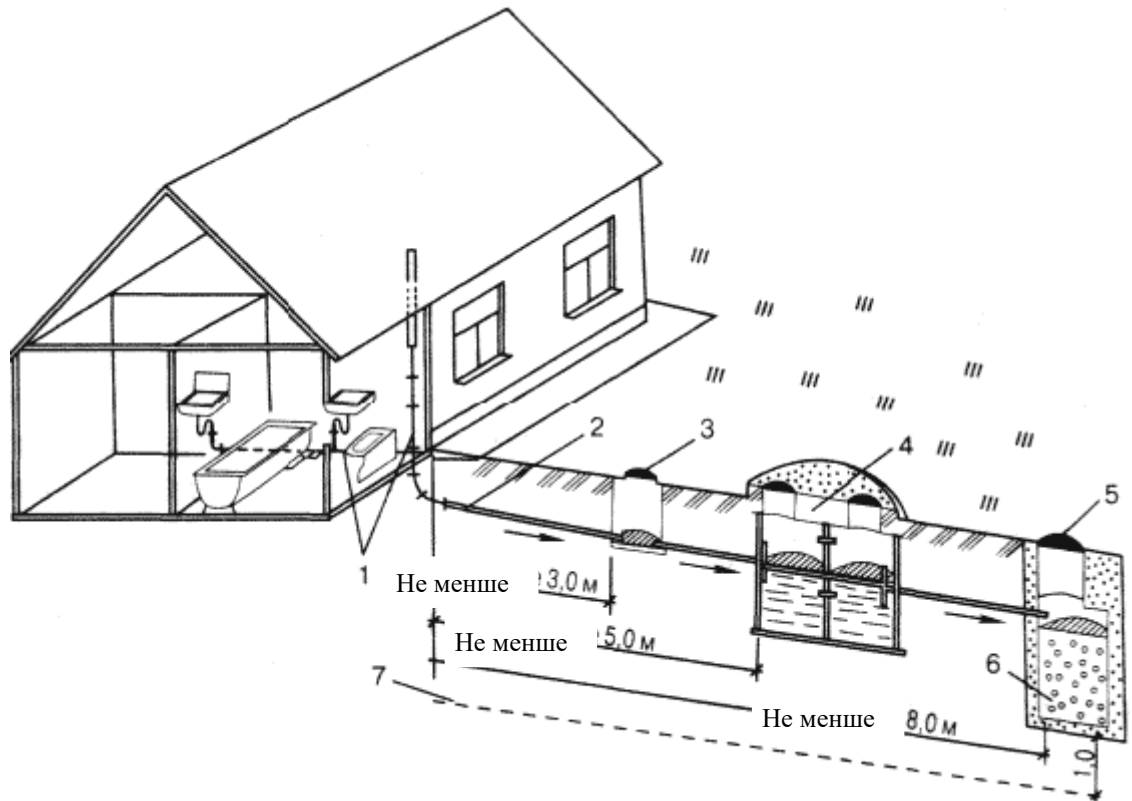


Рис. 3.2. Індивідуальна каналізаційна мережа

1 – внутрішні мережі каналізації; 2 – випуск; 3 – оглядовий колодязь дворової мережі; 4 – септик; 5 – фільтрувальний колодязь; 6 – шар щебню; 7 – максимальний рівень ґрунтових вод

Глибина закладення початкових ділянок дворової мережі, якщо вони не впливають на глибину закладення вуличної мережі, приймається відповідно до глибини промерзання, але не менше 0,9-1,0 м, при цьому враховується висотне положення випусків із будівель (рис. 3.2).

§ 3.2. Каналізаційні прилади спеціального призначення

Перекачування стічних вод з будинків проводиться, якщо в останніх є сильно заглиблені приміщення, з яких повинні відводитися стічні води, а також з різного типу підземних споруд – метрополітенів, підземних галерей, тунелів тощо. Крім того, якщо випуски з будівель мають велике заглиблення і є диктуючими точками для закладення початкових ділянок колектора зовнішньої каналізаційної мережі, також доцільно влаштовувати місцеві установки для перекачування стічних вод. Такі установки складаються (рис. 3.3) з: приймачів стічних вод 1, відвідних труб 2, збірного резервуара 3, насоса 4, всмоктуючого 5 і напірного 6 трубопроводів. Із

збірний резервуар 3, стічні води перекачуються в колодязь 7 зовнішньої каналізаційної мережі 8. Як і всі підземні резервуари для стічних вод, збірний резервуар повинен бути водонепроникний. Найбільш доцільно встановлювати насоси марки НФ; можуть бути в цьому випадку застосовані і інші водопідіймальні пристрої.

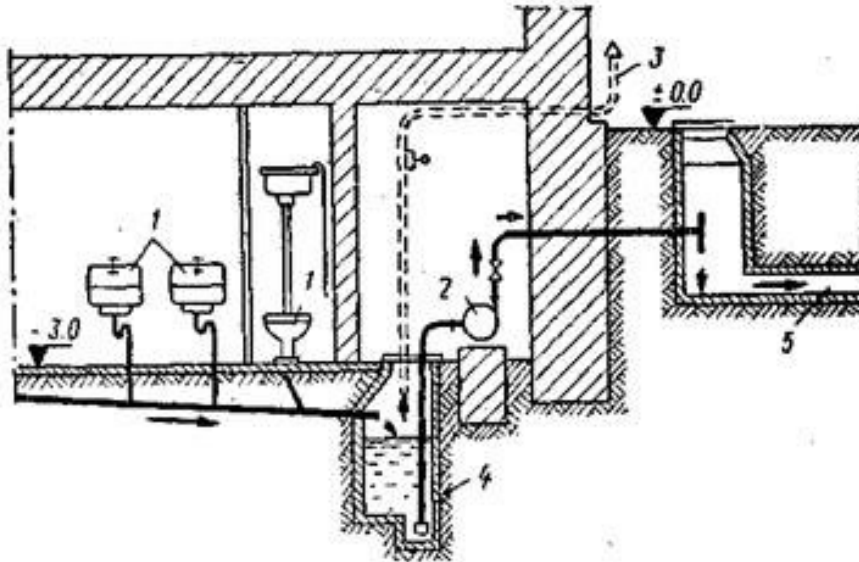


Рис. 3.3. Схема пристроїв для перекачки стічних вод від приймачів, що розташовані в глибоких підвалах.

У разі, якщо збірний резервуар потрібно розмістити в будівлі, питання підлягає погодженню з органами санітарної інспекції. Вентиляція приміщення і збірного резервуара здійснюється спеціальними пристроями 9.

Жировловлювачі на внутрішній каналізаційній мережі встановлюють там, де стічні води містять значну кількість жиру. В першу чергу їх улаштування слід рекомендувати у великих їдальнях, кухнях, виробничих цехах м'ясокомбінатів, утилізаційних заводів та ін.

§ 3.3. Норми водовідведення побутових стічних вод і коефіцієнт нерівномірності

Від точності визначення розрахункових витрат залежить робота всіх споруд зовнішньої каналізації. Для того, щоб визначити розрахункову витрату побутових стічних вод, необхідно знати кількість жителів, які проживають в населеному пункті, норму водовідведення і режим надходження стічних вод в мережу.

Норми водовідведення для населених пунктів приймають рівними нормам водоспоживання, які залежать від характеру обладнання будівель внутрішніми санітарно-технічними пристроями (ДБН В.2.5-64:2012). У норми водовідведення входять всі види споживання води в місті (в тому числі витрати води на лазні, пральні, лікарні та ін.) за винятком витрат на промисловість, а також на поливання вулиць, площ і зелених насаджень.

Існування нерівномірного споживання води, а відповідно, і її відведення загальновідомо (вночі витрачається води менше, вдень більше – годинна

нерівномірність; напередодні свят витрата води більша, а в святкові дні менша – добова нерівномірність).

Поняття про коефіцієнти годинної нерівномірності ($K_{\text{год}}$) і добової нерівномірності ($K_{\text{доб}}$) у водопроводі і каналізації аналогічні. Однак встановлено, що нерівномірність надходження стічних вод в каналізаційну мережу залежить від середньої витрати стічних вод, що протікають по мережі; чим більша середня витрата, тим менше коефіцієнт загальної нерівномірності:

$$K_{\text{заг}} = f(Q_{\text{ср}}). \quad (3.1)$$

На підставі досліджень на діючій каналізаційній мережі Н. Ф. Федоровим для визначення $K_{\text{заг}}$ була запропонована формула

$$K_{\text{заг}} = \frac{2,69}{Q_{\text{ср}}^{0,121}}, \quad (3.2)$$

за котрою складена табл. 3.1.:

Таблиця 3.1. Коефіцієнт загальної нерівномірності

Середня витрата стічних вод л/с	5	15	30	50	100	200	300	500	800	1250 і більше
$K_{\text{заг}}$	2,2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,35	1,25	1,2	1,15

§ 3.4. Визначення розрахункових витрат побутових стічних вод

Для розрахунку побутової каналізаційної мережі і споруд на ній, а також для розрахунку очисних споруд необхідно знати розрахункові витрати – середньодобову, середньогодинну, середньосекундну і максимальносекундну.

Ці витрати визначаються за формулами:

$$q_{\text{ср.доб}} = \frac{Nq}{1000}, \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (3.3)$$

$$q_{\text{ср.год}} = \frac{Nq}{1000 \times 24}, \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (3.4)$$

$$q_{\text{макс.сек}} = \frac{NqK_{\text{заг}}}{86400}, \text{ (л/с)} \quad (3.5)$$

де N – розрахункове населення;

q – норма водовідведення в л/добу на одну людину, що користується каналізацією;

$K_{\text{заг}}$ – коефіцієнт загальної нерівномірності;

86 400 – кількість секунд в добі.

Перш ніж провести розрахунок мережі, тобто визначення її діаметрів і ухилів, визначають розрахункові витрати, що припадають на окремі ділянки мережі за площами житлової території, що до них прилягає. Тому спочатку визначають питому витрату $q_{\text{п}}$ (л/с) з 1 га території за формулою

$$q_{\text{п}} = \frac{qp}{86400}, \quad (3.6)$$

де q – норма водовідведення, в л/добу на одну людину;

p – щільність населення (чол./га).

§ 3.5. Гідравлічний розрахунок побутової каналізаційної мережі

У всіх системах каналізації стічні води рухаються по мережі самопливом,

завдяки тому, що трубам надається ухил. Тільки трубопроводи від насосних станцій і деякі споруди працюють повним перерізом під напором.

Гідравлічний розрахунок мережі проводиться за формулами рівномірного руху рідини. Нагадаємо, що рівномірним рухом називається такий, коли на всій розрахунковій ділянці швидкість руху рідини в кожен одиницю часу буде постійна. Слід вказати також, що в межах розрахункових швидкостей (0,7 м/с і більше) рух рідини в каналізаційних мережах є турбулентним і, отже, швидкість руху стічних вод і шорсткість трубопроводу впливають на гідравлічний опір.

Безнапірні (самопливні) каналізаційні мережі проектують так, щоб вони працювали при частковому наповненні. Це необхідно для умов експлуатації (необхідність вентиляції та очищення мережі), а також як резерв, в разі зміни режиму надходження стічних вод в мережу або зміни їх кількості.

Розрахункове наповнення трубопроводів для відведення побутових стічних вод, згідно з нормативними документами, приймається в залежності від діаметрів труб: 150-300 мм – не більше 0,6 діаметра труби; 350-400 мм – 0,7; 500-900 мм – 0,75; більше 900 мм – 0,8.

Для дощової (зливової) і загальносплавної каналізації за розрахункове приймається повне наповнення. Розрахункові швидкості в каналізаційних мережах повинні бути такими, щоб, з одного боку, не відбувалося випадання осаду зі стічної рідини (мінімальні) і з іншого боку – щоб не відбувався швидке зношення труб від стирання їх стінок потоком стічних вод, що містять різні тверді речовини (максимально допустимі). Згідно з ДБН мінімальні розрахункові швидкості приймають для труб діаметром: 150-200 мм – 0,7 м/с; 300-400 мм – 0,8 м/с; 450-500 мм – 0,9 м/с; 600-800 мм – 0,95 м/с; 900-1200 мм – 1,15 м/с.

Дослідження, проведені Н. Ф. Федоровим, вказують на необхідність більшої диференціації цих швидкостей в залежності від діаметрів і ступеня наповнення, тому для визначення незамулюючих (критичних) швидкостей маємо формулу:

$$V_n = 1,57 \sqrt[n]{R}, \quad (3,7)$$

де V_n - незамулююча швидкість, в м/с;

R - гідравлічний радіус, в м;

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

Найбільшу розрахункову швидкість руху стічних вод слід приймати для металевих труб – 8 м/с, для неметалевих – 4 м/с.

Мінімальні ухили труб різного діаметру можуть бути обчислені за формулою Дарсі. За максимально допустимими швидкостями визначають максимально допустимі ухили.

ДБН рекомендує мінімальні ухили трубопроводів (при розрахунковому наповненні) всіх систем каналізації приймати для труб діаметром:

150 мм – 0,007;

200 мм – 0,005;

1250 мм і більше – 0,0005.

При несприятливому рельєфі місцевості для окремих колекторів і ділянок вуличної мережі з трубами діаметром 200 мм допускається найменший ухил 0,004.

§ 3.6. Глибина закладення труб і каналів

Глибина закладення каналізаційної мережі впливає на її будівельну вартість, однак вона повинна бути такою, щоб вода в трубах не замерзала, а самі труби не піддавалися руйнуванню.

Мінімальна глибина закладення ув'язується з глибиною промерзання ґрунту. Найменша глибина закладення лотка каналізаційних труб повинна прийматися на підставі інформації щодо промерзання ґрунту в даному районі або в аналогічних умовах. Зменшення глибини закладення лотка проти прийнятої в даному районі допускається при утепленні труб або при температурі стоків, що виключає необхідність їх утеплення. Найменша глибина закладення лотка труб при відсутності інформації по експлуатації каналізації в даному районі або в аналогічних умовах приймається при діаметрі труб до 500 мм на 0,3 м, а при великих діаметрах на 0,5 м менше найбільшої глибини промерзання ґрунту в районі укладання труб, але не менше 0,7 м до верху труби. Мінімальна глибина закладення внутрішньоквартальної або дворової мережі визначається також заглибленням випусків будинкової каналізації.

Початкову глибину закладення вуличної мережі визначають за формулою:

$$H = h + i(L + l) + Z_1 - Z_2, \quad (3.8)$$

де h - початкова глибина закладення дворової каналізаційної мережі в найбільш віддаленому і невідгінно розташованому колодязі, в м;

L - довжина дворової або внутрішньоквартальної каналізаційної мережі від найбільш віддаленого і невідгінно розташованого колодязя до контрольного колодязя, наявного поблизу червоної лінії, в м;

l - довжина труби від контрольного колодязя до оглядового колодязя вуличної каналізаційної мережі, в м;

i - ухил дворової або внутрішньоквартальної каналізаційної мережі;

Z_1 - відмітка поверхні землі біля колодязя на вулиці, в м;

Z_2 - відмітка поверхні землі у найбільш віддаленого колодязя дворової або внутрішньоквартальної каналізаційної мережі, в м.

Максимальна глибина закладення при будівництві на великих глибинах щитової проходки практично не обмежується. Важливо, щоб запроєктований варіант був найбільш економічним у порівнянні з іншими. При будівництві мережі з відкриттям траншей глибина максимального закладення приймається в залежності від ґрунту, висоти рівня ґрунтових вод та інших факторів в межах 5-8 м.

§ 3.7. Споруди на каналізаційній мережі

До каналізаційних мережевих споруд відносяться: дюкери, переходи (підземні) через залізничні і шосейні дороги, переходи через водні протоки і яри (під мостами і пішохідними містками), зливи, насосні станції, що влаштовуються на мережі.

Дюкери служать для транспортування стічних вод через річки і яри та при перетині з різноманітними підземними спорудами. При перетині з водними протоками дюкери влаштовують не менше ніж у дві лінії (рис. 3.4). Вони

складаються з вхідної камери, трубопроводів і вихідної камери.

У вхідній камері влаштовують аварійний випуск. Дюкери працюють повним перетином; рідина в них рухається під напором стовпа води, що визначається різницею рівнів рідини у вхідній 1 і вихідній 2 камерах дюкера ($H_1 = Z_1 - Z_2$). Значення H_1 повинно відповідати втратам напору в дюкері, які визначаються за формулою:

$$H = il + \sum \zeta \frac{v^2}{2g}, \quad (3,9)$$

де i - втрати напору в трубах дюкера на 1 м довжини, приймаються за таблицями;

l - довжина дюкера, в м;

$\sum \zeta$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів (на вхід, вихід і в заокругленні дюкера);

v - середня швидкість потоку стічних вод в трубах дюкера, в м/с (0,9-1,5 м/с);

g - прискорення сили тяжіння, в м/с².

Мінімальний діаметр дюкера, згідно з нормами, приймається 150 мм, а мінімальна розрахункова швидкість 0,9 м/с. Дюкери прокладаються з сталевих труб, рідше з чавунних. Камери дюкера доцільно влаштовувати бетонними або залізобетонними.

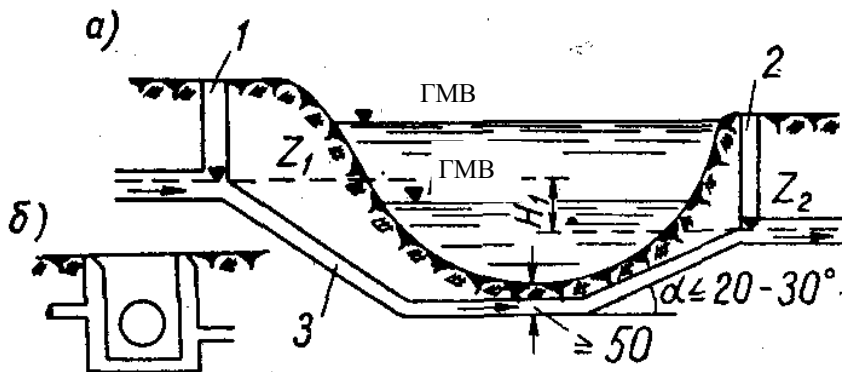


Рис. 3.4. Схема дюкера

а – через водойму; б – при підземних пересічних; 1 – вхідна камера;
2 – вихідна камера; 3 – трубопроводи дюкера

При перетині в одному рівні самопливної каналізації з тепломережею, водопровідною мережею або іншими підземними спорудами влаштовують мережеві дюкери (рис. 3.4, б). Спорудження їх здійснюється у виняткових випадках, так як експлуатація таких дюкерів погіршує санітарні умови населених пунктів.

Переходи під залізними і шосейними дорогами споруджують у залежності від місцевих умов і діаметра каналізаційного колектора із сталевих, чавунних або залізобетонних труб. Конструктивне оформлення таке ж, як і у переходів водопровідних ліній.

Зливи стічних вод бувають різноманітних конструкцій. Вони поділяються на два типи: зосереджені і розгалуджені. Розгалуджені зливи влаштовуються з

метою досягнення більш ефективного змішування стічних вод з водою водойми на коротких відстанях від місця зливу. При зливів стічних вод, у великих кількостях підданих частковому очищенню (шляхом відстоювання), доцільно влаштовувати розгалуджені зливи. Дощові води і води від зливовідводів загальносплавної каналізації випускають через зосереджені зливи берегового типу. У всіх же інших випадках оголовок зливу виноситься на деяку відстань від берега.

§ 3.8. Труби і колодязі

Труби, що застосовуються при влаштуванні каналізаційних мереж, мають різні форми поперечного перерізу (рис. 3.5): круглі, стиснені, витягнуті і інші. Найбільш поширені труби з круглим перетином. Профілі витягнутого перетину (яйцевидний профіль) набули широкого поширення при влаштуванні загальносплавних систем каналізації. Стислі профілі (лоткового типу) застосовуються для пропуску великих кількостей стічних вод з малими коефіцієнтами нерівномірності при будівництві мереж у важких ґрунтах. Прямокутні перетини застосовуються зазвичай для побудови лотків на територіях очисних споруд, а також для внутрішньоцехової промислової каналізації. Канали трапецеїдальної форми широко застосовуються для поверхневого відводу дощових вод з території населених пунктів.

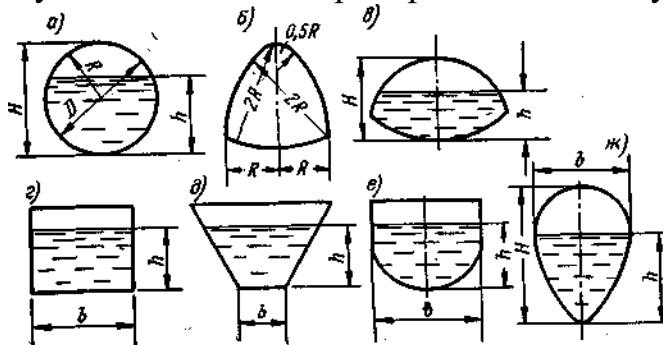


Рис. 3.5. Форми поперечного перерізу труб, що застосовуються при будівництві каналізаційних мереж
а – круглі; б – шатрові; в – лоткові; г – прямокутні;
д – трапецеїдальні; е – напівкруглі; ж – яйцеподібні

Труби, що застосовуються для прокладки каналізаційних мереж, повинні відповідати таким основним вимогам: вони повинні бути водонепроникними, міцними і довговічними, стійкими проти корозії і впливу температур, мати гладку внутрішню поверхню. Цим вимогам відповідають керамічні, азбестоцементні, бетонні та залізобетонні.

На каналізаційних мережах влаштовують оглядові колодязі різного призначення для спостереження за роботою мережі, а також для прочищення, промивання і ліквідації можливих засмічень.

Оглядові колодязі поділяються на лінійні, поворотні та вузлові. Вони встановлюються при повороті траси, зміні діаметра і ухилу труб, в місці приєднання притоків та при необхідності влаштування перепадів.

Оглядові лінійні колодязі встановлюються на прямих ділянках мережі, при діаметрах: 150-600 мм через 50 м; 600-1400 мм через 75 м; більше 1400 мм через 150 м.

За формою в плані колодязі бувають круглої і прямокутної форми.

Круглі оглядові колодязі встановлюються на трубопроводах діаметром до 500 мм включно; вони повинні мати внутрішній діаметр робочої частини 100 см. Зазвичай колодязі цього типу влаштовують із залізообетонних стандартних частин заводського або полігонного виготовлення.

Прямокутні колодязі, що влаштовуються на трубопроводах діаметром понад 500 мм, повинні мати внутрішні розміри в плані: по довжині 100 см; по ширині на 40 см більше діаметру труби або ширини колектора. Колодязі цього типу можуть також встановлюватися і на трубопроводах меншого діаметру; в цьому випадку приймають довжину 100 см, а ширину 90 см.

Перепадні колодязі влаштовують у місці приєднання до колектора приток, мають меншу глибину закладення і з метою уникнення перетину колектора з підземними трубопроводами, а також на колекторах, коли мережа прокладається по місцевості, де рельєф її має більший ухил, ніж максимально допустимий для даного діаметра трубопроводу.

§ 3.9. Дощова каналізація

Дощова каналізаційна мережа служить для відводу дощових вод з поверхні дахів, проїздів по найкоротшій відстані в найближчі водойми. Вона влаштовується у вигляді лотків і кюветів – для поверхневого відводу дощових вод і у вигляді закритої (підземної) мережі. Крім того, вона поділяється на внутрішню (внутрішні водостоки) і зовнішню мережі.

Дощова каналізація складається з: дощоприймачів, мережі труб і оглядових колодязів.

Будівництво загальносплавної каналізації доцільне при наявності потужної водойми, високого ступеня міського благоустрою, відсутності потреби перекачувати стічні води та можливості застосування найпростіших методів їх очищення.

Загальносплавну мережу розраховують на повне заповнення і сумарну витрату дощових, виробничих і побутових стічних вод і перевіряють розрахунком на пропуск побутових і виробничих вод.

Для перекачування стічних вод з колекторів, що мають велике заглиблення, на очисні споруди, а також для підйому води з колектора глибокого закладення в колектори з меншим закладенням і при наявності зонної каналізації використовують каналізаційні насосні станції. У першому випадку станції називаються головними, у другому – станціями підкачки (перекачування).

§ 3.10. Очищення стічних вод

Забруднення, що містяться в різних категоріях стічних вод, поділяються на грубодисперсні, колоїдно-розчинені і істинно розчинені. С. М. Шифрін вважає, що побутові стічні води містять грубодисперсних (зважених) речовин 35-40, колоїдно

розчинених 25-10 і істинно розчинених 40-50 г/доб. на одну людину. У стічних водах міститься велика кількість органічних (летючих) речовин (70-75%), серед яких знаходяться і бактерії, в тому числі і хвороботворні.

Органічні речовини, що знаходяться в стічних водах, швидко загнивають, отруюючи ґрунт, воду і повітря, тому вони повинні в якомога короткий термін видалятися за межі населених пунктів. Мінералізація органічних речовин полягає в їх окисленні, після чого вони нешкідливі.

Процес окислення органічних речовин, що відбувається за рахунок кисню повітря, називається аеробним. При аеробному процесі відбувається окислення органічних речовин, що містять вуглець, азот, сірку, фосфор, виділяються різні шкідливі гази. З огляду на сказане, всі основні види очищення стічних вод засновані на мінералізації органічних речовин в аеробних умовах.

З метою убезпечення джерел водопостачання від забруднення, стічні води побутових, загальносплавної і промислових каналізацій в тій чи іншій мірі піддаються очищенню. Необхідна ступінь очищення стічних вод перед скиданням їх у водойму визначається розрахунком; при цьому необхідно знати концентрацію стічних вод (забруднення в мг/л), їх кількість, потужність водойми і вміст у воді водойми розчиненого кисню.

Нормативи для водойм питного і культурнопобутового водокористування встановлюють за двома видами. До першого виду належать водойми, що використовують для централізованого і нецентралізованого питного водопостачання і для водозабезпечення підприємств харчової промисловості; до другого виду – водойми, які використовуються для купання, спорту і відпочинку населення, а також водойми, розташовані в межах населених пунктів.

Після змішування стічних вод з водою водойми повинно міститися розчиненого кисню не менш 4 мг/л; активна реакція не повинна бути по рН нижче 6,5 і вище 8,5; вміст завислих речовин не повинен збільшитися більш ніж на 0,25 мг/л для водойм першого виду водокористування та на 0,75 мг/л для водойм другого виду водовикористання; біохімічна потреба в кисні БПК₂₀ не повинна перевищувати 3 і 6 мг/л для водойм відповідно першого і другого типу водовикористання. Крім того, нормується і ряд інших показників (забарвлення, запах, вміст отруйних речовин та ін.). Особлива увага приділяється присутності в стічних водах збудників різного роду захворювань. Якщо останні присутні, то спуск стічних вод у водойми першого виду забороняється, а в водойми другого – дозволяється після попереднього освітлення і дезинфекції.

Маючи дані про норми водовідведення і забруднення стічних вод, можна підрахувати концентрацію їх за формулою:

$$K = \frac{a100}{q}, \quad (3.10)$$

де K – концентрація забруднень, в мг/л;

a - величина забруднень в г, яка припадає на одну людину на добу;

q - норма водовідведення на одну людину на добу, в л.

Так як в каналізацію населених пунктів надходять і виробничі стічні води, то часто доводиться визначати концентрацію суміші стічних вод ($K_{см}$) за формулою:

$$K_{\text{см}} = \frac{K_{\text{п}}Q_{\text{п}} + \sum K_{\text{в}}Q_{\text{в}}}{Q_{\text{п}} + \sum Q_{\text{в}}}, \quad (3.11)$$

де: $K_{\text{п}}$ – концентрація забрудненої води побутових стічних вод в, г/м³;

$Q_{\text{п}}$ – витрата побутових стічних вод, в м³;

$K_{\text{в}}$ – концентрація забруднень виробничих стічних вод відокремлених підприємств, в г/м³;

$Q_{\text{в}}$ – витрата виробничих стічних вод відокремлених підприємств, в м³.

Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод ведуть за: зваженими речовинами; споживанням розчиненого кисню; допустимою величиною БПК₅; зміною реакції води водойми; допустимою концентрацією отруйних речовин. За зваженими речовинами визначається гранично допустимий їх вміст m у стічних водах, що підлягають спуску за формулою:

$$m = p \left(\frac{Q}{q} + 1 \right) + b, \quad (3.12)$$

де p - допустиме збільшення вмісту завислих речовин у водоймі після спуску стічних вод, у мг/л;

$\frac{Q}{q}$ – ступінь розведення стічних вод у воді водойми;

Q – середня витрата водойми за одиницю часу для найбільш маловодного місяця гідрологічного року;

q – витрата стічних вод в ту ж одиницю часу;

b – вміст зважених речовин у воді водойми до спуску стічних вод, у мг/л.

Методи очищення побутових стічних вод поділяються на: механічні, механіко-хімічні та біологічні. Проектування очисних споруд здійснюється відповідно до нормативних документів.

Контрольні питання та завдання

1. Які є системи зовнішньої каналізації?
2. Як проводиться розрахунок зовнішньої каналізації?
3. Від чого залежить глибина закладання каналізаційних труб?
4. Як працює дощова каналізація?
5. Які каналізаційні води дозволяється скидати у водойми?

ГЛАВА 4. МІСЬКІ ВІДХОДИ

Основною умовою санітарного благоустрою населених пунктів є планова і регулярна чистка території будинків від різного роду відходів, до числа яких відносять побутове сміття, харчові відходи та ін. Відходи забруднюють і заражають навколишнє середовище, яке оточує людину: ґрунт, повітря, водойми, житлові та адміністративні будівлі. Деякі з них виділяють досить неприємні для людини чи отруйні для її організму гази, запахи, пари. Навіть у побутове сміття разом із різноманітними виділеннями організму хворих людей потрапляють мікроби холери, туберкульозу, скарлатини, дифтерії та ін. Дослідниками встановлено, що передача інфекцій людині відбувається при безпосередньому зіткненні з відходами через пил, а також мухами, гризунами (щури, миші) і т. д. При несвоєчасному видаленні відходів в місцях їх накопичення з'являються мухи, які є розповсюджувачами до 60 різних хвороб (кишкових інфекцій, спори сибірської виразки, яєць глистів і т. п.). Несвоєчасне видалення відходів, крім епідеміологічної небезпеки і санітарної шкідливості, порушує зовнішній благоустрій міст. Встановлено, що при несвоєчасній очистці міст від відходів підвищується смертність, скорочується тривалість життя людей і знижується їх працездатність. Своєчасний збір, видалення і знешкодження відходів, що утворюються в межах населених пунктів і на промислових об'єктах, мають велике значення для здоров'я і життя людей. Однак необхідно не тільки повністю усувати і знешкоджувати будь-якого типу забруднення, а й попереджати їх утворення і скупчення. Всі роботи по збору, видаленню і знешкодженню відходів необхідно проводити в найкоротші терміни і в умовах найбільш повної їх герметизації, а всі процеси повинні бути максимально механізовані. Планове господарство наших міст дозволяє раціонально проводити збір, видалення та утилізацію міських відходів, які можуть бути класифіковані: за місцем виникнення – на будинкові і дворові – вуличні; за походженням і якістю – на тверді, рідкі відходи і атмосферні утворення. До твердих відходів відносять побутове сміття, вуличний пил, гній, відходи громадського харчування, торгівельних і промислових підприємств та ін. До рідких відходів відносяться: нечистоти (фекалії і сеча), помії (рідкі господарські відходи, стічні води комунально-побутових і громадських підприємств). Атмосферні утворення – це дощові води, сніг, град. Видалення відходів і атмосферних утворень проводиться в основному двома способами – шляхом сплаву по трубах і каналах міської каналізації та вивозу транспортом на спеціальні підприємства для знешкодження та утилізації.

До твердих відходів належить будинкове (побутове) сміття, яке представляє механічну суміш харчових відходів, квартирної сміття та брухту (ганчір'я, папір тощо).

Кількість сміття в населеному пункті залежить від ряду факторів (наявності каналізації, системи збору відходів і сміття, пори року та ін.). Для визначення кількості утворюваних відходів і сміття в населеному пункті організуються експериментальні дослідження; при цьому рекомендується вибрати найбільш характерні квартали і в них проводити виміри протягом 8-10 днів в кожній порі

року. Середньорічною нормою накопичення сміття слід вважати його кількість в л або кг, що припадає на одну людину. Тимчасово, до визначення норм накопичення, можна для орієнтовних розрахунків користуватися середньорічними нормами на одну людину, зазначеними в табл. 4.1.

Коефіцієнт нерівномірності накопичення відходів в різні пори року коливається від 1,2 до 1,3.

На півдні норми накопичення відходів збільшуються в зв'язку з подовженням вегетаційного періоду і переважанням в раціоні рослинної їжі, а також більш тривалого періоду збирання.

Таблиця 4.1. Середньорічні норми накопичення відходів на одну людину

Відходи	Каналізований фонд			Неканалізований фонд		
	Об'єм, в л	Вага, в кг	Об'ємна вага, в т/м ³	Об'єм, в л	Вага, в кг	Об'ємна вага, в т/м ³
Сміття з харчовими відходами	500	160	0,32	500	300	0,6
Сміття без харчових відходів	440	125	0,28	440	265	0,6
Харчові відходи	60	35	0,6	60	35	0,6

Контрольні питання та завдання

1. Що ви знаєте про міські відходи?

РОЗДІЛ 3. ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

ГЛАВА 1. ОСНОВИ ПОСТАЧАННЯ ТЕПЛОМ

Фізіологічні процеси життєдіяльності людського організму пов'язані з утворенням тепла. Тепло складається з відчутного, яке організм віддає навколишньому середовищу шляхом «сухої тепловіддачі» і «прихованого тепла», супутнього видаленню водяної пари при диханні і з поверхні шкіри. Тепловіддача людського тіла різна, залежить від віку, ваги людини, ступеня її спокою або інтенсивності праці і знаходиться в межах 70-200 ккал/год і більше. Невелику частку тепла (~ 10%) людина віддає в результаті природного обміну речовин, значно більшу (~ 90%) – шляхом променевипускання і конвекції, випаровуванням вологи.

Для підтримки нормальної температури (+36,5°) людині необхідно постійно відводити зайве тепло в навколишнє середовище. Порушення теплового балансу веде до перегрівання або переохолодження людського тіла, погіршення самопочуття і зниження працездатності людини.

Людський організм в певних умовах або рамках, які прийнято називати «комфортними», здатний до терморегуляції, тобто може зберігати баланс кількостей вироблюваного і втраченого тепла.

Основними факторами, що впливають на теплообмін (на тепловологообмін) людини, що знаходиться в приміщенні, є: температура, вологість, швидкість руху повітря, а також температура внутрішніх поверхонь будівельних огорож, меблів і т. п. Як ще в 1884 р вказував І. Флавіцький, «лише необхідний сукупний вплив цих факторів може забезпечити комфортність середовища». Комфортні умови для людей, що живуть у помірному кліматі, нормально одягнені і знаходяться в приміщенні в стані спокою, характеризуються: температурою повітря $t_{п} = 8-20$ °С, його відносною вологістю $\Phi_{в} = 40-60$ % і швидкістю руху повітря $\omega = 0,2$ м/с.

Самопочуття людини залежить не тільки від загальної його тепловіддачі, але і від виду теплопереходу. Людина краще себе почуває, якщо найбільша частка тепловіддачі доводиться на конвекцію.

Тепловіддача випромінюванням залежить від температури $t_{в.п.}$ внутрішніх поверхонь огорожень стін. Зниження випромінювання досягається за рахунок підвищення середньої температури цих поверхонь t_R - «радіаційної температури»

$$T = \frac{\sum(t_{в.п.} \cdot F_{в.п.})}{\sum F_{в.п.}}, \quad (1.1)$$

де $F_{в.п.}$ - внутрішня поверхня огорожі стін, в м².

Чим вище t_n , тим нижче приймається значення $t_{в.п.}$.

Дотримуючись звичайного нестационарного впливу зовнішніх метеорологічних факторів (сонячної інсоляції, швидкості і напрямку вітру і т. д.), і тепловіддачу від внутрішніх джерел (тепловиділення людьми, освітленням, побутовим і технологічним обладнанням і т. д) люди відчують коливання t_R і t_n .

Зміни $t_{п}$ (до ± 3 °С) по площі приміщення оцінюються гігієністами як допустимі. Несприятливо впливає на людину зміна температури повітря по висоті

приміщення, особливо в межах робочої зони (2 м від підлоги). Велике значення мають теплотехнічні якості підлоги.

На самопочуття людини впливає сухість повітря, яка викликає подразнення верхніх дихальних шляхів пилом, істотне пригорання якого зазвичай починається при температурах нагрівальних приладів 95°C і вище. При виборі граничної температури необхідно враховувати тривалість її існування, умови очищення і установки нагрівальних приладів, призначення приміщень і т. д.

§ 1.1. Види і укрупнені норми теплоспоживання

Опалювально-вентиляційні пристрої є основними споживачами тепла (палива) в холодну пору. Велике значення відіграє і витрата тепла цілорічними споживачами системами гарячого водопостачання, виробничо-технічними приладами (паровими молотами і пресами; варочними, вулканізаційними котлами і т.п.).

Норми теплового споживання на виробничо-технічні цілі зазвичай даються на одиницю продукції в штучному чи грошовому вираженні. Ці норми мінливі, так як технологічні процеси удосконалюються. Тому витрати тепла на введення технологічного процесу приймаються безпосередньо за проектними даними, а існуючі укрупнені норми служать лише для контролю.

При складанні проектних завдань архітекторові нерідко доводиться виявляти теплові навантаження, керуючись лише планами населених пунктів. За рекомендацією Е. Ф. Бродського, наближена витрата тепла на гектар площі ділянки або його теплощільність буде:

$$Q = Nq \text{ (ккал/год}\cdot\text{га)}, \quad (1.2)$$

де N – число жителів на 1 га;

q – теплоспоживання, в ккал/люд.

$$N = \frac{10000 \text{ абвп}}{S} \quad (1.3)$$

де a , b , v – відношення площ: забудови і ділянки; корисної до забудованої; житлової до корисної;

n – середня кількість поверхів у забудові;

S – житлова площа на 1 жителя, в м².

§ 1.2. Централізоване опалення

Для підтримки необхідної температури повітря в опалюваних приміщеннях опалювальна система повинна давати кожному будинку відповідну кількість тепла. Тому системи опалення складаються з трьох основних елементів:

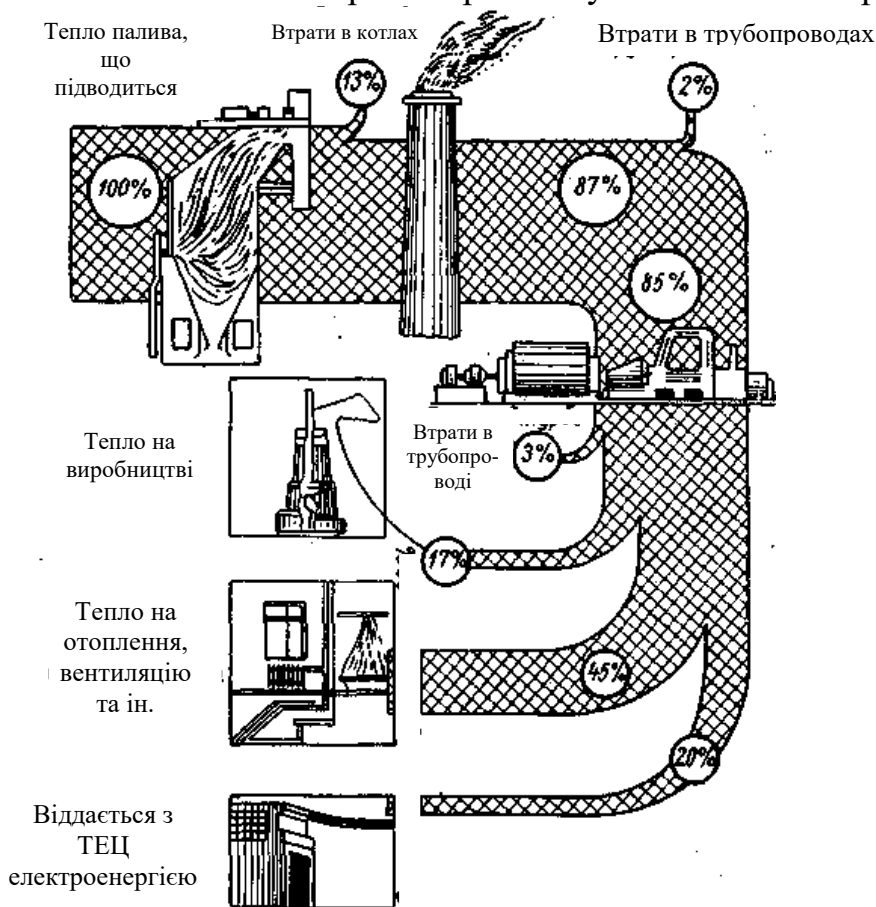
- генератора для отримання тепла;
- теплопроводів для транспорту тепла від місця вироблення до опалювального приміщення;
- нагрівальних приладів для передачі тепла опалювальному приміщенню.

В нинішній час в основному використовують централізоване тепlopостачання міст і промислових районів зі спільним виробленням електричної і теплової енергії на теплоелектроцентралі (ТЕЦ).

Споруджують два типи теплових електростанцій: конденсаційні (КЕС) і теплоелектроцентралі (ТЕЦ). На перших виробляється лише електроенергія, на других – електроенергія і тепло для централізованого тепlopостачання. За початковим тиском пари, що використовується на ТЕЦ, останні діляться на станції середнього, високого, підвищеного і надвисокого тиску (35, 90, 130, 240 атм).

Якщо на паротурбінних електростанціях, які б виробляли тільки електроенергію, ККД не більше 0,35, то на ТЕЦ при спільному виробленні електроенергії і тепла (у вигляді пари або перегрітої води) ступінь корисного використання палива більше 0,8. Витрати на паливо за рахунок теплофікації в 2-3 рази менші, ніж при звичайному центральному опаленні. На рис. 1.1. наведено приблизний баланс роботи ТЕЦ.

Помітна роль у розвитку теплофікації належить В. В. Дмитрієву, Л. Л. Гінтеру, В. М. Чапліну, Б. М. Аше, С. Ф. Копйову, Л. А. Мелентеву, Е. Я. Соколову та ін. Централізоване тепlopостачання від великих котелень і потужних ТЕЦ стало одним з найважливіших напрямків розвитку вітчизняної енергетики.



(Тепло, яке використовується з користю – становить 82%)

Рис. 1.1. Приблизний тепловий баланс ТЕЦ

Основними перевагами централізованого теплопостачання, в порівнянні з місцевим опаленням або домовими котельнями, є:

- зниження витрати палива (автоматизація, підвищення ККД котелень і т. д.);
- можливість ефективного спалювання низькосортного палива (торф, буре вугілля, відходи сільської та лісогосподарської промисловості) і найбільш ефективного (природного або штучного газу і т. д., аж до атомного);
- поліпшення повітряного басейну і санітарного стану міст (скорочення численних викидів газів в атмосферу, застосування очищення останніх або будівництво ТЕЦ за межами населеного пункту при економії на транспорті палива і золи);
- зниження пожежо та вибухонебезпечності в межах міст;
- підвищення якості теплопостачання і зростання добробуту населення.

Перераховані переваги перебивають негативні сторони централізованого теплопостачання, до яких відносяться обов'язковість спорудження та експлуатації протяжних теплових мереж (їх тепловтрати до 4-8%), а також вкладення значних коштів на будівництво ТЕЦ і мереж.

Для подальшого, ще більшого посилення темпів розвитку теплофікації і газифікації країни, особливу увагу приділено будівництву теплових електростанцій на базі дешевого вугілля, природного газу, нафти, відходів сільської та лісогосподарської промисловості, сміття.

У місцевих і центральних опалювальних системах для передачі тепла від генератора (топливника печі, котла) до нагріваючих пристроїв (приладів) служить рідке або газоподібне середовище, яке прийнято називати теплоносієм. Останій застосовується і в централізованому теплопостачанні для транспорту тепла по теплових мережах від джерел до споживача тепла (системи опалення та вентиляції, гарячого водопостачання, на потреби технології виробництв).

Місьцеве опалення, центральні опалювальні системи та системи теплопостачання поділяються за типом теплоносія. Наприклад, місцеве пічне опалення можна назвати вогне-повітряним, оскільки джерелом отримання тепла є продукти горіння, які служать і теплоносієм. Центральні системи поділяються на водяні, парові і повітряні. Перші досить гігієнічні (невисока в порівнянні з паровими температура нагрівальних приладів) і отримали найбільше поширення в житлових і громадських будівлях. Парові і повітряні системи в основному застосовуються в промислових будівлях. Останнім часом повітряне опалення в силу простоти будівництва використовується не тільки в приміщеннях значного об'єму, а й в житлових і громадських будівлях.

Системи опалення можуть мати більш складну будову за наявності в них проміжного теплообмінника. У цьому випадку системи називають комбінованими. Тепло, що отримують в їх генераторі від палива, передається спочатку (за допомогою одного теплоносія) теплообміннику, а потім від нього (за допомогою іншого теплоносія) до опалювального приміщення. Повітряне опалення, наприклад, можна назвати водоповітряним, пароповітряним або електроповітряним, якщо повітря, що подається в приміщення, нагрівається не в

самому генераторі тепла, де спалюється паливо, а в теплообміннику через зіткнення з його поверхнями, які обігриваються гарячою водою, паром або електричною енергією.

Для місцевих і центральних систем найкращим є такий теплоносій, який забезпечує:

- зручність експлуатації системи;
- дотримання гігієнічних вимог, що пред'являються до опалювальних приладів;
- можливо менші витрати на транспортування тепла;
- хорошу ув'язку системи опалення з будівельними конструкціями і архітектурним оформленням приміщень будівлі;
- пожежну безпеку роботи опалювального пристрою;
- мінімальні витрати коштів і металу на нагрівальні прилади і трубопроводи.

Відпрацьовані гази, маючи невелику теплоємність (близько 0,26 ккал/кг·град) і питому вагу (менше 0,8 кг/м³), при високій їх температурі (понад 150°C), все ж можуть передавати значну кількість тепла. Однак великі втрати тепла, тиску і пожежна небезпека при переміщенні продуктів згорання вимагають зближення генератора тепла з нагрівальним приладом.

Повітря за фізичними властивостями близьке до продуктів згорання. Оскільки температура повітря, що випускається в приміщення з міркувань гігієни не може бути високою (до 70°C), то транспортування його здійснюється без великих втрат тепла. Кількість же повітря, в силу його малої теплоємності (0,24 ккал/кг·град) і низької температури, втрати тиску при транспортуванні, виявляється навіть більшою, ніж для продуктів згорання.

Вода характеризується значною теплоємністю (1 ккал/кг·град) і доволі великою питомою вагою (близько 1000 кг/м³). Це дозволяє передавати велику кількість тепла в малому об'ємі теплоносія при порівняно невисокій температурі останнього.

Пара віддає тепло нагрівальним приладам за рахунок конденсації. Значна величина віддається приладам прихованої теплоти і мала питома вага пари (менше 1 кг/м³) обумовлює передачу великої кількості тепла з малою витратою енергії. На жаль, при тиску пари вище атмосферного буде висока температура поверхонь нагрівальних приладів. Показово зразкове співвідношення необхідних перетинів труб або каналів для переміщення нагрітого повітря, продуктів згорання, води і пари в системах опалення – 200: 100: 1: 0,75.

Пара використовується, як правило, лише для технологічних потреб; вода ж є основним теплоносієм в першу чергу для цілей опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Вода як теплоносій в системах теплофікації має перед паром наступні переваги:

- можливість транспортування її на великі відстані при менших тепловтратах, обумовлюючи можливість дальнього теплопостачання від замських ТЕЦ;

- зручність централізованого регулювання віддачі тепла шляхом зміни температури гріючої води.

У наших тепломережах вода зазвичай подається споживачам з температурою 130-150°C. При цих умовах пропускна здатність мереж виявляється значно більшою, ніж парових. Передбачається ще більша економічність теплових мереж через перехід до більш високих температур води.

У зв'язку із зростанням будівництва комфортних житлових будинків і концентрацією забудови міст зараз особливо розвивається централізоване теплопостачання.

У районах з меншою щільністю теплових навантажень централізованого теплопостачання здійснюється від великих районних котелень з паровими або водогрійними котлами.

§ 1.3. Схеми централізованого теплопостачання

Системи централізованого теплопостачання бувають водяні, парові, змішані променеві і повітряні.

Водяне опалення – найбільш поширена опалювальна система, що застосовується в сучасних житлових, громадських та промислових будівлях.

Тепло в приміщення передається гарячою водою через опалювальні прилади, що знаходяться в них.

Система водяного опалення включає: водонагрівачі, в яких вода підігрівається спалюваним паливом (котел) або перетворюваною в тепло електроенергією (електрокотел), при централізованому теплопостачанні – паром і більш гарячою водою (теплообмінний апарат); опалювальні прилади (радіатори, конвектори, панелі, ребристі і гладкі труби тощо); трубопроводи, по яких гаряча вода від водонагрівача надходить в опалювальні прилади і після охолодження в них повертається назад у водонагрівач; розширювальний бачок для води, об'єм якого збільшується при нагріванні; запірно-регулюючу арматуру, встановлену на трубопроводі.

Розрізняють системи водяного опалення з природним і механічним спонуканням руху води. В системах водяного опалення з природним спонуканням, що використовують тільки в невеликих будівлях, вода циркулює за рахунок різниці температур і щільності нагрітої у водонагрівачі (легшої) і остиглої в опалювальних приладах і трубопроводах (більш важкої) води. Циркуляція при всіх інших рівних умовах посилюється у міру збільшення відстані по вертикалі між опалювальними приладами та водонагрівачем, у зв'язку з чим останній намагаються розміщати якомога нижче. В системах водяного опалення з механічним спонуканням циркуляція води відбувається в основному за рахунок дії циркуляційного насоса, який встановлюють на трубопроводі, що підводить охолоджену воду до водонагрівача. У таких системах водонагрівач може бути розташований на одному рівні з опалювальними приладами і навіть вище них, а діаметри трубопроводів менші, ніж у системах з природним спонуканням.

В системах водяного опалення застосовують різні схеми розгалуження трубопроводів: з верхнім і з нижнім розташуванням гарячої розвідної лінії при

вертикальних стояках, до яких приєднуються опалювальні прилади; з поперковим горизонтальним розгалудженням та ін. За способом приєднання опалювальних приладів розрізняють дво-, однотрубні і проточні схеми. У першому випадку всі опалювальні прилади приєднані паралельно до двох труб (гарячого і зворотного стояків); у другому – кожен опалювальний прилад приєднаний до однієї труби (стояка), причому частина води, що проходить через прилад, а частина, минаючи його, – замикає ділянку. У проточній схемі вода проходить послідовно через всі опалювальні прилади, що приєднані до стояка.

Для правильної експлуатації системи водяного опалення важливо, щоб з неї було вилучене повітря. З цією метою, а також для повного спорожнення системи всі трубопроводи прокладаються вертикально або з ухилом, причому у верхній точці системи робляться спеціальні пристрої – повітровідвідники.

При централізованому теплопостачанні гаряча вода з зовнішньої мережі часто подається безпосередньо в системи водяного опалення і після охолодження повертається назад. Якщо температура гарячої води в зовнішніх мережах централізованого теплопостачання вище температури, відповідної гігієнічним вимогам опалення (наприклад, 85°C для лікарень, 105°C для житлових будинків), то до гарячої води з метою зменшення її температури підмішують охолоджену воду із системи опалення. Для цього в місці приєднання системи водяного опалення до зовнішніх мереж централізованого теплопостачання встановлюють водоструменеві насоси. Зміна тепловіддачі водяного опалення, необхідна у зв'язку з коливаннями зовнішньої температури, досягається централізованим регулюванням температури води в системі. Місцеве, покімнатне, регулювання здійснюється зазвичай кранами на опалювальних приладах. Влітку в період бездіяльності системи опалення для збереження трубопроводів воду з неї спускати не рекомендується.

Парове опалення – вид центрального опалення, при якому теплоносієм служить пар, що надходить у систему опалення від мережі централізованого теплопостачання або від парового котла, що знаходиться в опалювальному приміщенні або поряд з ним.

В залежності від значення початкового тиску пари розрізняють системи парового опалення: вакуум-парові – з тиском менше 100 кн/м^2 (1 кгс/см^2), низького тиску (від 100 до 170 кн/м^2) та високого тиску (від 170 до 600 кн/м^2). Найбільш поширені системи низького тиску.

У паровому опаленні використовується властивість пари при його конденсації в опалювальних приладах виділяти приховану теплоту конденсації; при цьому утворюється конденсат (вода), який по конденсатопроводу повертається в паровий котел або в мережу централізованого теплопостачання.

Залежно від розташування паропроводів щодо опалювальних приладів і способу їх приєднання розрізняють системи парового опалення з верхнім і нижнім розведенням, а також двотрубні і однотрубні (за аналогією з водяним опаленням). Для забезпечення самопливного руху конденсату, в тому числі того, який утворюється внаслідок охолодження паропроводу (попутного конденсату),

спорожнення системи і видалення з неї повітря, всі трубопроводи прокладаються з необхідним ухилом.

Парове опалення широко застосовувалося до 30-40-х років 20 століття (особливо в промислових будівлях), в сучасному будівництві воно витісняється водяним і повітряним опаленням, перевага яких перед паровим опаленням полягає в тому, що в них легко регулюється подача тепла в приміщення залежно від температури зовнішнього повітря за допомогою зміни температури теплоносія.

У паровому опаленні регулювання подачі тепла зазвичай проводиться періодичним вимиканням системи опалення або її частини. Це ускладнює експлуатацію парового опалення і призводить до нерівномірності розподілу температури в приміщеннях. Крім того, дія парового опалення нерідко супроводжується шумом (зокрема, при холодній парі), а надмірно висока температура поверхні опалювальних приладів, що віддають тепло, при роботі парового опалення, погіршує його санітарно-гігієнічні якості. Тому влаштування парового опалення не допускається в житлових будинках, дитячих установах, лікарнях, навчальних закладах і адміністративних будівлях.

Застосовувати парове опалення можливо в промислових будівлях, для технологічних потреб, а також при використанні відпрацьованої пари. Влаштування парового опалення доцільно також в приміщеннях, режим експлуатації яких вимагає швидкого нагріву опалювальних приладів і їх охолодження після виключення. Парове опалення вигідно відрізняється від водяного, особливо якщо опалювальні прилади (наприклад, радіатори) мають збільшену ємність.

Як правило, водяні тепломережі прокладаються двотрубними за економічною тупиковою (променевою) схемою. Друга труба служить для повернення охолодженої води (при парі – для повернення конденсату). Кільцеві схеми слід застосовувати, коли не допускається перерва в поданні тепла споживачам.

Споруджують «закриті» (виділене гаряче водопостачання, висотні будівлі і т. д.) і «відкриті» водяні системи теплопостачання. В перших уся вода повертається на ТЕЦ; у інших – частина води витрачається на гаряче водопостачання (система з безпосереднім водорозбором), найчастіше з елеватором (для підмішування охолодженої води).

Як раціональна рекомендується схема з вводами у відокремлені приміщення – квартальні теплові пункти. У них розміщуються: фільтри, муловловлювачі, тепломір і водомір, колектори прямої і зворотньої води, що розподіляють воду по окремих лініях. Від теплового пункту теплоносій подається до окремих корпусів, в яких обладнуються теплоцентри (абонентські вводи), розміщені також в окремому приміщенні (приблизно 3х6 м, висотою не менше 1,8 м з проходами між обладнанням не менше 1 м) першого або підвального поверхів будівель. Теплопроводи зазвичай прокладаються під землею на глибині 0,5-1,0 м. На виробничих майданчиках або поза особливо заселеної частини населених пунктів допустима повітряна прокладка, на невисоких надземних (1-1,5 м від землі) опорах зі збірних залізобетонних елементів або по стінах будівель, на спеціальних

щоглах. Підземна прокладка здійснюється в непрохідних і, рідше, прохідних (у ТЕЦ) каналах з окремих типових блоків і безканальна, простіша. Як правило, теплопроводи ізолюються. При високому рівні ґрунтових вод уздовж траси обов'язкове будівництво дренажу. Ухил дна каналів і верхньої плити не менше 0,002. Гідроізоляція дна і бічних стінок каналів – до верхнього рівня ґрунтових вод. Теплоізоляція при безканальній прокладці доповнюється гідроізоляційним зовнішнім шаром, наприклад, двома шарами боруліну. У вологих місцях гідроізоляція збільшується (руберойд, бітум і т. д.).

На трасі теплопостачання передбачаються засувки для відключення окремих ділянок мережі, компенсатори температурних подовжень теплопроводів (прості гнуті П-подібні з труб; більш компактні сальникові по типу «труба в трубі» - частіше для міських ділянок; рідше гофровані або хвилясті відрізки труб), крани для поєднання теплопроводів з атмосферою під час спорожнення комунікацій і т. д. У місцях підведення мережі до будівель, установки запірної арматури, сальникових компенсаторів влаштовуються залізобетонні збірні камери. Останні повинні бути доступні для обслуговування (висота 1,8-2 м; габарити в плані диктуються обладнанням мережі). Камери мають приямок для стоку і відкачування води, а також один або кілька люків з кришкою.

Для передачі ваги теплопроводів на несучі конструкції і забезпечення організованого переміщення труб застосовуються різні опори: підвісні для повітряної прокладки, а для підземної – головним чином ковзаючі, коли труба вільно переміщається на опорі, і нерухомі. Останні встановлюються в кінцях ділянок теплопроводів, компенсація подовжень (приблизно, 1,2 мм на 1 пог. м. труби) в яких забезпечується спеціальними компенсаторами або шляхом найбільш бажаної природньої самокомпенсації на поворотах траси, передбачаючи для цього можливість деякого зміщення труби.

При виборі траси теплопроводів необхідно виходити з умов мінімальної протяжності мереж і об'єму будівельно-монтажних робіт, найменшого розбирання дорожніх покриттів (по газону і т. д.). Трасування теплопроводів повинне вестися з урахуванням розташування інших підземних споруд (каналізації, водопроводу, електричних і телефонних кабелів, газопроводів і т. д.). Слід максимально використовувати підвали і технічні поверхи будівель. Це здешевлює прокладку, забезпечує огляд її обладнання.

§ 1.4. Місцеве опалення

Системи, в яких тепло виходить і використовується в одному приміщенні, вважаються місцевими. До них відносяться системи пічного і в деякій мірі газового і електричного опалення. Системи, в яких кілька приміщень опалюються від загального генератора – центральні. У їх числі будинкові (генератор-котельня в опалювальному приміщенні) і районні системи, які обслуговують групи будівель від єдиної районної котельні.

Місцеві системи теплопостачання, як і раніше, застосовуються для окремо розташованих великих, будівель, невеликих груп малоповерхових будівель або в тимчасових спорудах де проводиться забудова районів міст і селищ.

Децентралізоване теплопостачання зберігається в основному для індивідуальної забудови одно і двоквартирних будинків і для малоповерхових селищ з малою щільністю теплових навантажень.

Системи повітряного опалення

Більшість систем обігрівання використовують водяну систему передачі тепла від теплогенератора (котла) до приміщень, де встановлені приймачі-передавачі тепла (радіатори або «тепла підлога»). Але використовується й інша система повітряного обігріву, котра має значно вищу загальну ефективність від водяної.

Традиційні системи повітряного обігрівання використовують теплогенератор. Через нього пропускається повітря, котре підігрівається до 45-60°C і подається повітропроводами в усі кімнати.

Для розігрівання повітря використовують різні варіанти теплогенераторів: каміни або котли на біопаливі; теплові помпи; газові котли.

Кожної години система повітряного обігрівання переміщує від 1 до 4 тисяч кубометрів повітря через повітропроводи на відстань до 15 метрів від джерела тепла.

Мешканці, котрі обігрівують свої приміщення за допомогою повітряного обігрівання, отримують ряд переваг:

1. Абсолютну безпеку: відсутність у системі води позбавляє побоювань за протікання, не відбувається ржавіння труб і котла. Не відбудеться замерзання системи і розрив труб при припиненні подачі газу в котел або після довгого вимкнення електропостачання;

2. Висока швидкість обігрівання: на повне прогрівання приміщення йде 20-40 хвилин, навіть у випадку початкової нульової температури;

3. Економічність: підвищення ККД системи досягається через відсутність проміжного теплоносія;

4. Надійність і довговічність: при умові грамотного монтажу і при регулярному обслуговуванні система працює понад 20 років.

Обігрівання повітрям економічне, безпечне, просте у використанні і довговічне. Це досягається тоді, коли систему правильно розраховують і монтують професіонали. Тоді не буде перегрівання кімнат, додаткового шуму, протягів. Грамотно спроектована система і якісно змонтована приносить радість і тепло в будинок.

До недоліків слід віднести необхідність періодичного очищення (дезінфекції) повітропроводів від пилу та інших відкладень, що можуть виступати у ролі розсадників бактерій.

Газове опалення

Газові опалювальні системи з успіхом використовуються у приватних будинках будь-якого типу і різної площі. Вибираючи котел, орієнтуються на наявність або відсутність магістрального газопроводу, загальну площу будинку, потужність котла.

У власників величезних будинків є можливість і необхідність в установці одного - двох стаціонарних котлів, що мають більшу потужність і термін служби. Для власників будинків площею 50-300 м² найоптимальнішим буде установка настінного котла.

Електричне опалення

Системи стаціонарного електроопалення дуже надійні, екологічно чисті і безпечні. Електрикою обігривається до 70% малоповерхових будинків, у країнах Скандинавії і Фінляндії. Обладнання для електроопалення можна розділити на 4 групи: 1) настінні електроконвектори; 2) стельові обігрівачі; 3) кабельні і плівкові системи для підігріву підлоги та стелі; 4) електрокотли обладнані регуляторами, термостатами і програматорами.

Завдяки такому розмаїттю легко вибрати варіант кожному для конкретного приміщення. Витрати на обладнання і експлуатацію електросистем дуже низькі. Системи можуть автоматично вмикатися і вимикатися, підтримуючи температуру на заданому рівні, знижувати температуру до мінімуму під час вашої відсутності. Ця функція суттєво економить видатки на електроенергію.

Недоліком систем електроопалення є те, що можливо доведеться встановлювати додаткове обладнання для забезпечення гарячою водою, а також забезпечити достатню надійність силової електромережі будинку для пропуску необхідної потужності системи опалення (кондиціонування) і підігріву води.

Пічне опалення

Пічне опалення просте і порівняно дешеве при будівництві та дозволяє використовувати будь-яке місцеве паливо, що має ККД близько 85%.

Недоліками пічного опалення є: велике коливання температури повітря в приміщенні, що отоплюється, протягом доби; необхідність періодичної очистки печей від попелу і шлаків; значна площа (приблизно 5-8 %), що займається піччю; необхідність складських приміщень (місця зберігання) для палива.

При неправильній експлуатації печей і ранньому закритті засувки на димовідвідних каналах – виникає отруєння окисом вуглецю (чадним газом).

Пічне опалення дозволяється влаштовувати у будівлях висотою не більше двох поверхів.

Основними елементами печі є: паливник – для спалювання палива; димозвороти – канали, що віддають тепло стінкам печі; димоходи – для відведення охолоджених газів у атмосферу. Особливе значення має температура зовнішньої поверхні печі. Вже при +70⁰С може пригорати пил. Допустима температура +95⁰С для облицьованих поверхонь печі.

Правила будівництва та протипожежні вимоги до пічного опалення

Печі та кухонні плити вагою до 750 кг допускається встановлювати безпосередньо на балках перекриттів (під печі великої маси необхідні спеціальні основи). Фундаменти виконують із бутового каменю на вапняковому розчині; при вологому ґрунті – на цементному. Глибина закладення фундаментів – не менше 0,5 м – для одноповерхових печей, 1 м – для двохповерхових.

Печі другого поверху можуть розміщуватися безпосередньо над печами першого поверху; товщина стінок нижньої печі при цьому має бути не менше ніж в 1/2 цеглини. Частіше застосовують окрему установку верхніх печей на металевих консолях, залізобетонних плитах (рис. 1.2) і корінних стояках (рис. 1.3). В дерев'яних будівлях консоль для печей другого поверху (вагою не більше 750 кг) за трудомісткістю рівноцінна будівництву фундаменту для печі першого поверху. Вартість консолі в перекритті досягає 30% вартості товстостінної печі. Ці цифри доводять вигідність будівництва полегшених печей, не вимагаючи складних основ в перекриттях.

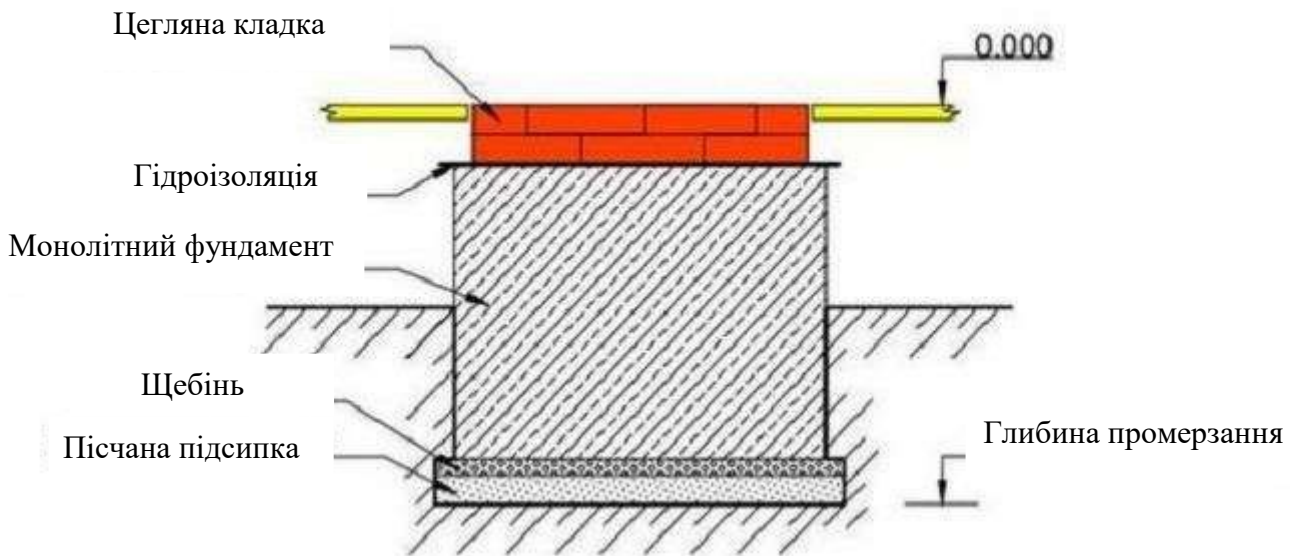


Рис. 1.2. Основа під піч

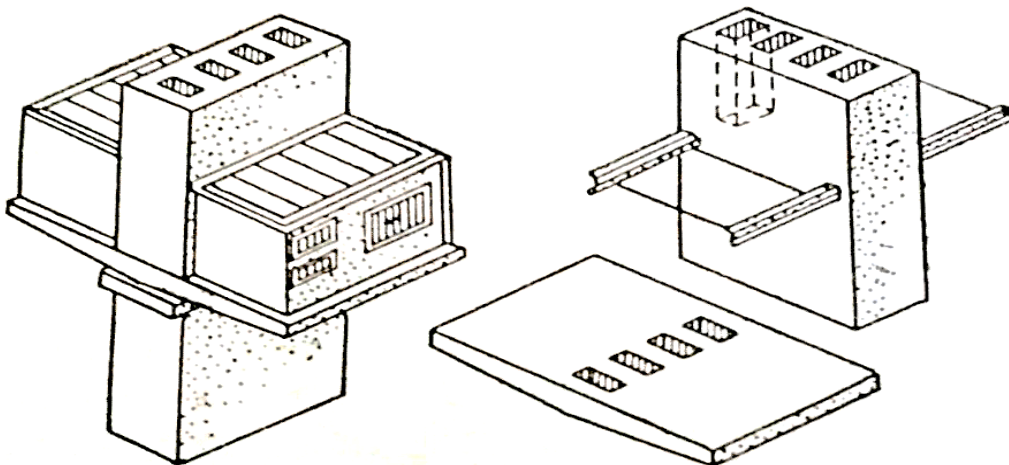


Рис. 1.3. Кладка з/б або металевих консолів в корінний стояк

Кладка печей найчастіше здійснюється із добре вимоченої червоної цегли на глиняно-піщаному розчині зі швами товщиною 5 мм. Внутрішні стінки топників, що працюють на вугіллі – із вогнетривкої цегли на вогнетривкій глині з шамотом (1:1) зі швами до 3 мм. У зв'язку з різними температурними деформаціями червона цегла і вогнестійка не перев'язуються.

Штукатурка печі зазвичай виготовляється складом із 0,2 частин азбесту, 12 частин вапна, 2 частини піску і 1 частини цементу. Штукатурка наноситься на нагріту поверхню. При влаштуванні металевого футляру, він фарбується вогнетривким лаком. Найбільш досконалим, красивим є кахельне облицювання.

Насадні димовивідні труби і корінні стояки споруджуються тільки при неможливості прокладання каналів у стінах. Печі з'єднуються з каналами в стінах горизонтальними перекидними рукавами, укладеними на двох металевих таврах. Рукави – довжиною не більше 2 м з дверцятами для прочистки. Мінімальна товщина стінок вертикальних каналів – $1\frac{1}{2}$ цегли, а горизонтальних – $1\frac{1}{4}$ цегли.

Димові канали мають бути вертикальними. В окремих випадках допускається віднесення каналу від вертикалі на відстань до 1 м під кутом не менше 60° . Доцільно розміщення поряд з димовим і вентиляційних каналів. Підігрів повітря посилює тягу у витяжних каналах.

Площа перерізу димовивідних каналів визначається опором газового тракту печі і тягою, залежить від об'єму газів, що виділяються під час горіння. Практично розміри перерізу димовивідних каналів, виходячи із мінімально допустимої висоти газового тракту в 5 м, мають бути не менше: $1\frac{1}{2}K \times 1\frac{1}{2}K$ – при печах із середньою тепловіддачею до 3000 ккал/год; $1\frac{1}{2}K \times 3\frac{1}{4}K$ – від 3000 до 4500 ккал/год і $1\frac{1}{2}K \times 1K$ – 4500 до 6000 ккал/ч при двох топіннях печі на добу.

Для пічного отоплення надзвичайно важливо суворе дотримання протипожежних заходів. В місцях, де печі близькі до займистих частин будівлі, необхідно залишати відступи або оброблення. Вентиляційні канали таких оброблень можуть не мати. Відведення диму у вентиляційні канали не допускається.

Таблиця 1.1. Найменші відстані від зігріваючих конструкцій до печей

Типи опалювальних печей	Відстань в мм від внутрішньої поверхні газоходу до зігріваючої конструкції	
	Конструкція захищена від загорання	Конструкція захищена від загорання
Печі теплоємні (топіння 1-2 рази на добу) і димові труби, включаючи квартирні кухонні плити і печі, опалювані газом	38	25
Кухонні плити гуртожитків і їдалень.	51	38
Печі теплоємні	51	38

Основні протипожежні заходи при будівництві нетеплоємних печей наступні: вивід металевих труб від горючих конструкцій не менше ніж на 700 мм, а від захищених від загорання – на 500 мм; установка металевих печей на ніжках, висотою не менше ніж 20 см; захист підлоги від загорання (лист покрівельної сталі або азбесту на двох шарах войлока змоченого в глині).

Оголовки димових труб слід розташовувати згідно з рис. 1.4. Верхню частину труби покривають ковпаком із листової сталі або штукатурять цементним розчином. В останні роки застосовують металеві або керамічні труби із збірних елементів.

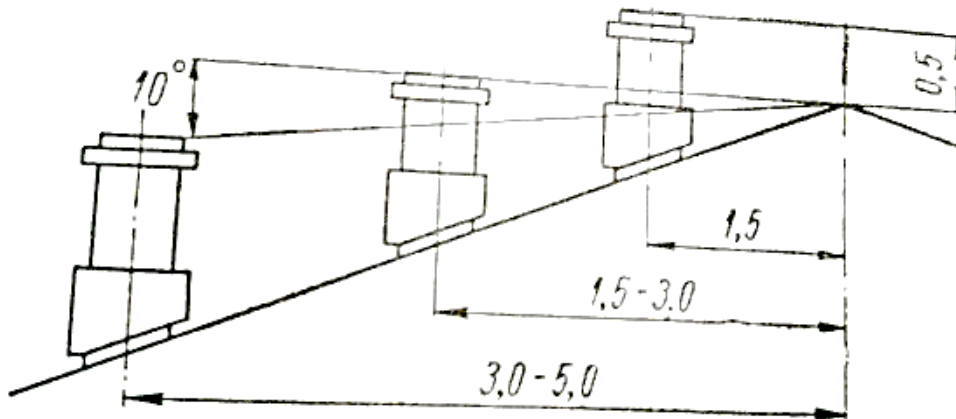


Рис. 1.4. Димові труби над покрівлею

Контрольні питання та завдання

1. Які є види опалення?
2. Назвіть переваги центрального опалення над місцевим.
3. Які є схеми централізованого опалення?
4. Які є види місцевого опалення?
5. Які вимоги пред'являються до пічного опалення?

ГЛАВА 2. СХЕМИ І ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЕНЬ

У топках котельних установок зазвичай спалюються вугілля, мазут, газ, торф та ін. Виділяється теплова енергія, що нагріває продукти згоряння до температури 1000°C і більше; цим забезпечується передача тепла через металеву поверхню котла, де нагрівається або випаровується вода (перегріта вода).

Розрізняють водогрійні та парові котельні: за характером теплоспоживання – опалювальні, виробничі, виробничо-опалювальні, пікові та енергетичні; за районом обслуговування – індивідуальні, будинкові, групові, квартальні і районні.

Будинкові і групові котельні (малої продуктивності) в основному складаються з котла, поживного і тягодуттєвого пристроїв. Квартальні та районні (середньої і великої продуктивності) більш складні: крім котлів і тягодуттєвих пристроїв вони включають в себе економайзери (для додаткового відбору тепла від димових газів, що відходять), водо- і повітря- підігрівачі, а також водопідготовче, паливопостачальне і попеловидаляюче обладнання.

У котельнях теплопостачання нагрівається вода або виробляється пар (тиском до 20 атм і температурою 200°C). Основне обладнання теплоцентралі - енергетичні котли високого тиску (130-240 атм).

Слід прагнути до однотипності обладнання котелень. Устаткування малих котелень не слід ускладнювати. Навпаки, у великих котельнях ускладнення, пов'язане з механізацією і автоматизацією роботи котелень, себе виправдовує.

Розрізняють котли низького і високого тиску. До останніх (тільки зі сталі) відносять котли з тиском пари вище 0,7 атм і водогрійні з температурою води понад 115°C . Котельні високого тиску за правилами котлонагляду розташовуються у вигляді окремо розташованих будівель. При низькому тиску котельні можуть бути розміщені в підвальних приміщеннях.

§ 2.1. Види палива та його зберігання

В місцевих опалювальних печах основним паливом є дрова, рідше спеціальні брикети, вугілля, торф, солома, лушпиння і горючі гази. У опалювальних котельних зазвичай використовуються вугілля і торф.

Будь-яке паливо є органічною сполукою, горючі елементи якої вступають при високих температурах в реакцію з киснем повітря, що супроводжується виділенням теплоти. До складу палива входять вуглець (C^{P}), водень (H^{P}), кисень (O^{P}), азот (N^{P}), летка сірка (S^{P}), попіл (зола) (A^{P}) і вода (W^{P}). Горючими елементами є вуглець, водень і летка сірка. Кисень палива сам не горить, але разом з киснем повітря підтримує горіння горючих елементів. Азот в горінні не бере участь. Зола – негорюча мінеральна частина палива. Зола і волога є сторонніми домішками до палива і складають так званий зовнішній баласт. Волога, крім того, вимагає і додаткової витрати тепла на її випаровування. Азот і кисень, що входять до органічного складу палива, є його внутрішнім баластом. Дуже небажаною є присутність в паливі сірки, попри те, що частина її є горючим елементом. У результаті горіння сірки і з'єднання

її оксиду з водою утворюється сірчана кислота H_2SO_4 , що роз'їдає сталеві елементи будівель і котлів, забруднює зовнішнє повітря.

При повному горінні вуглецю утворюється вуглекислий газ ($C+O_2=CO_2$) і від 1 кг вуглецю виділяється 7854 ккал; при неповному горінні – чадний газ ($2C+2O=2CO$) і виділяється, внаслідок нестачі кисню, що підводиться, від тієї ж порції спаленого вуглецю лише 2367 ккал. Кількість тепла, яке в результаті практичного спалювання може дати 1 кг палива, називається нижчою робочою теплотворною здатністю палива Q_R^H в ккал/кг. Відповідно до формули Д. І. Менделєєва приблизно

$$Q_H^P = 81C^P + 300H^P - 26(O^P - S_L^P) - 6(9H^P + W^P) \text{ (ккал/кг)}. \quad (2.1)$$

Найменш задовільними є ті сорти палива, які розпадаються на пісок або утворюють багато спеченого шлаку. Небажане надмірне використання вологовмісного палива, яке обумовлює збільшення витрат на транспорт, знижує Q_R^H і викликає зволоження димових каналів і погіршення тяги. Процес горіння палива ділиться на три стадії: перша – підвищення температури палива до початку виділення летких речовин; друга – спалювання їх і горіння твердого залишку; третя – догорання останнього. Горіння буде повним, якщо повітря рівномірно поступає до усієї маси палива і менше в першій і третій стадіях, коли основна маса спалюваного палива в горінні вже не бере участь.

Таблиця 2.1. Характеристика твердого палива

Вид палива	Теплотворність палива, в ккал/кг	Вага 1 м ³ палива, в кг	Температура горіння, в °С	Оптимальна товщина шару палива, в см	Об'єм повітря для спалювання 1 кг палива, в м ³	Максимальна висота штабеля, що виключає його самозаймання, в м
Дрова вологістю 25%	3000	400	1000	25-35	10	4
Те ж 50%	1800	540	809	35-55	11	4
Торф'яні брикети	4000	250	1000	25	11	4
Буре вугілля	5000	750	1100	9-20	12	1,5
Кам'яне вугілля	6500	850	1200	10-20	17	2
Сланці	2700	600	1000	15-20	12	2
Антрацит «шматковий»	7300	1000	1300	15-25	10	Без обмеження

Практично теплота, що виділяється в процесі горіння, використовується не повністю. Найбільші втрати відбуваються з газами, що відходять, видаляються в атмосферу при порівняно високій температурі, в середньому близько 150°C, обумовленою нерівномірністю процесу спалювання палива і необхідністю попередити

в каналах конденсацію вологи з газів, що відходять. Істотні втрати від хімічної неповноти згорання, через нерівномірності шару палива і нерівномірності тяги. Значна частина теплоти палива не використовується в силу механічної неповноти горіння: частина палива, не згорівши, провалюється через решітки в зольник і видаляється разом з шлаком. Велике значення має раціональність конструкції паливника в печах (достатнього об'єму і з колосниковими решітками, що добре очищаються) і топок котлів. Топки з ручними колосниковими решітками застосовуються в малих котельних установках. Періодичне подавання палива вручну веде до нерівномірного подавання повітря в топку і змінної товщини шару палива, до втрат тепла з газами, що виходять. Механічні решітки забезпечують відносно рівномірне подавання палива – це нормалізує процес горіння і полегшує регулювання топки. Найбільш досконалі топки з ланцюговими решітками, що знаходяться в постійному русі до золотого бункера. При розпилюванні рідкого палива (мазут) в топках застосовують механічні, парові або повітряні форсунки; для подавання газу – спеціальні інжекційні пальники. Загальна величина усіх перелічених вище втрат доходить від 15 до 30% теплотворної здатності палива. Сумарна величина втрат характеризується коефіцієнтом корисної дії теплового генератора. Витрата палива G , що спалюється в тому або іншому тепловому генераторі, впродовж n годин його роботи визначається з виразу:

$$G = \frac{Q_n}{Q_{Hn}^p \eta}, \quad (2.2)$$

де Q – розрахункова середньогодинна теплотужність теплового генератора, в ккал/год;
 η – коефіцієнт корисної дії.

Склад палива повинен забезпечити його зберігання в кількості g_T кг, що необхідно для 600 год роботи котельні при розрахунковій зовнішній температурі.

Т а б л и ц я 2.2. Характеристика рідкого і газового палива

Вид палива	Теплоздатність в ккал/кг
Мазут	9 500 – 10 500
Гази:	
доменний	900 – 1000
генераторний	2000 – 4000
коксівий	4000 – 4500
Природні гази	8 500
Штучний нафтовий газ	11 000
Рідкий газ	22 000 – 29 000

Примітка. Теплотворна здатність газів подана в ккал/год. Тобто по відношенню до «нормального» (при 0° і 760 мм вод. ст.).

$$g_T = 600 \frac{Q}{Q_{Hn}^p \eta}, \quad (\text{кг}) \quad (2.3)$$

де Q - тепловтрата будівлі, в ккал/год. з урахуванням теплових втрат (чи загальне теплове навантаження на цілі опалювання, вентиляції, гарячого водопостачання і т. д.);

η – к.к.д. місцевої котельні – 0,5-0,9 (малі значення відносяться до невеликих котельних і до палива низької якості, а великі – до великих, працюючих високоекономічно).

Приймаючи з таблиці. 2.1 значення висоти штабелю палива h в м і його об'ємної ваги γ в $\text{кг}/\text{м}^3$, отримаємо необхідну площу, яку займе паливо на складі,

$$F_T = 600 \frac{g_T}{\gamma_T h} \cdot (\text{м}^2) \quad (2.4)$$

Площа приміщення складу визначається додаванням до підрахованої площі палива необхідної площі проходів. У котельних, що окремо стоять, для спрощення будівництва паливо допускається зберігати під навісом, відкрито; зовні розміщувати золоуловлювачі, тягодувні пристрої, резервуари хімічної водоочистки, відстійники та інше.

Контрольні питання та завдання

1. Які є види палива?
2. Які є типи котелень?
3. Вимоги до якості палива.

РОЗДІЛ 4. ГАЗОПОСТАЧАННЯ

§ 4.1. Природні та штучні гази

Горючі гази – водень, окис вуглецю, нижчі вуглеводні та інші, до складу яких входять вуглець і водень. Горючі гази широко використовуються в промислових, опалювальних і побутових печах, котлах і приладах, знижуючи великі витрати вугілля, нафти і т. д.

Застосовуються природні гази (з надр землі), а також штучні (переробка твердого та рідкого палива). Використовується і рідкий газ – суміш пропану C_3H_8 та бутану C_4H_{10} , що виробляється з природного нафтового газу, або з побічного продукту термічної переробки нафти.

Ще Д. І. Менделєєвим вказувалося, що нафта і природні гази насичують пористі гірські породи. Зараз гази добуваються з отворів у покладах піску і вапняку, оточених газонепроникними породами. На відміну від цих чисто газових родовищ, відомі і такі, в яких газ (важкі вуглеводні, вуглекислий газ) знаходиться в розчиненому стані в нафті або утворює над нею «газову подушку» (рис. 4.1.). В останніх випадках газ є «попутним» або «нафтовим».

Гази «чисто газових» родовищ містять багато метану CH_4 і відносно мало важких вуглеводнів і вуглекислого газу CO_2 . Наприклад, для ставропольського газу: метану - 98,6%, етану, пропану, бутану - 0,6%; вуглекислого - 0,1%; азоту N_2 - 0,7%; Склад сизранського вже попутного нафтового: метану - 31,9%; етану, пропану, бутану - 33,3%; сірководню H_2S - 1,7%; вуглекислого газу - 1,6%; азоту - 31,5%.

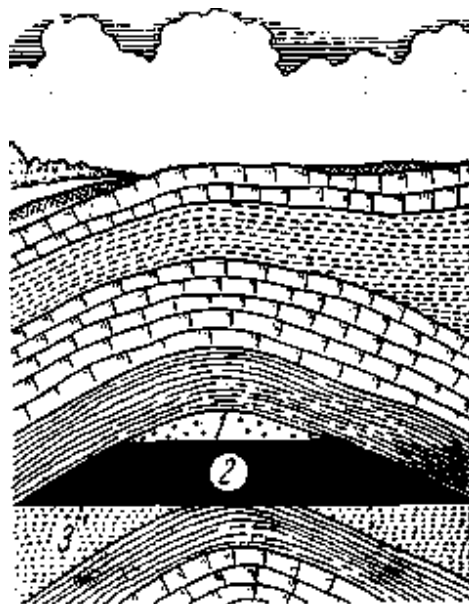


Рис. 4.1. Розташування «газової подушки» над нафтою

Хімічний склад, теплотворна здатність, температура і швидкість займання горючих газів різноманітні. Всі горючі гази отруйні і вибухонебезпечні, згоряють однаково, повністю без диму. Основні кінцеві продукти – вуглекислота, азот, водяна пара. На згоряння 1 м^3 газу необхідно $5\text{--}8\text{ м}^3$ повітря. Об'єм продуктів

згорання приблизно в 6 разів більше об'єму газу. Приміщення, в яких спалюється газ (кухні, ванні кімнати, котельні і т. д.) повинні обов'язково мати належну вентиляцію: витяжну для відведення продуктів згорання газів і приточну – для підтримки горіння газу та очищення повітряного середовища приміщень. Внутрішнє газообладнання останніх повинно установлюватись ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди».

Забір природного газу здійснюється в газовій свердловині (рис. 4.2). Добутий газ збирається в газозбірну мережу і подається на «головний регуляційний пункт» (ГРП).

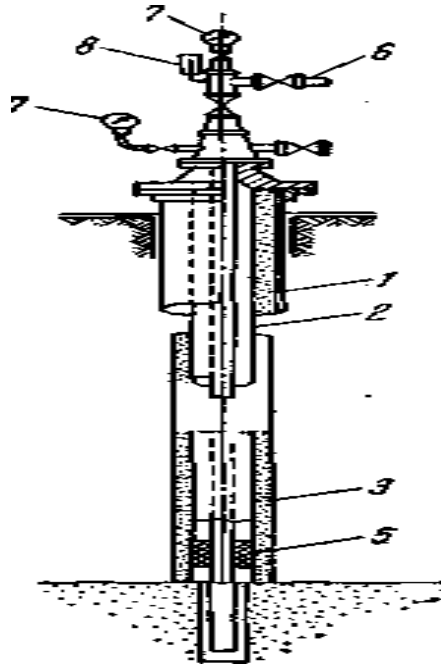


Рис. 4.2. Схема оголовка свердловини

1 – трубна колонка; 2 – колонка обсадних труб; 3 – кільцевий простір; 4 – труби для виходу газів на поверхню; 5 – шар ущільнення (від проникнення газу в обсадні труби); 6 – штуцер відбору газу; 7 – манометри; 8 – термометр

Попередньо газ проходить очистку в сепараторі (біля свердловини) від рідких і твердих домішок. У газорозподільних пунктах (ГРП) газ піддається вторинній очистці і одоризації – надання запахів шляхом додавання меркаптанів. Цей запах служить для розпізнавання природних газів при витоках. Вторинна очистка газів видаляє з них сірководень, передбачає осушку газів.

Процес отримання штучних газів полягає у тепловій переробці твердого палива (кам'яного вугілля, сланців, торфу) або нафти. У останньому випадку застосовується і хімічна переробка.

До горючих газів, що отримуються в результаті розкладання палива, відносяться: коксовий і кам'яновугільний (за видом початкового палива); генераторний і доменний (згідно з основним обладнанням вироблення газів).

Склад газу підземної газифікації складається з окису вуглецю CO 10%, водню H_2 – 20%, вуглекислого газу CO_2 – 16%, азоту N - 51% і 3% інших газів.

Склад газу підземної газифікації складається з окису вуглецю CO 10%, водню H_2 – 20%, вуглекислого газу – 16%, азоту N – 51% і 3% інших газів. Хоча теплотворна здатність цих газів не більше 900 ккал/м^3 , практичне їх використання все ж доцільне в місцях, близько розташованих до станції підземної газифікації.

§ 4.2. Споживачі газу

Споживання газу буває:

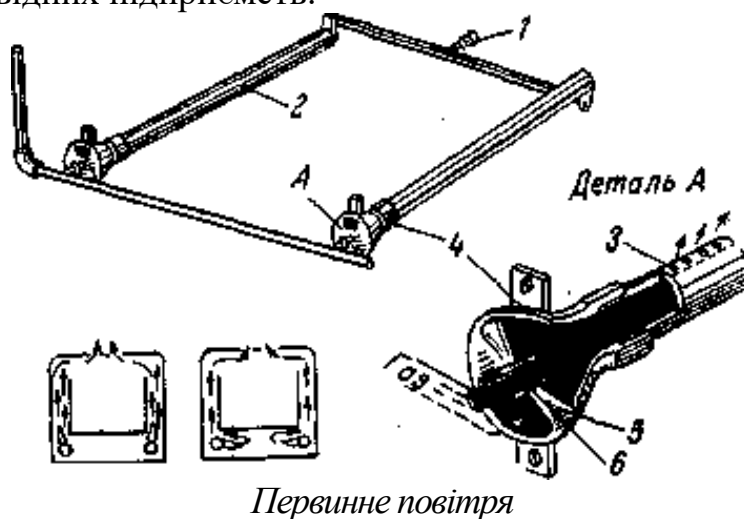
- побутове (приготування їжі, нагрівання води, і т. п.) в житлових будинках;
- комунально-побутове (столові, хлібозаводи, лазні, пральні, лікарні, дитячі установи, школи і т. п.);
- промислове (на технологічні цілі);
- енергетичне (опалення, вентиляція і охолодження будівель різного призначення);
- автотранспортне (автомобілями, переведеними на газ).

Витрата газу на побутові та комунально-побутові цілі впродовж року непостійна (витрата більша взимку). У промисловості помісячне коливання витрат невелике. Навпаки, для опалення, вентиляції та охолодження це коливання значне. На опалення і вентиляцію газ витрачається в основному тільки в опалювальний період. Сумарні витрати газу на побут і опалення – близько 70 % загальної.

Колівання цих витрат і визначає режим роботи всіх елементів системи газопостачання, практичне їх використання все ж доцільне в місцях, близько розташованих до станції підземної газифікації.

Для вирішення основних завдань постачання паливом населених пунктів користуються середніми нормами річної витрати газу на одну особу $Q_{\text{рік}}$ (ДБН В.2.5-20-2001).

Витрати газу на комунально-побутові цілі і технологію приймаються за нормами для відповідних підприємств.



Первинне повітря

Рис. 4.3. Трубчатий пальник духової шафи кухонної плити: 1 – ручка; 2 – пальник; 3 – вихід газоповітряної суміші; 4 – дифузор; 5 – регулятор первинного повітря; 6 – форсунка

Витрата газу для опалювальних печей і котлів визначається в залежності від тепловиробничості печі або котла, к. к. д. цих пристроїв (наприклад, водонагрівна плита – 0,55; водонагрівач – 0, 8; піч або котел ~ 0,75).

Для ефективного спалювання газу необхідно подати до нього достатню кількість повітря, добре домішавши його до газу. Цим цілям відповідає будова спеціальних газових пальників – трубчастих і конфорочних. Перші (рис. 4.3) представляють собою трубу з отворами $d = 2-3$ мм, з яких виходить полум'я при горінні газу, що обігріває стінки камери. Другі (рис. 4.4) призначаються для горіння безпосередньо під поверхнею.

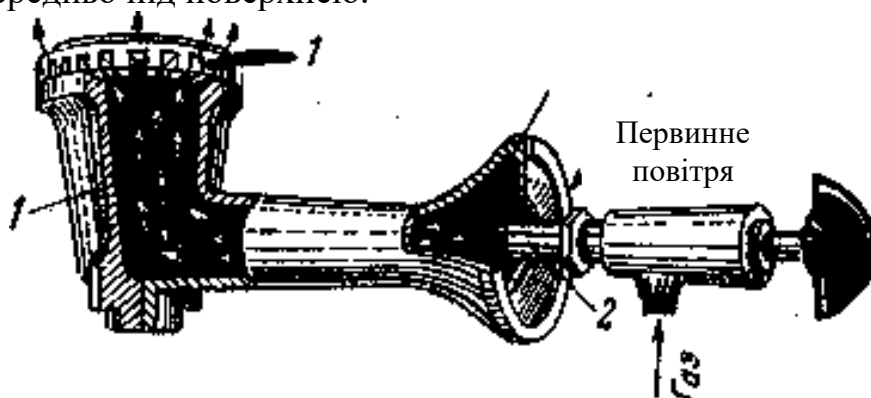


Рис. 4.4. Конфорочний пальник

1 – змішувальна камера; 2 – форсунка; 3 – газорозподільний ковпачок

Такі пальники називаються інжекційними, оскільки струмінь газу підсмоктується (інжектуються) повітрям (первинне) і утворюється газоповітряна суміш. Згорання такої суміші з додатковою порцією повітря (вторинна, приєднується до полум'я) забезпечує підвищення температури і повноту згорання газу. У тих випадках, коли витрачаються значні кількості газу (котли; комунальні та промислові печі і т. д.) застосовуються змішувальні пальники, до яких і газ, і повітря підводяться по самостійних напірних трубопроводах (тиск газу 50-150 кг/м²; повітря 50-300 кг/м²). У цих випадках зазвичай компонується багатоструменевий газовий пальник.

Двоконфорочні плити можуть встановлюватися в кухнях внутрішнім об'ємом не менше 10 м³, а чотирьохконфорочні – при об'ємі не менше 17 м³. Відстань від плити до кам'яної стіни – 10 см; від дерев'яної (за протипожежними вимогами) – 25 см. Газовий водонагрівач у ванних кімнатах встановлюється на відстані 3 см від стіни. При навішуванні водонагрівача на дерев'яну стіну або перегородку останні ізолюються листовим азбестом ($\delta = 3$ мм) і покрівельною сталлю. Відведення продуктів згорання – по каналах в капітальних стінах, з урахуванням протипожежних вимог. Мінімальний об'єм приміщення ванної кімнати – 12 м³. Під дверима повинна бути передбачена щілина не менше 3 см або жалюзійні ґрати площею 0,02 м² для припливу повітря до пальника.

В опалювальній печі, що переведена на газове паливо, для виключення попадання шкідливих речовин в приміщення, в засувці або юшці печі, передбачаються два-три отвори $d = 2-5$ мм.

Широко застосовується переобладнання на газ і різних опалювальних котлів шляхом введення в їх топку інжекційних пальників. Будівництво газових котелень відрізняється від таких же на твердому паливі відсутністю складів палива (подачі палива) і попеловидалення. Особлива увага повинна звертатись на ретельність виконання вимог техніки безпеки при експлуатації газового обладнання та на автоматику (спалювання газу).

§ 4.3. Газові мережі

Транспортування звичайного природного горючого газу здійснюється по трубопроводах, а рідкого – в балонах і цистернах. Газопроводи на території міст, промислових підприємств і населених пунктів поділяються на: розподільні газопроводи, що йдуть від ГРС, ГРП, сховищ газу, газових заводів, вводи до окремих будівель і споруд.

Залежно від максимального робочого тиску газопроводи розрізняються:

- низького тиску з тиском газу не більше $0,05 \text{ кгс/см}^2$;
- середнього тиску з тиском газу понад $0,05$ до 3 кгс/см^2 ;
- високого тиску з тиском газу понад 3 до 6 кгс/см^2 ;
- високого тиску з тиском газу понад 6 до 12 кгс/см^2 .

Розподільні газопроводи поділяються на:

- газопроводи низького тиску для газопостачання житлових, громадських будівель і комунально-побутових споживачів;
- газопроводи середнього і високого тиску до 6 кгс/см^2 для живлення розподільних газопроводів низького і середнього тиску через міські газорегуляторні пункти – ГРП, а також газопроводів промислових і комунально-побутових підприємств через місцеві ГРП;
- газопроводи високого тиску від 6 до 12 кгс/см^2 для подачі газу до сховищ газу, ГРП, а також великим промисловим підприємствам, технологічні процеси яких вимагають застосування газу високого тиску до 12 кгс/см^2 .

Для газопостачання міст, населених пунктів і промислових підприємств проектується такі системи розподілення газу:

- одноступінчасті системи з подачею газу споживачам тільки по газопроводах, як правило, низького тиску;
- двохступінчасті системи з подачею газу споживачам по газопроводах двох тисків – середнього і низького або високого до 6 кгс/см^2 і низького;
- триступінчасті системи з подачею газу споживачам по газопроводах трьох тисків – високого до 6 кгс/см^2 , середнього і низького;
- багатоступінчасті системи, при яких розподіл газу здійснюється газопроводами чотирьох тисків – низького, середнього, високого до 6 кгс/см^2 і високого до 12 кгс/см^2 .

Зв'язок між газопроводами різних тисків, що входять в систему газопостачання, повинен здійснюватися тільки через ГРП.

Вибір системи розподілу газу проводять в залежності від розмірів і планування міста або населеного пункту, цілей і режиму використання газу, розміщення побутових і промислових споживачів, розмірів газоспоживання,

розташування ГРС, фізико-хімічних параметрів газу, типів і розміщення сховищ газу, техніко-економічних розрахунків і умов безпеки експлуатації.

На рис. 4.5 показаний приклад газопостачання великого міста. Прокладка в останньому газових мереж здійснюється зазвичай по кільцевій схемі (рівномірність тиску в мережі, надійність при аварії). ГРС – останній пункт магістрального газопроводу – приймає газ і розподіляє його в міську мережу і газгольдери (горизонтальні і вертикальні резервуари, які показані на рис. 4.6, 4.7). ГРП (рис. 4.8) знижує тиск газу для направлення його в мережу низького тиску, до якої підключаються споживачі.

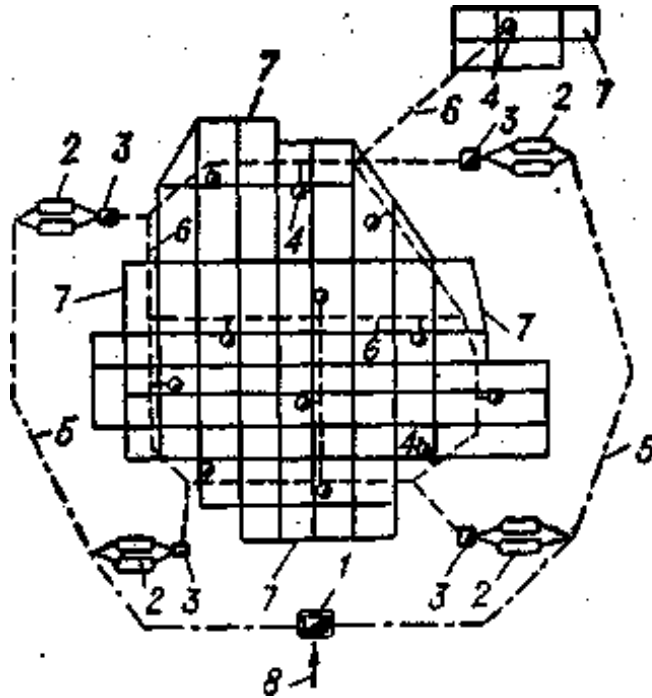


Рис. 4.5. Триступенева схема газопостачання

1 – ГРС; 2 - газгольдерна станція; 3 – ГРП, середнього тиску; 4 – ГРП – низького тиску; 5 – газопровід високого тиску; 6 – газопровід середнього тиску; 7 – газопровід низького тиску; 8 – магістральний газопровід від джерела газу.

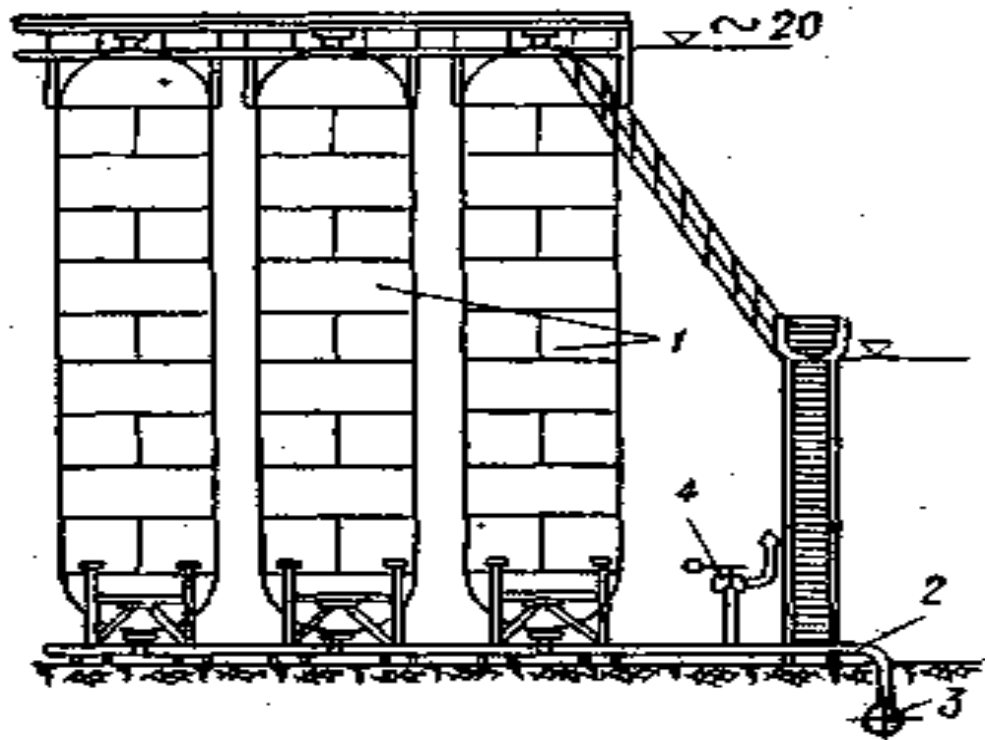


Рис. 4.6. Центральні газгольдери
1 – газгольдер; 2 – газопровід (подаючий і відвідний); 3 – те саме; 4 – запобіжний клапан

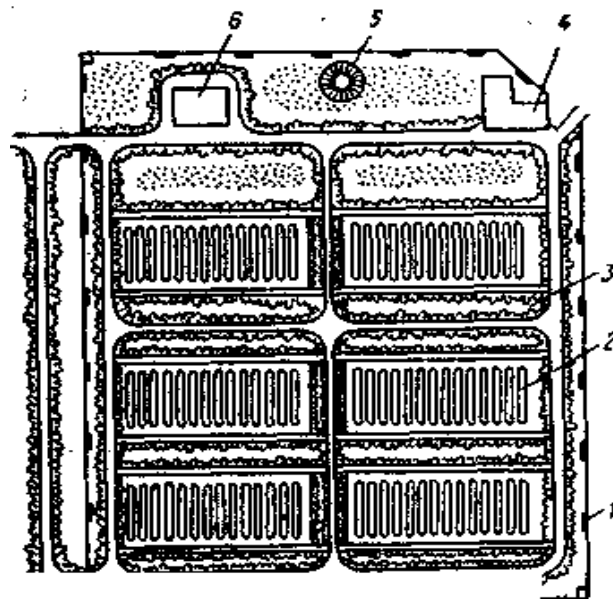


Рис. 4.7. Схема газгольдерної станції
1 - огорожа; 2 - горизонтальні газгольдери; 3 - зелені насадження; 4 - прохідна; 5 - водяний резервуар; 6 – регуляторне відділення

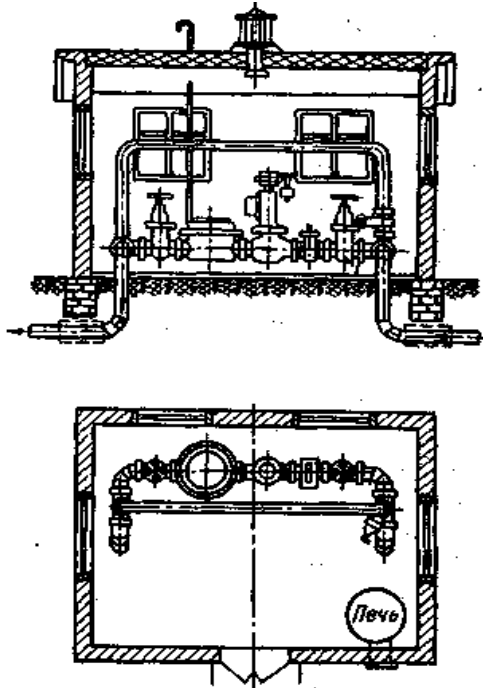


Рис. 4.8. Одноступінчатий ГРП (з фільтром, регулятором напору, контрольно-вимірювальними приладами).

Будівля ГРП повинна мати опалювальний пристрій (зазвичай піч) і вентиляцію (припливні жалюзі або проsvіти в зовнішньому огороженні, витяжну шахту).

Газопроводи, як правило, прокладаються в землі. Надземну прокладку застосовують при перетині перешкод (мостові і арочні переходи), на території промислових майданчиків. У цих випадках газопроводи необхідно утеплювати, щоб запобігти конденсації і замерзання водяної пари, що знаходиться в газі.

Газопроводи монтують із сталевих труб, з'єднуючи їх зваркою, а в місцях установки арматури, засувок і т.п. за допомогою різьбових і фланцевих з'єднань.

Для захисту труб від корозії, перед укладанням в землю їх покривають бітумною мастикою, обгорткою крафт-папером, що оберігає ізоляцію від оплавлення на сонці і механічних пошкоджень.

Якщо газ вологий, то глибина закладення нижче середньої глибини промерзання ґрунту. Газопроводи осушеного газу можуть прокладатися вище (до 0,8 від поверхні землі) з урахуванням боротьби з пошкодженням і динамічних навантажень.

Всі газопроводи повинні мати ухил не менше 0,0015. Це забезпечує видалення конденсату в конденсатозбірники, виключає водяні затори. У місцях установки засувок передбачають колодязі або більш безпечні в разі прориву газу безколодязні виводи подовжених штоків від засувок.

Введення охоплює ділянку газопроводу від зовнішньої розподільної частини до запірною газового пристрою (засувки, коркового крану) дворової мережі, а при її відсутності – до запірною пристрою будівлі. Якщо кухонні і ванні приміщення примикають до сходової клітки, то введення влаштовується в останню. При великоблочному будівництві газові стояки нерідко прокладаються сумісно з іншими трубопроводами в санітарно-технічних кабінах або ж закладаються в монолітні стіни

або перегородкові панелі. Газопроводи в сходиноківій клітці, всередині квартири прокладаються відкрито. Діаметри газовідвідної труби для багатьох приладів приймаються стандартними. Наприклад: $d = 1\frac{1}{2}$ дюйма для пальника плити, духовки, смісного водонагрівача ванної кімнати, малого лабораторного пальника. Прихована прокладка газопроводів допускається в стінових блоках і панелях заводського виготовлення.

Розрахунок діаметрів прямолінійних газопроводів здійснюється в залежності від гідравлічного режиму руху газу:

для ламінарного режиму

$$H = 115\,420 \frac{Q}{d^4} \gamma v \quad (4.3)$$

для критичного режиму ($Re = 2000-4000$)

$$H = 0.0526 \frac{Q^{2,333}}{d^{5,333} v^{0,333}} \gamma \quad (4.4)$$

для турбулентного режиму

$$H = 7 \left(\frac{k_e}{d} + 1922 \frac{vd}{Q} \right)^{0,25} \frac{Q^2}{d^5} \gamma, \quad (4.5)$$

для газопроводів середнього та високого тиску у всій області турбулентного режиму

$$\frac{P_H^2 - P_K^2}{l} = 1,45 \cdot 10^{-3} \left(\frac{k_e}{d} + 1922 \frac{vd}{Q} \right)^{0,25} \frac{Q^2}{d^5} \gamma \quad (4.6)$$

де H – втрата тиску на 1 м² довжини прямої труби, в кг/м²·м;

P_H, P_K – тиск газу на початку і в кінці газопроводу, в кг/см²;

d – внутрішній діаметр газопроводу, в см;

Q – витрата газу, в н·м³/год;

γ – питома вага газу при 0⁰С і тиску 760 мм рт.ст., в кгс/н·м³;

v – коефіцієнт кінематичної в'язкості газу, в м²/с при 0⁰С і тиску 760 мм рт.ст., в кгс/н·м³;

l – розрахункова довжина газопроводу, в м;

k_e – еквівалентна абсолютна шорсткість труби, в см.

Втрати тиску в місцевих опорах (коліна, трійники, запірна арматура та інші) рекомендуються враховувати збільшивши розрахункову довжину газопроводу на 5-10 %. Коли відсутній зовнішній газопровід – використовують балонне газопостачання. Сталеві балони, що наповнені рідким газом високого тиску (до 20 атм), встановлюються в спеціальних шафах (рис. 4.9) зовні будівлі, поблизу від газових нагрівальних приладів. Встановлюють, як правило, два балони (один резервний). Балон звичайної ємності 50 л постачає газ одному кухонному пальнику протягом 30 год. Для газопостачання цілої будівлі або кварталу встановлюється декілька шаф або цистерна з рідким газом. Групи шаф забезпечуються редуктором, що знижує тиск зрідженого газу до 250-300 кг/м². Цистерни, ємність (до 10 т) яких зазвичай розраховується не більше, ніж на місячну потребу абонента, забезпечуються запобіжними клапанами і рівнемірами.

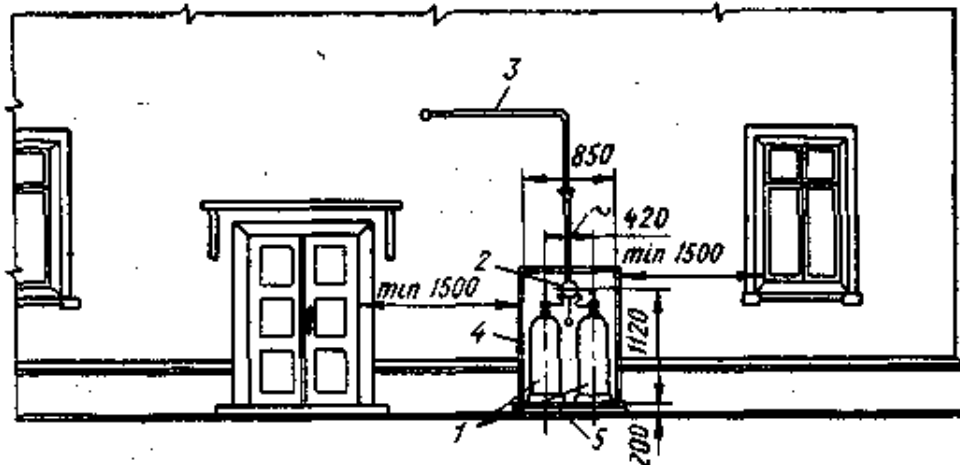


Рис. 4.9. Дворова установка газопостачання
1 – балон; 2 – редуктор; 3 – газопровід; 4 – металева шафа; 5 – бетонна площадка

§ 4.4. Експлуатація газових приладів

Експлуатація газових пристроїв в будівлях знаходиться у відомстві експлуатаційної служби газового господарства міст, а на комунальних і промислових підприємствах є спеціальний персонал під контролем міських газових інспекцій. Спостерігаючи за експлуатацією повинні:

- інструктувати працівників домогосподарств, підприємств і населення про правильне і безпечне користування газовими приладами;
- регулярно оглядати газові пристрої та усувати витік газу, очищати газопроводи і видаляти вологу;
- не допускати промерзання газопроводів і ліквідувати нальоди;
- підтримувати в справності запірні, регулюючі та лічильні пристрої і своєчасно замінювати зношені деталі газового господарства;
- спостерігати за правильним горінням газу та підтриманням необхідного його тиску для роботи приладів.

Газопроводи слід ремонтувати після відключення домашньої мережі від магістралі з дотриманням правил, встановлених для газовибухонебезпечних робіт (в протигазах і т. д.). Зварювання розкритих зовнішніх газопроводів проводять тільки при тиску газу не менше 100-200 кг/м².

При меншому тиску можливе утворення вибухонебезпечної суміші газу.

Приміщення, де ведеться ремонт газового господарства, необхідно ретельно провітрювати. У них забороняється палити, запалювати вогонь, вмикати електричні лампи. Інструменти повинні бути з металів, що не дають іскор при ударах. Особливу увагу слід звертати на наявність тяги в вентиляційних каналах.

Контрольні питання та завдання

1. Які є споживачі газу?
2. Проведіть класифікацію газопроводів.
3. Правила експлуатації газових приладів.

РОЗДІЛ 5. ВЕНТИЛЯЦІЯ

§ 5.1. Гігієнічне значення вентиляювання приміщень

Стан повітряного середовища визначає самопочуття людини. Крім температур повітря і навколишніх поверхонь, вологості і рухливості повітря, на нього впливає забруднення пилом, газами, парами, мікроорганізмами, речовинами, що погано пахнуть.

У повітря житлових і громадських приміщень надходять продукти життєдіяльності людського організму: вуглекислота (CO_2), водяні пари, тепло. У непровітреній кімнаті в людини виникають нудота, головний біль.

На виробництві основне джерело забруднення повітря – технологічний процес. Значні кількості, наприклад, чадного газу (CO) виділяються в ливарних цехах (плавлення чавуну, сталі). Окис вуглецю, що вдихнули, з'єднується з гемоглобіном крові (витісняючи кисень) і може привести до смерті людини. Тривале перебування в невентильованих виробничих приміщеннях спричиняє появу професійних захворювань (силікоз, ливарна лихоманка, ртутна екзема тощо).

Ряд шкідливих виділень може впливати і на виробниче обладнання, на продукцію, що випускається, на архітектурно-будівельні конструкції. Зниження запиленості і температури частин, що труться, підвищує продуктивність і термін служби прокатних станів. Збільшення відносної вологості в друкарських цехах змінює розмір паперового листа і при художньому, послідовно-наносному друку веде до браку. Зволоження будівельних матеріалів веде до відшарування покриттів огорожень, руйнування архітектурних пам'яток.

Гігієністи, забезпечуючи комфортні умови для життєдіяльності людини, вважають за необхідне нормувати всі фактори, що впливають на тепловіддачу людського тіла, в залежності від характеру та інтенсивності роботи, пристосованості людини до місцевого клімату, до сезону року і т. д. Бажано мати в житлових і громадських приміщеннях температуру повітря взимку не вище 18-21 °С (при $t_{\text{ср.комф.}} = 18,90$, а влітку - 22-25 °С ($t_{\text{ср.комф.}} = 21,7$ °С); цілорічну відносну вологість 40-60 %. Для робочої зони житлових і громадських, а також виробничих приміщень, норми температури і вологості повітря наведені в ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціювання». Максимальна рухливість повітря поблизу людини наближено повинна прийматися: при роботі в сидячому положенні (і температурі повітря 18-20 °С) – до 0,25 м/с; при легкій фізичній праці – до 0,5 м/с; при важкій – до 0,75 м/с; в окремих випадках – за погодженням з санітарною інспекцією – до 1,5 м/с. Архітектор не може раціонально спроектувати житлову, комунальну або виробничу будівлю, не передбачивши користування відкритих для вентиляції зовнішніх світлових прорізів, вентиляційних каналів в стінах і т. д., а нерідко і спеціальних приміщень для вентиляційного обладнання.

§ 5.2. Види і характеристика вентиляційних систем

Вентиляційні системи діляться на припливні і витяжні. Перші нагнітають чисте повітря в приміщення, другі – видаляють забруднене в атмосферу. Іноді влаштовують тільки одну з них, наприклад, витяжну систему кімнати для куріння,

санвузла (заміна витяжки шляхом підсмоктування зовнішнього повітря через нещільності огорожень або внутрішнього із сусідніх приміщень).

За способом переміщення повітря вентиляційні системи поділяються на механічні (за допомогою вентилятора) і гравітаційні (за рахунок різниці мас холодного зовнішнього повітря і теплого внутрішнього), обидві системи можуть використовувати і тиск вітру. Гравітаційна вентиляція здійснюється неорганізовано, внаслідок пористості і щільності огорож, і організовано – по каналах, шахтах і як аерація, при відкритті зовнішніх прорізів вікон, воріт, ліхтарів.

У всіх житлових і громадських приміщеннях (за винятком розташованих під іншими, мокрих що мають різкі запахи) незалежно від способу вентиляції повинні передбачатися кватирки або відповідно передбачені отвори в зовнішніх стінах для періодичного провітрювання.

Вентиляційна система може бути загальною, місцевою, локалізуючою, аварійною та змішаною.

Перша – вирішує задачу вентилявання всього об'єму приміщення, друга – тільки окремих його зон (наприклад, біля робочого місця); третя – біля виробничих установок, які виділяють шкідливі речовини (навіси над ковальськими горнами, відсмоктувачі від хімічних шаф і т.д.). У випадках періодичності надходження отруйних або вибухонебезпечних речовин влаштовують «аварійну» вентиляцію. Змішані системи являють собою комбінації загальнообмінної вентиляції з місцевою та локалізуючою.

Системи, що автоматично підтримують в приміщеннях постійні метеорологічні умови, називаються системами вентиляції з кондиціонуванням повітря.

Зазвичай установки кондиціонування призначаються для приміщень з великим скупченням людей, для тяжких умов роботи, а також в приміщеннях, де кондиціонування обов'язкове для кращого ходу технологічного процесу.

У житлових і громадських будівлях, як правило, влаштовується загальнообмінна вентиляція. Відсмоктування повітря проводиться з найбільш забрудненої зони. У приміщеннях, де виділення тепла і вологи обумовлюють природний підйом повітряних мас, витяжка зазвичай здійснюється з верхньої зони. Приточне повітря доцільно подавати так, щоб воно доходило до людей більш чистим і свіжим, та щоб вони не турбувалися його невідповідністю параметрів припливного струменя для комфортних власних умов для (рухливості, температури і т.д.).

На рис. 5.1 – гравітаційна вентиляція в сільськогосподарському приміщенні за рахунок різниці температур і дії вітру. Вентиляція обумовлює подачу свіжого повітря ближче до тварин і видалення повітря з місць його найбільшого забруднення вуглекислотою, аміаком. Оскільки оптимальні t_b для великих тварин лише 3-8 °С, враховуючи виділення тепла самими тваринами зазвичай пропорційного вазі, підігрів припливного зовнішнього повітря можна не передбачати. У сільськогосподарських будівлях застосовують спрощену схему

(рис. 5.1), влаштовуюють поперечні ежектуючі канали (рис. 5.2); іноді використовують роботу вентиляторів.

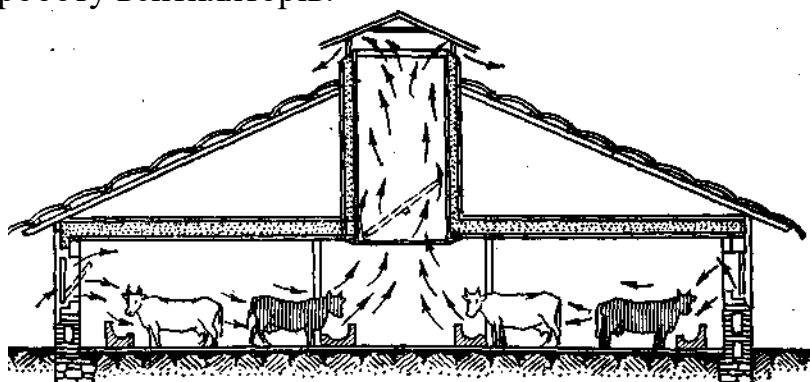


Рис. 5.1. Приклади загальнообмінної гравітаційної вентиляції в сільсько-господарських будівлях.

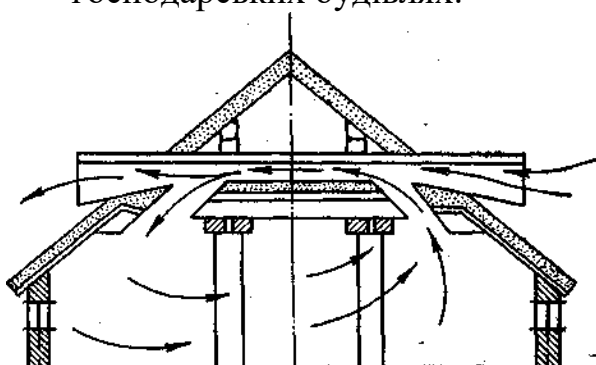


Рис. 5.2. Схема перемішування вентиляційного повітря в приміщеннях

Кожен випадок загальнообмінної вентиляції приміщення має бути ретельно продуманий. Сантехнік і архітектор повинні при проектуванні погоджувати розташування припливних і витяжних отворів і вентиляційного устаткування, враховуючи і архітектурно-будівельні особливості приміщень, і досягнення найкращих гігієнічних показників.

Повітряний душ особливо ефективний при впливі на робітника променистого тепла (від розпеченого металу, промислових печей і т.п.). При зовнішній температурі нижче $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ і легкій роботі температура повітряного потоку – $17\text{-}21\text{ }^{\circ}\text{C}$ (швидкість $0,5\text{ }\text{--}\text{ }2,5\text{ м/с}$), а при важкій – $16\text{-}18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($1\text{-}3\text{ м/с}$). При $t_{\text{в}} > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ для легкої роботи – $19\text{-}24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0,5\text{-}8\text{ м/с}$), для важкої – $18\text{-}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($2\text{-}3\text{ м/с}$). Верхні значення температур призначаються при меншій інтенсивності опромінення (до $2\text{ кал/см}^2\text{ хв}$).

Повітряні душі можуть з успіхом застосовуватися спільно з місцевими відсмоктувачами для зменшення вмісту пилу або газів біля робочих місць (рис. 5.3). Є різні припливні насадки в залежності від їх призначення. Патрубок В. В. Батуріна створює спрямований струмінь; патрубок Г. А. Максимова або поличні патрубки та інші, мають на меті виключити дуття під патрубком або поблизу нього.

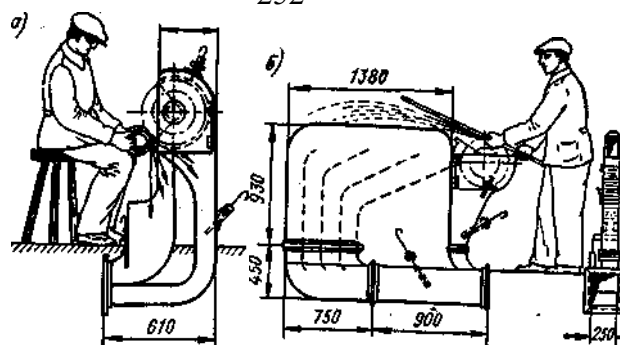


Рис. 5.3. Укриття біля верстатів, що створюють пил

Вентиляційні системи повинні бути економічними, простими у будівництві та експлуатації. При внутрішньому об'ємі на одну людину більше 40 м^3 в приміщеннях із вмістом шкідливих речовин нижче гранично допустимих обмежуватися лише провітрюванням.

Якщо в приміщеннях є теплонадлишки і надходження зовнішнього холодного повітря не буде викликати переохолодження людей, туману і конденсату (на стінах, покриттях, ліхтарях) і не перешкоджає природному видаленню газів, парів, пилу і т. п., то слід орієнтуватися на будову аерації.

Цілорічна аерація повинна передбачатися у виробничих приміщеннях з великими технологічними надходженнями тепла (доменні, мартенівські, прокатні, плавильні, ковальські, термічні цехи і т. п.).

При недостатності теплоподачі, та наявності значних виділень шкідливих речовин у приміщеннях (залівальні, литтєві, фарбувальні цехи і т.д.), як правило, влаштовують змішані системи вентиляції: для теплого періоду – аерацію, для холодного – штучну з механічним спонуканням припливну вентиляцію і природну витяжку через шахти, ліхтарі.

При незначних виділеннях шкідливих речовин (газів, пилу і т. п.) вигідно застосувувати зосереджену горизонтальну подачу припливного повітря зі значною швидкістю (зали для глядачів, ангари, механоскладальні, токарні цехи і т.п.). Такий простий в експлуатації спосіб, який використовується в якості приточної вентиляції і повітряного опалення, дозволяє одним зосередженим випуском охопити значні площі приміщень шириною 40-60 м, довжиною більше 100 м, даючи економію до 85% металу в порівнянні з розгалуженою припливною системою.

Штучна (припливна, витяжна) вентиляція створюється лише у випадках неможливості застосування аерації (наявність газових, парових та інших шкідливих речовин у зовнішньому повітрі і необхідність його обробки; відсутність аераційних прорізів або можливості установки витяжних шахт; значні місцеві виділення отруйних, вибухонебезпечних речовин і т. д.). Докладні вимоги та умови до проектування вентиляції подані в ДБН В.2.5-67:2013.

§ 5.3. Розрахунок повітрообміну в приміщеннях

Кількість повітря, що видаляється через місцеві відсмоктувачі, визначається фізичними властивостями і параметрами шкідливих речовин і прийнятої конструкції газо-, паро-, димо- та пилоприймачів.

Об'єм повітря, що видаляється від ковпаків і витяжних шаф, визначається за формулою:

$$L = 3600FW, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.2)$$

де F – площа розрахункового перерізу (підставки ковпака, або ємного коробаширми, або відкритого робочого отвору шафи), в м^2 ;

W – середня швидкість повітря в ньому, в $\text{м}/\text{с}$.

При неотруйних (нетоксичних) шкідливих речовинах – $W = 0,15-0,25 \text{ м}/\text{с}$; при отруйних – в залежності від кількості відкритих сторін ковпака, що не мають глухих звисань. При чотирьох, трьох, двох і одній відкритій стороні ковпака мінімальне значення відповідно $W = 1,05; 0,9; 0,75$ і $0,5 \text{ м}/\text{с}$. У робочих отворах шаф: $W = 0,3-1,5 \text{ м}/\text{с}$. Верхня межа приймається при отруйних шкідливих речовинах (пари свинцю, гарячої ртуті; суспензія лаків і пари їх розчинників; ціаністі сполуки), а також особливо тонкого (дисперсного) пилу металів. При роботі з радіоактивними речовинами швидкість доводиться до $2 \text{ м}/\text{с}$. У випадку необхідності подолання інерції частинок, що рухаються з великими швидкостями, швидкість відсмоктування приймається до $4 \text{ м}/\text{с}$.

Об'єм повітря, що видаляється бортовими відсмоктувачами, визначається за умови створення швидкості в найбільш віддаленій від борта точці всмоктування не менше, ніж $0,2 \text{ м}/\text{с}$. При виділенні окисів азоту, парів сірчаної кислоти ця швидкість – $0,25$; парів їдкого луку, фосфорної кислоти або хромового ангідриду – $0,3$; парів азотної кислоти – $0,4 \text{ м}/\text{с}$. Об'єм відсмоктування менше при наявності у ванн глухих бічних стінок, при меншій температурі розчину у ванні, при однобортному відсмоктуванні, в порівнянні з двобортним, практично становить $1500-5000 \text{ м}^3/\text{год}$ на 1 м^2 горизонтальної проекції ванни. При ширині щілини бортового відсмоктування $40-100 \text{ мм}$, швидкість у ній $11-15 \text{ м}/\text{с}$.

Об'єм припливного повітря для передувок біля ванн визначають за нормами з виразу:

$$L_{\text{пр}} = 390kb^2l \text{ [м}^3/\text{год]}, \quad (5.3)$$

де b, l – ширина і довжина ванни, в м ;

k – дослідний коефіцієнт в залежності від температури ванни (при $95-20^\circ\text{C}$ – від 1 до $0,5$). Об'єм повітря, що видаляється з протилежного боку через бортовий відсмоктувач, зазвичай приймається в шість разів більше припливного. Об'єм відсмоктувачів від шліфувальних, заточувальних і полірувальних кожухів визначається за формулою:

$$L_{\text{кож}} = md \text{ [м}^3/\text{год]}, \quad (5.4)$$

де d – діаметр точильного круга, в мм ;

m – об'єм відсмоктування, що припадає на 1 мм точильного круга в $\text{м}^3/\text{год}$.

При заточувальних та шліфувальних кругах $m = 1,6-2,0$ при діаметрах кола $d > 600 \text{ мм}$ і $d < 250 \text{ мм}$; при повстяних і полірувальних $m = 4$, а з матеріалу – $m = 6$.

Продуктивність повітряного душу з шириною на робочому місці 1,0-1,2 м визначається за виразом (5.2). Тут F – площа в м^2 , душевого патрубку діаметром D в м, W – швидкість в м/с в його перерізі. Остання знаходиться зі співвідношення

$$\frac{W_x}{w} \approx \frac{x}{D}, \quad (5.5)$$

де W_x – приймається відповідно до необхідних умов швидкості повітряного потоку біля робочого місця на відстані x в м від патрубка.

При $\frac{x}{D} = 3, 4, 5, 6, 7$ значення коефіцієнта приблизно 0,2; 0,12; 0,08; 0,06; 0,045.

Продуктивність повітряних завіс практично складає від 2500 до 10 000 $\text{м}^3/\text{год}$ повітря на 1 м ширини відкритого зовнішнього отвору.

Розрахунок повітряних завіс представляє складну задачу і проводиться з урахуванням габаритів отвору і будівлі, конструкції завіси, а також розрідження, що виникає в отворі під дією різниці температур внутрішнього і зовнішнього середовища і вітрового тиску.

Об'єм вентиляційного повітря загальнообмінної вентиляції при боротьбі з газами, парами або пилом визначається з виразу:

$$L = \frac{M}{m_b - m_n}, \quad [\text{м}^3/\text{год}], \quad (5.7)$$

де M – кількість шкідливих речовин, що виділяються в приміщенні щогодинно, в г;

m_b, m_n – кількість цих речовин в 1 м^3 повітря, що видаляється з приміщення і того, що надходить у нього, в г.

Різниця $m_b - m_n$ – поглинання шкідливих речовин 1 м^3 вентиляційного повітря. Значення m_b – гранично допустимий вміст даної шкідливої речовини в $\text{г}/\text{м}^3$, у повітрі приміщення.

При зміні параметрів пароповітряної суміші кількість припливного повітря при загальнообмінній вентиляції:

$$G = \frac{Q}{J_b - J_n}, \quad [\text{кг}/\text{год}], \quad (5.8)$$

де Q – надлишкове тепло – різниця кількостей тепла, що приходить в приміщення і відданого ($Q = Q_n - Q_b$), ккал/год;

J_b, J_n – кінцевий (у тому, що видаляють) і початковий, (в тому, що надходить) тепловміст повітря, в ккал/кг.

Необхідний об'єм припливу:

$$L = \frac{G}{\gamma}, \quad [\text{м}^3/\text{год}], \quad (5.9)$$

де γ – питома вага повітря, в $\text{кг}/\text{м}^3$, при температурі t , з якою воно вводиться в приміщення.

$$\left(\gamma_{\text{пов}} = \frac{353}{273 + t_{\text{пов}}} \right), \quad [\text{кг}/\text{м}^3]. \quad (5.10)$$

У розрахунках, пов'язаних зі зміною параметрів повітря, корисна діаграма $J-d$, запропонована в 1918 р Л. К. Рамзінім (рис. 5.4). Діаграма пов'язує:

- температуру t повітря по сухому термометрі, в $^{\circ}\text{C}$;
- вологозбереження d водяної пари на 1 кг сухого повітря в г (або кг);
- теплотбереження J , віднесене до 1 кг сухого повітря в ккал;
- відносну вологість повітря ϕ , в %;

- парціальний тиск водяної пари $h_{п}$, в мм рт. ст.

Діаграма $J-d$ дозволяє виразити стан повітря у вигляді однієї точки, яка визначається будь-якими двома параметрами. За знайденою точкою визначаються інші параметри.

Приклад. $\phi_{в} = 30\%$, $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$. Визначити точку, яка виражає даний стан повітря і значення інших параметрів. На перетині ізотерми $t = 20^{\circ}\text{C}$ з лінією $\phi = 30\%$ знаходиться точка А (рис. 5.4), що зображує шуканий стан $J = 7,5$ ккал/кг, $d = 4,5$ г/кг $= 0,0045$ кг/кг і $h_{п} = 5,5$ мм рт. ст.

Для знаходження парціального тиску треба продовжити вертикальну лінію $d = \text{const}$ до перетину з кривою парціального тиску і знайти на правій бічній шкалі ординату цієї точки.

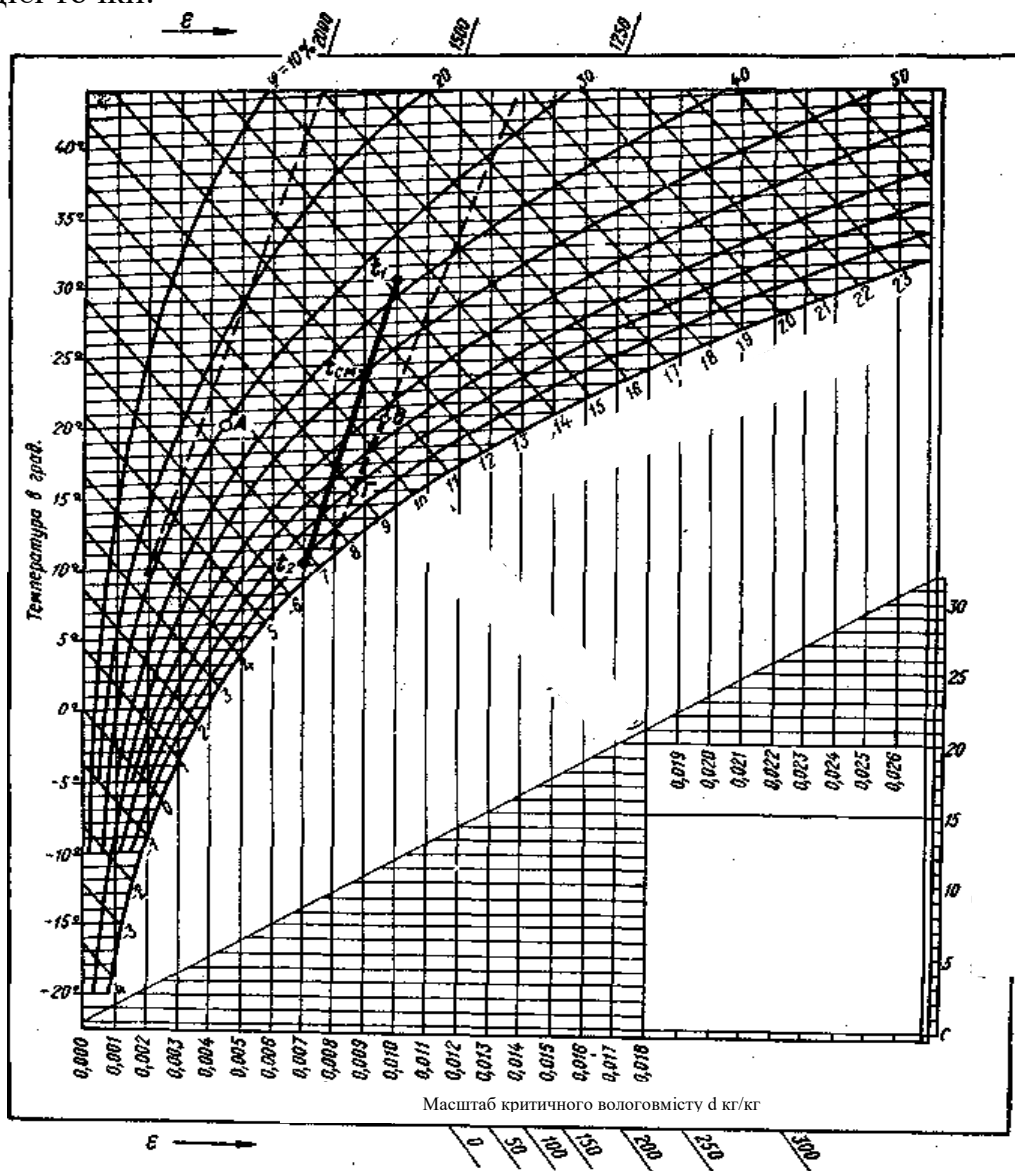


Рис. 5.4. Діаграма $J-d$

Кількість шкідливих речовин, що виділяються в виробничих приміщеннях, залежить від технологічного процесу, його герметизації, наявності та ефективності місцевих відсмоктувачів. Широко використовуються дослідні дані. Наприклад, збільшено приймають, що в ливарних на 1 т дрібного чавунного лиття

виділяється до 100000 ккал тепла і 1,8 кг окису вуглецю, а в газозварювальній майстерні – 200 г цього окису на кожен кілограм спаленого ацетилену.

При виявленні надмірного тепла порівнюють тепловиділення і теплові втрати. Джерело перше – гарячі поверхні і відкриті променеві отвори печей та ін. прилади; надходять в приміщення нагріті вироби (злитки, поковки), розплавлений метал, продукти згоряння: механічна і електрична енергія в разі переходу в тепло; хімічні реакції з виділенням тепла.

Для теплого періоду року враховується і тепло, що вноситься сонячною радіацією, головним чином, через засклені поверхні і покриття. Сонячна радіація через стіни.

Кількість тепла, що надходить в приміщення від сонячної радіації, визначається з виразів:

для засклених поверхонь:

$$q_{\text{рад}}^3 = q_3 A_3 F_3 \quad (5.11)$$

для покриття:

$$q_{\text{рад}}^{\text{п}} = q_{\text{п}} k_{\text{п}} F_{\text{п}}, \quad (5.12)$$

де A_3 – коефіцієнт, що враховує технічну характеристику світлового прорізу;

$F_3, F_{\text{п}}$ – площі скління і покриття, в м^2 ;

$k_{\text{п}}$ – коефіцієнт теплопередачі покриття в $\text{ккал}/\text{м}^2 \text{год. град.}$

Теплові втрати можуть відбуватися через зовнішні огородження і складатися з витрат тепла на підігрів зовнішнього повітря, що надходить через відкриті прорізи і інфільтрує на нагрівання матеріалів, обладнання, що надходять зовні, та витрат тепла на випаровування вологи.

Співвідношення між тепловиділеннями і тепловтратами є змінними, залежними від технологічного режиму обладнання, від зовнішнього клімату.

Метеорологічні параметри і чистота повітря приміщення повинні забезпечуватися системами повітряного опалення, вентиляцією або кондиціонуванням повітря в залежності від виду та призначення систем в межах параметрів А і Б зовнішнього повітря.

Відповідно до цього:

1. Для природної і механічної загальнообмінної вентиляції, призначеної для боротьби з надлишками тепла, вологи або газовими шкідливими речовинами (гранично допустимі концентрації понад $100 \text{ мг}/\text{м}^3$) – розрахункові параметри А.

2. Для загальнообмінної вентиляції, яка передбачає боротьбу з газовими шкідливими речовинами (гранично-допустимі концентрації $100 \text{ мг}/\text{м}^3$ і менше) або для компенсації повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами та обладнанням (на горіння палива, пневмотранспорт, сушки і т. п.) – розрахункові параметри Б для холодного періоду і параметри А – для теплого (починаючи з $t_3 = +10 \text{ }^\circ\text{C}$ – відкриваються фрамуги в нижній зоні).

3. Для систем повітряного душу (боротьба з променистим теплом), які подають зовнішнє повітря – розрахункові параметри Б. В інших випадках для повітряного душу – розрахункові параметри А – для теплого періоду і Б – для холодного.

При тепловому опроміненні понад 300 ккал/год·м² і більше, а також при відкритому виробничому процесі з виділенням отруйних речовин побудова повітряного душу для робочих місць – обов'язкова.

4. Для системи кондиціонування повітря, повітряного опалення та повітряних завіс – параметри Б.

Для житлових, громадських і допоміжних приміщень промислових підприємств повітрообмін диктується вимогами ДБН В.2.5-67:2013, а також за даними інших нормативних документів, спеціально виданих для проектування відповідних приміщень і будівель.

При кількісній оцінці продуктивності вентиляції використовується поняття про кратність повітрообміну (n), під якою розуміється відношення об'єму вентиляційного повітря L в м³/год до внутрішнього об'єму V в м³ вентильованого приміщення:

$$\pm n = \frac{L}{V}. \quad (5.13)$$

Кратності припливу присвоєно знак (+), а витяжки – знак (-). Знаючи кратність, повітрообмін буде:

$$L = \pm nV. \quad (5.14)$$

Різноманіття технологічних умов, пов'язаних з виділенням шкідливих речовин, зазвичай не дозволяє нормувати кратність повітрообміну для виробничих приміщень. Повітрообмін для них розраховується в кожному конкретному випадку.

Контрольні питання та завдання

1. Які є види вентиляційних систем?
2. Для чого проводиться розрахунок повітрообміну в приміщеннях?
3. Для чого використовується діаграма Рамзіна Л. К.?

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 – теплоелектроцентраль
ГЕС – гідроелектростанція
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 України з надзвичайних ситуацій
СНН – склади нафти та нафтопродуктів
ТЕЦ – теплоелектроцентраль
ГРП – газорозподільні пункти
ГРС – газорозподільні станції

ГПСС – генератор піни середньої кратності стаціонарний

ГПС – генератор піни середньої кратності

ГПЧС – генератор пінний чотириструменний сітчастий

ЛЕП – лінії електропередач

ЛІТЕРАТУРА

1. «Кодекс цивільного захисту України» Закон від 02.10.2012 № 5403-VI.
2. Тищенко Є.О., Ленартович Є.С., Мигаленко К.І., Мигаленко О.І. «Спеціальне водопостачання». – Черкаси, 2016, 242 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. Тищенко Є.О., Ленартович Є.С., Мигаленко К.І., Мигаленко О.І. «Збірник задач (Технічна механіка рідини і газу. Спеціальне водопостачання)» – Черкаси, 2017, 103 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. Сельськохозяйственные 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. Калищун 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.
25. ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди». – К. 2002.
26. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування» - К. 2014.
27. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: 2013.