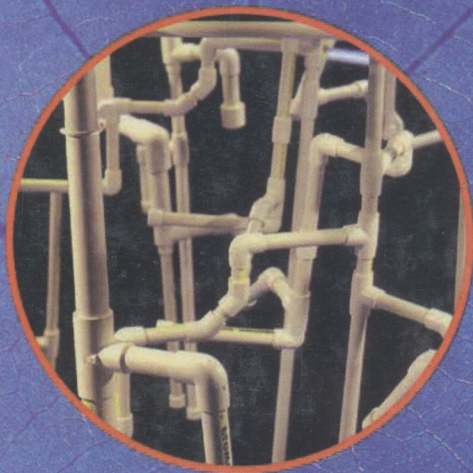


КОНДОР

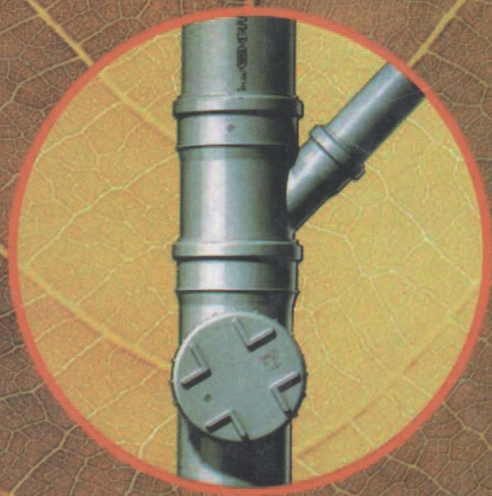


Кравченко В.С.

ВОДОПОСТАЧАННЯ

ТА

КАНАЛІЗАЦІЯ



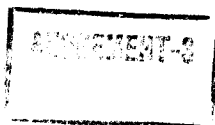
628(075)
К78

В.С. КРАВЧЕНКО

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА КАНАЛІЗАЦІЯ

Підручник

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів вищих навчальних закладів III – IV рівнів акредитації, які навчаються за спеціальністю “Промислове та цивільне будівництво”



**Київ
КОНДОР**

2009

УДК 628 (075.8)
ББК 38.761.1:38.761.2я73
К 78

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(лист № 14/18.2-1864 від 17.12.2001)*

Рецензенти:

А.Я. Найманов, проф., д-р техн. наук.
(Донбаська державна академія будівництва і архітектури);
М.М. Гроль, проф., д-р техн. наук.
В.О. Орлов, проф., д-р техн. наук.
(Рівненський державний технічний університет)

Кравченко В. С.

К78. Водопостачання та каналізація: Підручник. — “Кондор”, 2009 — 288 с.

ISBN 966-8251-15-6

454484

У підручнику наведені системи та схеми водопостачання і каналізації міст, населених пунктів, житлових та промислових об'єктів. Розглянуті питання проектування, будівництва і експлуатації зовнішніх і внутрішніх мереж водопостачання та каналізації. Описані принципи роботи, основи розрахунку, конструкції споруд і мереж для очищення та транспортування природних і стічних вод.

Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю “Промислове та цивільне будівництво”.

НТБ ВНТУ
М.Вінниця

УДК 628 (075.8)
ББК 38.761.1:38.761.2я73

ISBN 966-8251-15-6

© В.С. Кравченко, 2009
© “Кондор”, 2009

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ВОДОПОСТАЧАННЯ	7
1.1. Системи та схеми водопостачання	7
1.2. Питоме водоспоживання	11
1.3. Режим водоспоживання, визначення розрахункових витрат води та необхідних напорів	13
1.4. Джерела водопостачання	16
1.4.1. Вимоги до якості води	16
1.4.2. Джерела водопостачання	18
1.5. Водозабірні споруди для прийому води з поверхневих джерел	21
1.6. Водозабірні споруди для прийому води з підземних джерел	24
1.7. Насоси і насосні станції	29
1.7.1. Типи насосів	29
1.7.2. Основні характеристики роботи насосів	31
1.7.3. Водопровідні насосні станції	35
1.8. Регулюючі та запасні споруди	38
1.9. Зовнішні водопровідні мережі	43
1.9.1. Схеми трасування водопровідних мереж	43
1.9.2. Основи розрахунку водопровідних мереж	45
1.9.3. Труби для водопровідних мереж	49
1.9.4. Арматура зовнішніх водопровідних мереж	52
1.9.5. Споруди на водопровідній мережі та водоводах	57
1.9.6. Випробування і здача трубопроводів в експлуатацію	60
1.10. Поліпшення якості води	60
1.10.1. Основні технологічні процеси та схеми поліпшення якості води	60
1.10.2. Прояснення та знебарвлення води коагуляцією	62
1.10.3. Фільтрування води	66
1.10.4. Знезаражування води	68
1.10.5. Спеціальні методи поліпшення якості води	70
1.11. Основні завдання експлуатації систем водопостачання	73
2. КАНАЛІЗАЦІЯ	74
2.1 Системи та схеми каналізації	74
2.1.1. Види стічних вод	74
2.1.2. Основні елементи каналізації населеного пункту. Системи та схеми каналізації	76

2.2	Зовнішні каналізаційні мережі	81
2.2.1.	Трасування каналізаційної мережі	81
2.2.2.	Основні дані для проектування мереж	83
2.2.3.	Норми та режим водовідведення. Розрахункові витрати стічних вод	83
2.2.4.	Гідравлічний розрахунок каналізаційних мереж	87
2.2.5.	Заглиблення трубопроводів каналізації	89
2.2.6.	Вимоги при проектуванні та побудова позовжнього профілю каналізаційної мережі	91
2.2.7.	Труби, колектори та колодязі на каналізаційній мережі	95
2.2.8.	Перетин самопливних трубопроводів каналізаційних мереж з перешкодами	100
2.2.9.	Будівництво та експлуатація каналізаційних мереж	101
2.2.10.	Дощова каналізаційна мережа	106
2.2.11.	Особливості розрахунку та влаштування мережі загальносплавної каналізації	109
2.3.	Перекачування стічних вод	110
2.3.1.	Насоси для перекачування стічних вод	110
2.3.2.	Схеми та конструкції насосних станцій	110
2.4	Очищення стічних вод	115
2.4.1.	Склад стічних вод та умови скидання їх у водні об'єкти ..	115
2.4.2.	Методи та схеми очищення стічних вод	122
2.4.3.	Споруди для механічного очищення стічних вод	124
2.4.4.	Споруди для біологічного очищення стічних вод	131
2.4.5.	Знезаражування і випуск очищених стічних вод	137
2.4.6.	Методи та споруди для обробки, зневоднення, знезаражування та утилізації осадів стічних вод	137
2.4.7.	Споруди глибокого очищення стічних вод	142
2.4.8.	Особливості очищення невеликої кількості стічних вод	143
2.4.9.	Компонування очисних споруд	147
2.4.10.	Експлуатація каналізаційних очисних споруд	148
3.	САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДИНКІВ	150
3.1.	Водопостачання будинків та окремих споруд	150
3.1.1.	Системи та схеми внутрішніх водопроводів	150
3.1.2.	Матеріали та обладнання внутрішніх водопроводів. Арматура	153
3.1.3.	Визначення розрахункових витрат води у внутрішніх системах водопостачання	164
3.1.4.	Вводи та водомірні вузли	167
3.1.5.	Трасування водопровідних мереж всередині будинку	172
3.1.6.	Установки для підвищення тиску	175
3.1.7.	Водонапірні баки	177

3.1.8. Протипожежне водопостачання	178
3.1.9. Поливальний водопровід	181
3.1.10. Особливості влаштування систем гарячого водопостачання	183
3.1.11. Гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі та побудова її аксонометричної схеми	188
3.1.12. Основні положення з експлуатації систем водопостачання	190
3.2 Внутрішня каналізація	193
3.2.1. Системи та основні елементи внутрішньої каналізації	193
3.2.2. Дворові та квартальні мережі	194
3.2.3. Приймачі стічних вод	196
3.2.4. Каналізаційні мережі. Труби та фасонні частини	204
3.2.5. Місцеві установки для очищення та перекачування стічних вод ..	210
3.2.6. Розрахунок мереж внутрішньої каналізації	212
3.2.7. Водостоки будинків	215
3.2.8. Сміттєвидалення	218
3.2.9. Основні положення з експлуатації внутрішньої каналізації	220
3.3. Водопостачання та каналізація будинків і споруд спеціального призначення	222
3.3.1. Фонтани	222
3.3.2. Плавальні басейни	224
3.3.3. Лікувальні заклади	226
3.3.4. Комунальні підприємства	228
3.3.5. Будинки сільськогосподарського призначення	231
3.3.6. Підприємства загального харчування	234
3.3.7. Підприємства обслуговування автомобілів	236
3.3.8. Об'єкти виробничого призначення	237
3.3.9. Об'єкти будівництва	239
3.4. Основи проектування систем водопостачання та каналізації будинків і споруд	241
3.4.1. Нормативні вимоги. Стадії проектування та склад робочої документації	241
3.4.2. Монтажне проектування	242
3.4.3. Рекомендації щодо монтажного проектування систем водопостачання	244
3.4.4. Методичні вказівки та приклад виконання курсової роботи з водопостачання та каналізації житлових будинків	245
ДОДАТКИ	266
Література	285

ВСТУП

У вирішенні завдань благоустрою і комунального обслуговування населених пунктів пріоритетними є питання поліпшення будівельного проектування, забезпечення охорони довкілля від забруднення і раціональне використання природних ресурсів. Будівництво та експлуатація житлових кварталів, окремих будинків і споруд, об'єктів виробничого і культурно-побутового призначення, а також реконструкція та розширення існуючих об'єктів неможливі без інженерної підготовки фахівців будівельного профілю. Експлуатаційна надійність будівель та споруд значною мірою залежить від функціонування систем водопостачання та каналізації. Без знання проектування, будівництва та експлуатації цих систем неможливо приймати правильні інженерні рішення.

Мета — підручника допомогти студентам вивчити технологічні процеси, що відбуваються у водопровідних і каналізаційних спорудах; призначення цих споруд; водопровідно-каналізаційне господарство міста; санітарно-технічне обладнання будинків; питання будівництва, надійної та раціональної експлуатації систем водопостачання і водовідведення.

Підручник складений відповідно до навчальної програми “Водопостачання і каналізація” для студентів вищих навчальних закладів напряму “Будівництво” і складається з трьох розділів: “Водопостачання”, “Каналізація”, “Санітарно-технічне обладнання будинків”, де без надмірної деталізації описані принципи роботи, розрахунок, основи будівництва і експлуатації споруд і мереж для очищення та транспортування природних і стічних вод.

Підручник призначений для підготовки спеціалістів у вищих навчальних закладах України. У пропонованому посібнику чинні нормативні документи враховані з усіма змінами та доповненнями, опублікованими на 01.11.2001 р.

1. ВОДОПОСТАЧАННЯ

1.1. Системи та схеми водопостачання

Системою водопостачання називають комплекс інженерних споруд, машин і апаратів, які призначені для добування води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування і подачі водоспоживачам. Вона складається із водоприймальних, водопідйомних, очисних, водонапірних і регулюючих споруд, магістральних водоводів і розподільних мереж, засобів автоматизації. В залежності від місцевих умов деякі споруди можуть не використовуватись чи бути об'єднаними одна з одною.

Системи водопостачання поділяють за такими ознаками: функціональним призначенням (господарсько-питні, виробничі та протипожежні); сферою обслуговування (об'єднані та роздільні); за видом об'єктів (міські, селищні, промислові та інші); за територіальним охопленням водоспоживачів (місцеві, централізовані, групові); тривалістю дії (тимчасові та постійні); типом природного джерела (з використанням підземних або поверхневих вод); способом підйому води (гравітаційні та з механічною подачею води); характером використання води (прямоточні, зворотні та з повторним використанням води); надійністю забезпечення подачі води.

Господарсько-питні системи водопостачання подають воду для пиття, приготування їжі і проведення санітарно-гігієнічних процедур. Вода в цій системі повинна бути питної якості. Виробничі водопроводи подають воду на технологічні цілі. Вимоги до якості води визначаються технологіями. Протипожежні системи водопостачання призначені для подачі води під час гасіння пожежі. Вода в протипожежних водопроводах може бути і непитної якості.

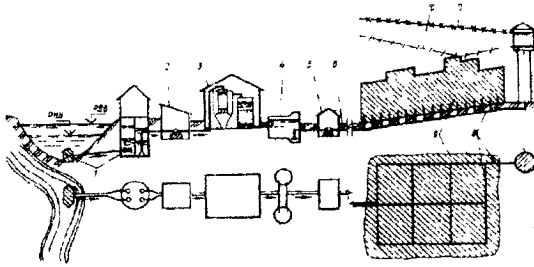
Об'єднані водопроводи задовольняють потреби всіх водоспоживачів, роздільні — окремо подають воду на різні потреби. Місцеві (локальні) системи забезпечують волюю окремих водоспоживачів (наприклад, тваринницьку ферму, промислове підприємство чи окрему групу будинків), централізовані — всіх споживачів даного населеного пункту. Групові, або районні системи водопроводів призначені для забезпечення воєюю кількох населених пунктів, ферм чи підприємств, віддалених одне від одного (проектуються, як правило, при відсутності прісних вод і характеризуються великою довжиною водоводів).

Згідно з СНіП 2.04.02-84 централізовані системи водопостачання за надійністю забезпечення водою поділяються на три категорії. Системи господарсько-питного водопроводу населених пунктів з кількістю жителів до 5 тис. чоловік належать до III категорії. Для них допускається зниження подачі води не більше ніж на 30% на 15 діб і менше, а також перерва в подачі води на час ремонту не більше ніж на 24 години. При кількості жителів від 5 до 50 тис. чоловік передбачається II категорія, для якої перерва в подачі води може бути до 6 годин, а зниження подачі не перевищує 10 діб. Населені пункти з кількістю жителів понад 50 тис. чоловік належать до I категорії, для яких зниження подачі води — не більше 3 діб, перерва — не більше 10 хв. Категорію окремих елементів системи водопостачання встановлюють залежно від їх функціонального значення в загальній системі водопостачання.

Взаємне розташування окремих елементів і споруд у кожній конкретній системі водопостачання називають схемою водопостачання. Вибір складу споруд залежить в основному від наступних факторів: виду природного джерела водопостачання та якості води в ньому; категорії водоспоживачів та їх вимог щодо вільних напорів, кількості та якості води, що споживається; надійності подачі води; рельєфу місцевості.

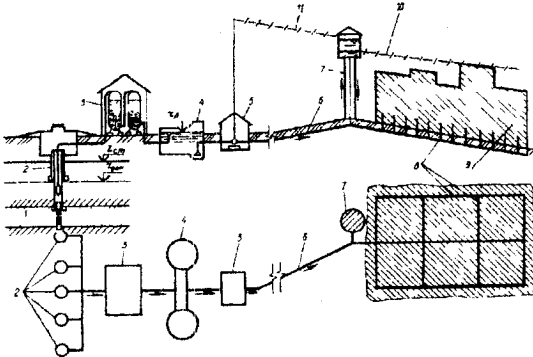
Схема водопостачання з відкритих джерел (мал. 1.1), як правило, має найбільшу будівельну вартість і досить складна в експлуатації, оскільки вимагає наявності водоочисних та інших споруд. За цією схемою вода з відкритої водойми надходить до водозабірних споруд, з яких насосами станції першого підняття подається на очисні споруди. На водоочисній станції поліпшується якість води, після чого вона подається в резервуар чистої води (РЧВ), звідки насосами станції другого підняття водоводами подається до водопровідної мережі водоспоживачам. На території населеного пункту (переважно у найвищих місцях) споруджують водонапірчу башту, яка, як і РЧВ, призначена для зберігання води, регулювання роботи насосів та підтримання у мережі необхідного напору. Накопичення води в башті відбувається в той час, коли насоси подають води більше, ніж її витрачають споживачі; витрачається вода з бака тоді, коли споживання перевищує подачу.

Для водопостачання частіше використовують підземні води, які мають порівняно з поверхневими менший вміст різних домішок, у тому числі і радіоактивних, а також простіший склад водопровідних споруд. Якщо якість підземних вод (наприклад, підвищений вміст домішок заліза) не задовольняє вимоги споживачів, застосовують схему з очищенням води (мал. 1.2), а якщо підземні води за своїми фізико-хімічними та санітарними показниками задовольняють вимоги щодо питної води, то застосовують найпростішу схему водопостачання (мал. 1.3).



Мал. 1.1. Схема водопостачання з поверхневих водних джерел (річки):

1 — річковий водозабір; 2 — насосна станція I підняття; 3 — водоочисна станція; 4 — резервуар чистої води; 5 — насосна станція II підняття; 6 — водовід; 7 — водонапірна башта; 8 — водопровідна мережа; 9 — об'єкт водопостачання; 10 — п'єзометрична лінія в мережі в годину максимального водоспоживання; 11 — те ж саме в годину максимального транзиту води в башту.



Мал. 1.2. Схема водопостачання з очищенням підземних вод:

1 — водоносний пласт; 2 — свердловина; 3 — водоочисна станція; 4 — резервуар чистої води; 5 — насосна станція II підняття; 6 — водовід; 7 — водонапірна башта; 8 — водопровідна мережа; 9 — об'єкт водопостачання; 10 — п'єзометрична лінія в мережі в годину максимального водоспоживання; 11 — те ж саме у водоводі.

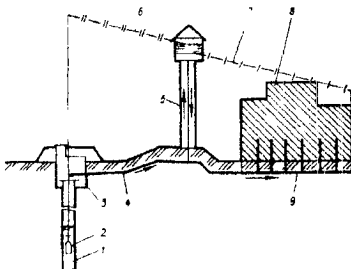
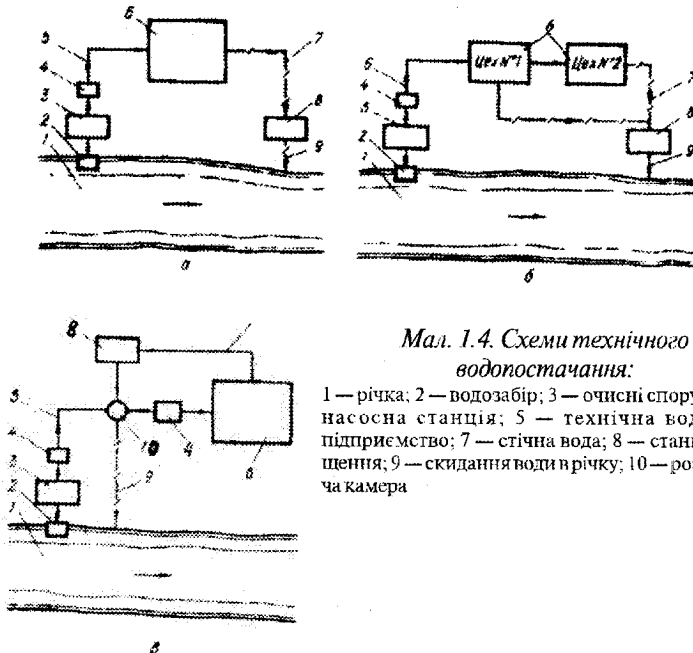


Рис. 1.3. Схема водопостачання зі свердловини:

1 — водозабірна свердловина; 2 — заглиблений електронасос; 3 — оголовок над свердловиною; 4 — водовід; 5 — водонапірна башта; 6 — п'єзометрична лінія у водоводі в годину максимального водоспоживання; 7 — те ж саме у мережі; 8 — об'єкт водопостачання; 9 — водопровідна мережа.

Населені пункти, розташовані біля підніжжя гір, можуть мати джерело води, яке знаходиться вище за них. У цьому випадку передбачають самопливну систему водопостачання з/або без станції очищення води.

Промислові підприємства відрізняються різноманітністю технологічних процесів, споживають воду різної якості та вимагають різних напорів в мережах окремих цехів. Специфічністю технічних систем водопостачання є можливість обороту води для різних потреб. Тому системи водопостачання промислових підприємств досить складні. Якщо підприємство знаходиться на території населеного пункту і споживає незначну кількість води непитної якості, доцільно подавати воду на підприємство з міських мереж. Якщо споживається значна кількість води непитної якості, доцільно влаштовувати окремі системи технічного водопостачання: прямоточні (мал. 1.4а), в яких воду після одноразового використання скидають в каналізацію; з повторним використанням води (мал. 1.4б), де вода використовується послідовно в кількох технологічних операціях; оборотні (мал. 1.4в), в яких воду після використання для технічних потреб очищають або охолоджують, потім використовують на тому ж об'єкті в тих же технологічних операціях. Вибір схеми технічного водопостачання слід вирішувати за техніко-економічними розрахунками.



Мал. 1.4. Схеми технічного водопостачання:

- 1 — річка; 2 — водозабір; 3 — очисні споруди; 4 — насосна станція; 5 — технічна вода; 6 — підприємство; 7 — стічна вода; 8 — станція очищення; 9 — скидання води в річку; 10 — розподільча камера

1.2. Питоме водоспоживання

При проектуванні систем водопостачання необхідно знати кількість води, яка має бути подана водопроводом, види і кількість водоспоживачів з урахуванням перспективного плану розвитку об'єкта, розраховані норми споживання води кожним видом споживача та режим споживання води протягом доби.

Нормою водоспоживання називають кількість води, що витрачається на певні потреби за одиницю часу або на одиницю продукції, що виробляється. В населених пунктах норми господарсько-питного водоспоживання призначають на підставі вивчення фактичного об'єму та режиму водоспоживання в аналогічних умовах або, якщо це неможливо, то за СНіП 2.04.02-84.

Середньодобові норми господарсько-питного водоспоживання в населених пунктах на одного жителя (за рік) при забудові будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом та каналізацією, наступні: безванні — 125 — 160 л/добу; з ваннами і місцевими водонагрівачами — 160 — 230 л/добу; з централізованим гарячим водопостачанням — 230 — 350 л/добу. В населених пунктах, де водокористування здійснюється за допомогою водорозбірних колонок, питомі витрати дорівнюють 30 — 50 л/добу. Потреби місцевої промисловості та непередбачені витрати враховуються збільшенням питомих витрат води на 5 — 10 %.

Питомі витрати води на промислові потреби підприємств залежать від типу продукції, що випускається, прийнятої технології, встановленого обладнання. Ці дані визначають за технологічним паспортом підприємства. Для орієнтовних підрахунків витрат води на підприємствах користуються нормами споживання води на одиницю продукції. Так, наприклад, на молочних заводах на переробку 1 т молока необхідно 7,5 — 12 м³ води, на хлібозаводах — 1,8 — 4,8 м³ води на 1 т хліба, на м'ясокомбінатах — 10 — 40 м³ води на 1 т продукції, на цукрозаводах — 18 — 25 м³ води на 1 т цукру, на плодоовочевих консервних заводах — 8 — 28 м³ води на 1 тис. банок, на цегельних заводах — 1,3 — 1,8 м³ води на 1 тис. штук цеглин. Крім виробничих на промислових підприємствах потрібно враховувати витрати води на господарсько-питні потреби та витрати води на душ. Господарсько-питні потреби води визначають за нормою: 45 л за зміну на одну людину в цехах з тепловиділенням більше 23,2 Вт/м³; 25 л — в інших цехах. Витрати враховують у кінці робочої зміни з розрахунку 500 л/год на одну душеву сітку протягом 45 хв.

Питомі витрати води на поливання залежать від природних та місцевих умов і становлять: для механізованого миття проїздів та майданів з поліпшеним покриттям — 1,2 — 1,5 л/м² на одне поливання; механізованого поливання перелічених проїздів та майданів — 0,3 — 0,4 л/м² на одне

поливання; поливання з шлангів тих же проїздів — 0,4 — 0,5 л/м²; поливання газонів, квітників — 4 — 6 л/м² на одне поливання; поливання зелених насаджень і присадибних ділянок — 3 — 4 л/м² на добу.

При відсутності даних про площі проїздів та зелених насаджень, що поливаються, питомі витрати на поливання визначаються з розрахунку 50–90 л/добу на одного мешканця в залежності від кліматичних умов (на півдні більше), забезпечення водою джерела (менше при малозабезпеченому джерелі), ступеня благоустрою будинків та інших місцевих умов. Кількість поливань для північних районів — одне, для південних — два.

Крім регулярного забезпечення господарсько-питних і виробничих потреб система водопостачання у разі необхідності повинна подати воду на гасіння пожеж. Витрата води на гасіння пожеж необхідна тільки при їх виникненні і тому враховується лише під час перевірочних розрахунків водопровідної мережі та при визначенні об'єму запасних ємностей (РЧВ, водонапірної башти, протипожежних резервуарів).

Витрати води на зовнішнє гасіння пожежі в населеному пункті та розрахункова кількість пожеж наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1.

Витрати води на зовнішнє гасіння пожеж у населеному пункті

Кількість мешканців у населеному пункті, тис. чол.	Розрахункова кількість одночасних пожеж	Витрати води на зовнішнє гасіння пожеж, л/с, при забудові будинками	
		до двох поверхів	три поверхи і більше
До 1	1	5	10
1 — 5	1	10	10
5 — 10	1	10	15
10 — 25	2	10	15
25 — 50	2	20	25
50 — 100	2	25	35
100 — 1000	3	—	40-100

До розрахункової кількості одночасних пожеж включені пожежі на промислових підприємствах, які розташовані в межах населеного пункту. Додатково до витрат води на зовнішнє гасіння пожеж слід враховувати витрати води на внутрішнє гасіння пожежі в житлових, громадських та виробничих будинках, які обладнані внутрішніми пожежними кранами. Перелік таких будинків і нормативні витрати води на внутрішнє гасіння пожежі наведені в СНіП 2.04.01-85.

Розрахункова тривалість гасіння пожежі дорівнює 3 год. Подача розрахункових витрат води на гасіння пожежі повинна бути забезпечена при

найбільших годинних витратах води на інші потреби. При цьому витрати води на поливання, душові, миття підтоги і технологічного обладнання підприємств не враховуються.

1.3. Режим водоспоживання, визначення розрахункових витрат води та необхідних напорів

Режим господарсько-питного водоспоживання протягом доби, місяця, року в населеному пункті не буває рівномірним і залежить від багатьох факторів (режиму життя і трудової діяльності людини, пори року, місцевих умов тощо). Звичайно припускають, що протягом року коливання водоспоживання буває за літнім і зимовим графіками. В розрахунках ці коливання оцінюють коефіцієнтом добової нерівномірності: найбільшим $K_{\text{доб.макс}} = 1,3$; найменшим $K_{\text{доб.мін}} = 0,7$.

Протягом доби погодинні витрати мають значне коливання, яке враховується коефіцієнтом погодинної нерівномірності:

$$\text{найбільшим} \quad K_{\text{гмакс}} = \alpha_{\text{макс}} \cdot \beta_{\text{макс}}; \quad (1.1)$$

$$\text{найменшим} \quad K_{\text{гмін}} = \alpha_{\text{мін}} \cdot \beta_{\text{мін}}; \quad (1.2)$$

де: $\alpha_{\text{макс}} = 1,2 - 1,4$; $\alpha_{\text{мін}} = 0,4 - 0,6$; — коефіцієнти, які враховують ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови (СНіП 2.04.02-84), β — коефіцієнт, який враховує чисельність мешканців у населеному пункті (табл. 1.2).

Залежно від значення $K_{\text{гмакс}}$ приймають типовий графік розподілу добових витрат за годинами доби (додаток 1).

Таблиця. 1.2.

Значення коефіцієнта β [15]

Коефіцієнт	Чисельність мешканців, тис. чол.										
	До 0,1	0,2	0,5	1,0	4	10	20	50	100	300	1000 і більше
$\beta_{\text{макс}}$	4,5	3,5	2,5	2	1,5	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1
$\beta_{\text{мін}}$	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1

Для промислових підприємств погодинні витрати води на технологічні потреби приймають рівномірними за годинами доби протягом зміни або за вимогами технологів, але на господарсько-питні потреби розподіл добових або змінних витрат води виконують згідно з додатком

6. Витрати води на душові розподіляють пропорційно до добових витрат після кожної зміни на підприємствах.

Протягом години в розрахунках передбачається рівномірне водоспоживання. Година, на яку припадає найбільше значення погодинної витрати води всього населеного пункту, є годиною найбільшого водоспоживання, а витрати води кожного споживача за цю годину приймаються як розрахункові.

Розрахункові (середні за рік) добові витрати води, м³/добу, на господарсько-питні потреби населення визначають за формулою:

$$Q_{\text{доб.м}}^{\text{н}} = \frac{g_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}}}{1000}, \quad (1.3)$$

де $g_{\text{ж}}$ — питомі витрати води, л/доб чол., $N_{\text{ж}}$ — розрахункова чисельність мешканців, чол.

Розрахункові витрати за добу найбільшого і найменшого господарсько-питного водоспоживання дорівнюють:

$$Q_{\text{доб.мах}}^{\text{н}} = K_{\text{доб.мах}} \cdot Q_{\text{доб.м}}^{\text{н}}; \quad (1.4)$$

$$Q_{\text{доб.мін}}^{\text{н}} = K_{\text{доб.мін}} \cdot Q_{\text{доб.м}}^{\text{н}}; \quad (1.5)$$

де $K_{\text{доб.мах}} = 1,3$ і $K_{\text{доб.мін}} = 0,7$ — коефіцієнти добової нерівномірності.

Розрахункові (середні за рік) добові витрати води, м³/добу, на полив:

$$Q_{\text{доб.м}}^{\text{пол}} = 10 g_{\text{ж.пол}} \cdot F_1; \quad (1.6)$$

де $g_{\text{ж.пол}}$ — питомі витрати води, л/м² на один полив, F_1 — площа поливу, га.

Розрахункові (середні за рік) добові витрати води на промислові потреби, м³/добу, дорівнюють:

$$Q_{\text{доб.м}}^{\text{п}} = g_{\text{ж.п}} \cdot N_2 \quad (1.7)$$

де $g_{\text{ж.п}}$ — питомі витрати води, м³, на одиницю продукції, N_2 — кількість продукції, що випускається.

В розрахунках систем водопостачання, як правило, визначають спочатку погодинні витрати води для кожної категорії водоспоживачів, а потім підсумовують ці значення, тобто визначають погодинне водоспоживання всього населеного пункту. Погодинні витрати води споживачем, м³/год, дорівнюють:

$$q_{\text{г}} = \frac{a}{100} \cdot Q_{\text{доб.мах}}; \quad (1.8)$$

де a — розподіл добових витрат $Q_{\text{доб.мах}}$ — для конкретної години, %.

Максимальне погодинне водоспоживання одного типу споживача, м³/год, можна визначити як:

$$q_{hr,max} = K_{r,max} \cdot Q_{доб,max}/24 \quad (1.9)$$

Максимальне погодинне водоспоживання у населеному пункті визначають за графіком водоспоживання.

Найбільші секундні витрати, л/с:

$$q^{tot} = \frac{q_{hr,max}}{3,6} \quad (1.10)$$

де $q_{hr,max}$ — найбільші годинні витрати води, м³/год, для всього населеного пункту або окремого водоспоживача.

У водопровідній мережі має бути тиск, який забезпечить підйом і вилиття води у найвищій водорозбірній точці. Тобто необхідний вільний напір (м) у мережі

$$H_b = h_r + \sum h_w + h_p \quad (1.11)$$

де h_r — геометрична висота підйому води від поверхні землі до найбільш високорозташованої точки, м; $\sum h_w$ — втрати напору від точки підключення водопровідної мережі до водорозбірної арматури, м; h_p — робочий напір на вилиття з водорозбірної арматури, м, який визначається за СНіП 2.04.01-85.

Відповідно до СНіП 2.04.02-84 у зовнішній водопровідній мережі має бути забезпечений необхідний вільний напір

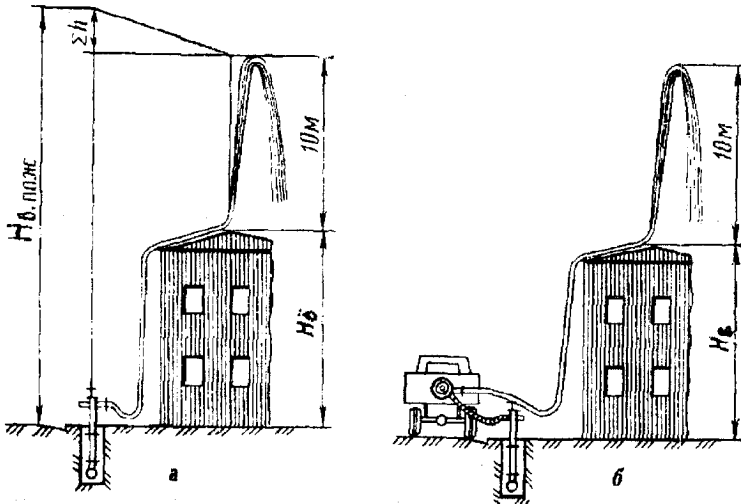
$$H_b^n = 10 + 4(n-1) \quad (1.12)$$

де n — кількість поверхів у будинку.

Для окремих багатопверхових будинків, розташованих серед мало-поверхових, або будинків, розташованих у підвищених місцях, можливо передбачити місцеві насосні установки для підвищення напору. Вільний напір біля водорозбірної колонки має бути не меншим за 10 м. Вільні напори у зовнішній мережі виробничого водопроводу визначають за технічними даними залежно від прийнятого устаткування.

Вільний напір у господарсько-питному водопроводі біля споживачів не повинен перевищувати 60 м.

Вільний напір у водопровідній мережі під час гасіння пожежі залежить від прийнятої системи пожежегасіння. Є системи високого і низького тиску. В системі високого тиску пожежу гасять безпосередньо з мережі за допомогою пожежних рукавів, які під'єднуються до пожежних гідрантів (мал. 1.5).



Мал. 1.5. Схеми гасіння пожежі з водопроводу високого (а) і низького (б) тиску

Вільний напір у мережі водопроводу високого тиску повинен бути достатнім для того, щоб подати воду у найвищу точку будинку, що горить, пожежними рукавами довжиною 120 м і забезпечити виліт із ствола (брандспойта) компактного струменя на висоту 10 м. Орієнтовно цей вільний напір можна визначити за формулою:

$$H_{в.пож} \gg H_б + 28 \text{ м}, \quad (1.13)$$

де: $H_б$ — висота будинку, м.

В системі пожежегасіння низького тиску вода з гідрантів водопровідної мережі забирається насосами пожежних машин і подається рукавами до місця пожежі з тим же напором, що і у випадку використання систем високого тиску (мал. 1.5б). У водопровідній мережі у випадку пожежі підтримується відносно невеликий вільний напір, рівний 10 м.

1.4. Джерела водопостачання

1.4.1. Вимоги до якості води

Якість води оцінюють за її складом та властивостями, після чого визначається її придатність для тих чи інших цілей. Особливо жорсткі вимо-

ги висувають до води, яка використовується для господарсько-питних потреб споживачів виробничих, житлових та громадських будинків. Ця вода повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая". Нормування концентрацій тих чи інших речовин обумовлене необхідністю забезпечення сприятливих органолептичних властивостей питної води, нешкідливості її хімічного складу і безпеки води в санітарному відношенні. Невідповідність хоча б одного з цих нормативів вимогам ГОСТ 2874-82 дає підставу для визнання непридатності води для питних цілей.

Для всіх нормованих речовин визначена лімітуюча ознака шкідливості — органолептична або санітарно-токсикологічна. Наприклад, залізо у воді навіть у великих концентраціях (більше 0,3 мг/л) не справляє токсичної дії на організм людини, але надає воді жовто-коричневого кольору, погіршує її смак, викликає розвиток залізобактерій та відкладання осадку в трубопроводах. Лімітуючою ознакою шкідливості для сполук заліза є органолептична. Те саме стосується марганцю. Навпаки, такі хімічні речовини, як сполуки стронцію, нітрати, не змінюючи органолептичних властивостей води, є токсичними для людини. Наприклад, стронцій з концентраціями понад 7 мг/л пригнічує активність багатьох ферментів. В той же час гіркий присмак у воді з'являється лише при концентраціях стронцію більше 12 мг/л. Для таких сполук лімітуючою ознакою шкідливості є санітарно-токсикологічна.

Вміст у воді більше 500 мг/л сульфатів або 350 мг/л хлоридів надає воді солоного присмаку та призводить до порушення роботи і захворювання шлунку у людей. Ця вода має підвищену корозійну активність, більш високу некарбонатну жорсткість, руйнівно діє на залізобетонні конструкції.

Суттєво впливають на здоров'я людини фтор, йод, бром, бор та ін. Так, нестача або надлишок фтору в питній воді викликають руйнування зубів та зміни в скелеті, нестача або відсутність йоду призводить до захворювання людей ендемічним зобом тощо. Отруйну дію на організм людини і теплокровних тварин справляють солі важких металів та радіоактивні елементи.

Катіони кальцію та магнію обумовлюють жорсткість води. Хоча вони не завдають особливої шкоди організму, однак їх присутність у воді у великій кількості небажана тому, що така вода малоприсадна для господарських потреб. У жорсткій воді збільшуються витрати пральних засобів та мила під час прання білизни, повільно розварюється м'ясо та овочі. Жорстка вода непридатна для систем зворотного та гарячого водопостачання, для живлення парових котлів та використання в багатьох галузях промисловості. Не шкідлива для здоров'я і кремнієва кислота, однак підвищений вміст її у воді робить таку воду непридатною для живлення парових котлів через утворення силікатного накипу.

Санітарно безпечною для пиття є вода, в якій загальний вміст бактерій в 1 мл не перевищує 100, а кількість бактерій групи кишкової палички в 1 л води (колі-індекс) не більше 3.

За органолептичними показниками питна вода повинна мати каламутність не вищу за 1,5 мг/л; кольоровість не вище 20 градусів платинокобальтової шкали; запах і присмак не вище 2 балів. Питна вода не повинна мати на поверхні плівки і містити в собі водні організми, які можливо вирізнити неозброєним оком. Допустимий вміст хімічних речовин, мг/л, що впливають на органолептичні показники: сухий залишок — 1000; хлориди — 350; сульфати — 500; марганець — 0,1; мідь — 1,0; цинк — 5,0; поліфосфати — 3,5; залізо — 0,3; алюміній — 0,5.

Загальна жорсткість питної води має бути не більше 7 мгЧекв/л, водневий показник рН — 6,0 — 9,0. Для водопроводів, які подають воду без спеціальної обробки, за згодою санітарно-епідеміологічної служби допускається загальна жорсткість 10 мгЧекв/л, сухий залишок 1500 мг/л, вміст заліза до 1,0 мг/л, марганцю до 0,5 мг/л.

Безпечний хімічний склад води забезпечується при концентрації токсичних хімічних речовин не більше, мг/л: берилій — 0,0002; молібден — 0,25; миш'як — 0,05; нітрати — 45; поліакриламід — 2,0; свинець — 0,03; селен — 0,01; стронцій — 7,0; фтор — 1,5 (для I і II кліматичного районів), 1,2 (III), 0,7 (IV); уран — 1,7. Вміст радію повинен бути не більше $1,2 \text{ н} \cdot 10^{-10} \text{ Ки/л}$; стронцію — до $4,0 \text{ н} \cdot 10^{-10} \text{ Ки/л}$.

При наявності у воді кількох речовин (за винятком фтору, нітратів і радіоактивних речовин) їх концентрація повинна відповідати формулі:

$$\frac{C_1}{\text{ГДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ГДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ГДК}_n} \leq 1, \quad (1.14)$$

де C_1, C_2, \dots, C_n — виявлені концентрації, мг/л; $\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2, \dots, \text{ГДК}_n$ — встановлені гранично-допустимі норми, мг/л.

Вимоги до якості води на промислових підприємствах залежать від характеру виробництва і можуть бути досить різноманітні. В першу чергу звертають увагу на взаємодію води з трубопроводами, обладнанням, сировиною та продукцією виробництва. Якщо вимоги до якості технічної води не задані технологіями, нормативні показники слід приймати з досвіду експлуатації аналогічних підприємств або користуватись "Укрупнєними нормами водопотреблення і водоотведения для различных отраслей промышленности" (М.: Стройиздат, 1982).

1.4.2. Джерела водопостачання

Джерело водопостачання повинне забезпечувати необхідну кількість води з урахуванням збільшення водоспоживання на перспективу, безпе-

ребіжно постачати воду, давати воду, яка вимагає мінімальних витрат на її очищення та подачу споживачу. Крім того, потужність джерела має бути такою, щоб відбір води на потреби об'єкта не порушував би складну екологічну систему. Розрізняють поверхневі та підземні джерела водопостачання.

Поверхневі джерела водопостачання (річки, озера, канали, водосховища) характеризуються значними змінами якості води в окремі сезони року. Якість води річок, озер, водосховищ значною мірою залежить від інтенсивності атмосферних опадів, танення снігу, сільськогосподарської та виробничої діяльності людини в зоні водозабору.

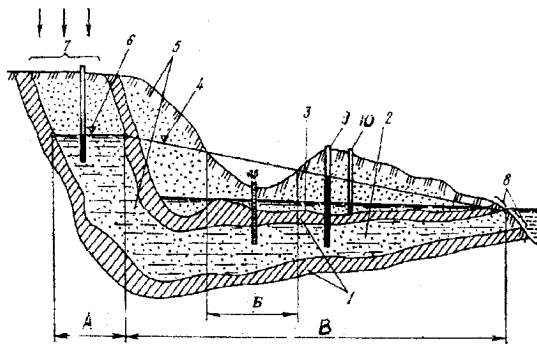
Річкова вода має значну каламутність, особливо в період весняних повеней і злив, багата органічними домішками і містить велику кількість мікроорганізмів. Поряд із цим вміст солей і жорсткість води, як правило, незначні. Води озер і водосховищ характеризуються меншою каламутністю, але можуть мати значну забарвленість внаслідок розвитку водоростей і планктону. Якість води поверхневих джерел, як правило, не відповідає вимогам держстандартів, тому її потрібно відповідно очищати та знезаражувати. При використанні поверхневих вод слід також враховувати вимоги санітарно-епідеміологічної служби, органів рибоохорони, водного транспорту та інспекції з охорони водних ресурсів.

Підземні води (мал. 1.6) за умовами залягання поділяють на ґрунтові безнапірні та напірні міжпластові (артезіанські). Природні виходи на поверхню землі ґрунтових вод утворюють так звані джерельні води. До підземних вод також належать інфільтраційні води, які є поверхневими водами, що фільтруються через дно і береги річок чи водоймищ та дрениуються з пласта водопримальною спорудою.

Підземні води (ґрунтові, артезіанські, джерельні) в основному не містять нерозчинних домішок, не мають кольору, відрізняються високою прозорістю і їх досить часто можна використовувати без очищення для господарсько-питних потреб. Порівняно з поверхневими підземні води більш мінералізовані і, як правило, мають вищий вміст заліза.

При виборі джерела водопостачання за санітарною надійністю перевагу слід віддавати (в такій послідовності) використанню артезіанських, ґрунтових, підруслових вод річок, а також поверхневих вод річок, озер, водосховищ. У всіх випадках необхідно проводити техніко-економічні розрахунки та обґрунтування.

На всіх джерелах водопостачання та водопровідних спорудах господарсько-питного призначення для забезпечення санітарно-епідеміологічної надійності систем централізованого і місцевого водопостачання населених пунктів встановлюють зони санітарної охорони відповідно до вимог СНіП 2.04.02-84.



Мал. 1.6. Схема залягання підземних вод:
 А — зона безнапірних вод;
 Б — зона фонтануючих вод;
 В — зона напірних вод. 1 — водонепроникаючі глисти (водоупори); 2 — міжпластова артезіанська вода; 3 — ґрунтова вода; 4 — п'єзометричний рівень напірних вод; 5 — фільтруючі породи; 6 — рівень вільної поверхні напірних вод; 7 — басейн вододоживлення; 8 — зона джерел; 9, 10 — колодязі внапірних і безнапірних водах.

На всіх джерелах водопостачання та водопровідних спорудах господарсько-питного призначення для забезпечення санітарно-епідеміологічної надійності систем централізованого і місцевого водопостачання населених пунктів встановлюють зони санітарної охорони відповідно до вимог СНіП 2.04.02-84.

Зона санітарної охорони поверхневих джерел водопостачання в точці забору води складається з трьох поясів. Перший пояс — зона суворого режиму. До нього входять джерело водопостачання і водопровідні споруди для забору, очищення і зберігання води. Межі першого пояса санітарної охорони річки повинні бути: вверх проти течії — не менше 200 м від водозабору; вниз за течією — не менше 100 м від водозабору. Для водосховищ (озеро, водосховище) межі першого поясу мають бути не менше 100 м у всіх напрямках.

Територію першого поясу зони санітарної охорони джерела водопостачання, ділянок водопровідних споруд огорожують, упорядковують і озеленоють. Планування даної території має забезпечити відведення поверхневого стоку за межі зони. На території першого поясу забороняються всі види будівництва (крім водопровідних), проживання людей, випуск стоків, купання, нагування і випас худоби. Забороняється використовувати територію під городні ділянки, прати білизну, ловити рибу, застосовувати для рослин отрутохімікати, органічні та мінеральні добрива. Ця територія повинна охоронятися від доступу сторонніх осіб.

Другий та третій пояс санітарної охорони — зона обмеження. На цій території не допускається випускати стоки і виконувати роботи, які можуть призвести до зменшення кількості або погіршення якості води у джерелі водопостачання. Розміри другого поясу встановлюються з розрахунку, щоб дотікання води від межі до водозабору було не раніше ніж за 5 діб при середньомісячних витратах води 95%-ної забезпеченості. Вниз за те-

чією води повинно бути не менше 250 м. Третій пояс має такі ж самі розміри, що й другий.

Підземні джерела водопостачання також повинні мати три пояси зони санітарної охорони. Межі першого поясу зони санітарної охорони (суворого режиму) встановлюють залежно від ступеня захищеності водоносних горизонтів від забруднень з поверхні землі та гідрогеологічних умов на визначеній віддалі від водозабору: для надійно захищених горизонтів — не менше 30 м; для недостатньо захищених горизонтів — не менше 50 м.

Межі другого поясу встановлюються з розрахунку, що при мікробному забрудненні води час пересування води від межі до водозабору повинен бути 100—400 діб. Третій пояс враховує хімічні забруднення джерела водопостачання. Тривалість часу пересування хімічних забруднень повинна бути такою ж, як і тривалість експлуатації водозабору, але не менше 25 років.

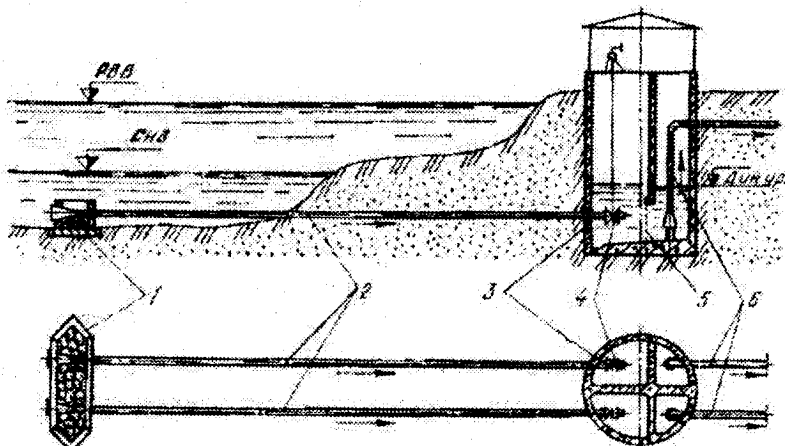
При заборі інфільтраційних і підруслувих вод межі зони санітарної охорони приймають, як і для поверхневих джерел водопостачання.

Обмеження і заборони в зонах санітарної охорони підземних джерел водопостачання такі ж, як і в зонах санітарної охорони поверхневих джерел водопостачання.

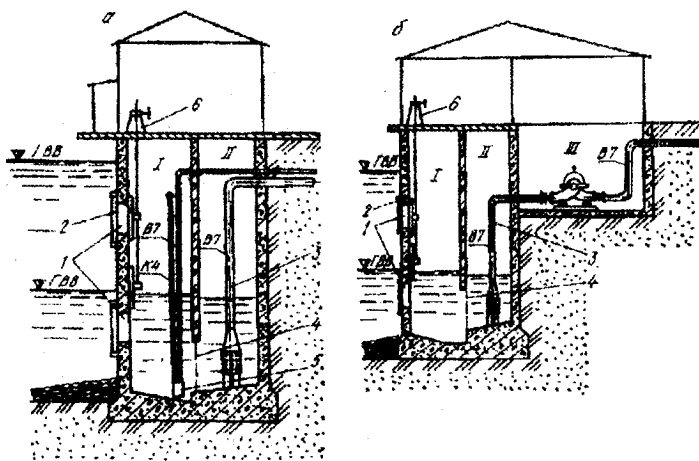
1.5. Водозабірні споруди для прийому води з поверхневих джерел

Для забору води з поверхневих джерел застосовують в основному руслові або берегові водозабірні споруди, які відрізняються розташуванням місць прийому води відносно берега. На річках невеликої глибини з похилими берегами влаштовують руслові водозабори, які складаються з водоприймача (оголовка), самопливних або сифонних трубопроводів, берегового колодязя (мал. 1.7).

Водоприймальні отвори в оголовках розташовують на висоті 0,5—1,5 м від дна і захищають решітками від попадання сміття, плаваючих предметів, риби тощо. Самопливні лінії, які з'єднують оголовок і береговий колодязь, проєктують для надійності у вигляді двох незалежних труб. Береговий колодязь обладнують приймальними сітками з розмірами вічок від 2x2 до 5x5 мм. Прощідування води через решітки та сітки забезпечує її попереднє грубе очищення і запобігає пошкодженню насосів та іншого обладнання. Береговий колодязь розташовують на незатоплюваному під час повені березі, але при цьому не слід віддалятися далеко від оголовка, оскільки це призведе до збільшення втрат напору в самопливних лініях. Там, де це можливо, береговий колодязь посднують з насосною станцією першого підняття, що зменшує капітальні витрати і спрощує експлуатацію.



Мал. 1.7. Схема руслового водозабору з самопливними лініями:
1 — оголовок; 2 — самопливні труби; 3 — береговий колодязь; 4 — засувки; 5 — сітка; 6 — всмоктувальні труби насосів.

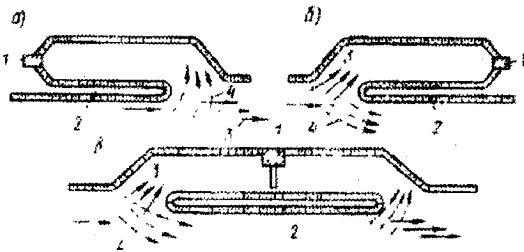


Мал. 1.8. Схеми берегових водозаборів:

а — відокремленого; б — сумісного: I — водоприймальна камера; II — камера всмоктувальних труб; III — насосна станція першого підняття; 1 — водоприймальні вікна; 2 — решітка; 3 — всмоктувальна труба насоса; 4 — сітка; 5 — водоструменевий насос; 6 — колонка управління.

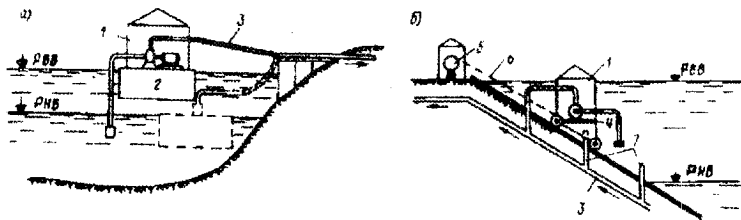
На відміну від руслових береговий водозабір не має самопливних ліній і повністю розташовується на березі (мал. 1.8). Такі водозабори споруджують на річках, де досить крутий берег і достатня глибина води. Вода у водоприймальний колодязь надходить через вікна, що обладнуються решітками для затримування сміття. Протягом року рівень води в річці коливається, тому, як правило, передбачають два яруси водоприймальних вікон для забору найчистішої води. Після решіток вода проціджується через сітки і забирається насосами першого підняття.

У ряді випадків на річках з недостатньою шириною і великим вмістом завислих речовин або шуги в зимовий час берегові водозабори розташовують у спеціальних спорудах — затонах-ковшях. Водоприймальні ковші влаштовують у вигляді котлованів на похилих берегах або відділяють від річки дамбою і з'єднують з основним руслом рукавом (мал. 1.9). Розміри ковша визначають з умов спливання глибинного льоду або випадання завислих речовин. Якщо рукав розташований з низової сторони ковша (мал. 1.9а), то ківш живиться низовими токами і шуга захоплюється менше. Якщо рукав у верхній частині ковша (мал. 1.9б), то у водозабори потрапляють верхні токи води. Останній варіант виконують при заборі води з річок з великим вмістом завислих речовин (їх більше знаходиться біля дна). Коли річка є шугоносною і характеризується великою каламутністю, влаштовують комбіновані ковші (Рис. 1.9в), до яких доступ води регулюється шляхом перекриття затворів на відповідних рукавах.



Мал. 1.9. Схеми водоприймальних ковшів:
1 — водозабірна споруда; 2 — дамба; 3 — поверхневі токи; 4 — придонні токи

Для тимчасових водопроводів влаштовують пересувні і плаваючі водозабори. Пересувний водозабір — це насосна станція легкого типу, яка може рухатись відповідно до зміни рівня води похилим рейковим шляхом, який прокладений по берегу (мал. 1.10а). В плаваючих водозаборах насосні агрегати розташовують на плаваючих засобах: баржах, понтонах тощо (мал. 1.10).



Мал. 1.10. Схеми плаваючого (а) та пересувного (б) водозаборів:

1 — насосна станція; 2 — понтон; 3 — напірний трубопровід; 4 — платформа; 5 — лебідка; 6 — трос; 7 — з'єднувальні патрубки.

Пересувні та плаваючі водозабори забезпечують постійну висоту всмоктування незалежно від рівня води в річці, їх можна швидко змонтувати. До недоліків цих водозаборів слід віднести гнучкі вставки трубопроводів та важкі умови експлуатації взимку.

Річкові водозабори влаштовують вище населеного пункту за течією річки на ділянках з необхідними глибинами, якомога ближче до основного потоку, бажано біля увігнутого берега.

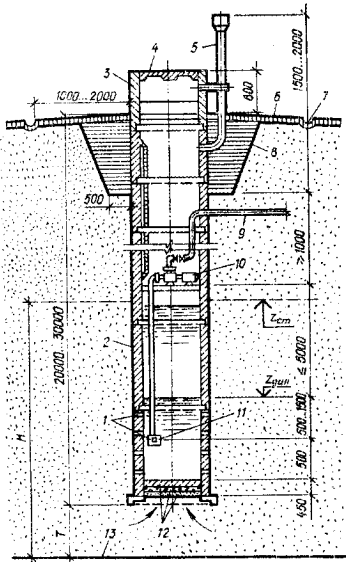
1.6. Водозабірні споруди для прийому води з підземних джерел

Для забору підземних вод застосовують різні споруди — свердловини, шахтні колодязі, горизонтальні та променеві водозабори, каптажні камери.

Шахтні колодязі використовують в основному для добування ґрунтової безнапірної або міжпластової води верхніх горизонтів. Зазвичай глибина шахтних колодязів не перевищує 10 м, але в окремих випадках може сягати 30 м. Поодинокі колодязі використовуються переважно для місцевих систем водопостачання, тому отримали найбільше розповсюдження в сільській місцевості. Для централізованого водопостачання використовують групи шахтних колодязів, з'єднаних трубопроводами зі збірним колодязем для забору води з нього насосами.

Шахтний колодязь — це вергикальна шахта (ствол) прямокутного чи круглого перерізу діаметром 1 — 1,5 м (мал. 1.11). Водоприймальну частину шахти колодязя заглиблюють у водоносний пласт не менше ніж на 2 м. Дно її покривають донним піщано-гравійним фільтром. Оголовок шахти виводять вище поверхні землі на 0,8 м, закривають кришкою або люком і обладнують вентиляцією. Навколо колодязя влаштовують

вимощення і глиняний замок. Ствол шахти виконують з дерева, каміня, цегли, бетону і залізобетону. Найбільш досконалими є колодязі з залізобетонних кілець.



Мал. 1.11. Схема шахтного колодязя:

1 — вікна з пористого бетону для фільтрування води; 2 — ствол; 3 — оголовок; 4 — кришка; 5 — вентиляційна труба; 6 — вимощення; 7 — канава для відведення води; 8 — глиняний замок; 9 — напірний трубопровід; 10 — насосний агрегат; 11 — приймальний клапан; 12 — зворотний фільтр; 13 — підшва водоносного пласта.

Для забору води з колодязів використовують ерліфти, поршневі та відцентрові насоси. Розрахунок шахтних колодязів полягає у визначенні їх діаметру та кількості при заданих витратах, в перевірці дебіту колодязя і допустимої глибини пониження рівня води.

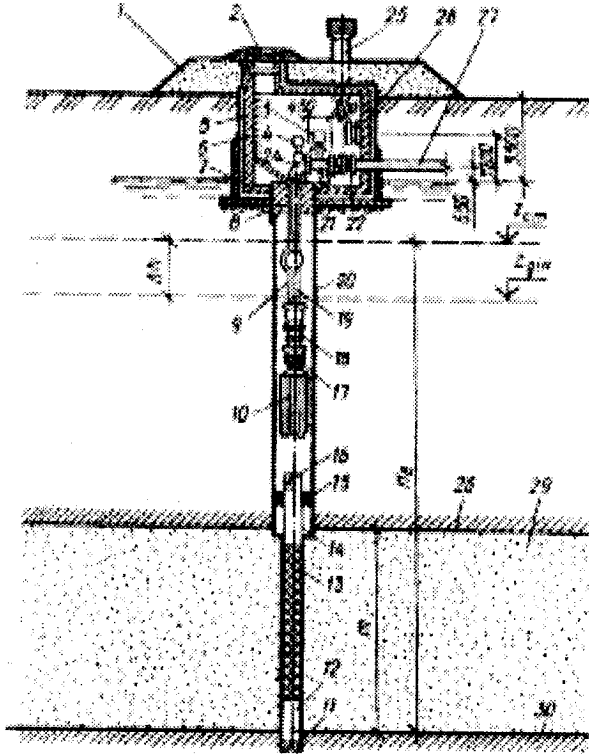
Водозабірні свердловини (трубчасті колодязі) застосовують у тих випадках, коли підземні

води залягають на глибині більше 10 м, а потужність водоносного пласта не перевищує 5 м. Свердловина складається з трьох основних елементів (мал. 1.12): оголовка, ствола і водоприймальної частини. Оголовок призначений для закріплення гирла свердловини, захисту від потрапляння в неї забруднених поверхневих вод, а також розміщення арматури й обладнання. Висота оголовка повинна бути не менше 2,5 м.

Ствол свердловини кріпиться обсадними трубами для захисту стінок від обвалу в силучих породах. Водоприймальну частину свердловини обладнують фільтром, який не повинен пропускати частинок водоносної породи. Використовують фільтри різних типів: трубчасті з круглими та щільними отворами, сіткові, в яких фільтрова сітка намотується на каркас; гравійні, в яких крупнозернистий пісок або гравій розташовується між водоносним ґрунтом і опорним каркасом.

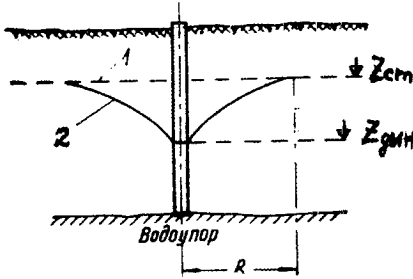
Вибираючи майданчик для розміщення свердловин, слід враховувати, що під час відкачування води на деякій відстані навколо колодязя відбувається падіння статичного рівня. При цьому безпосередньо біля колодязя пониження рівня максимальне, а в міру віддалення від нього воно зменшується, досягаючи на деякій відстані відмітки статичного

рівня. Пониження статичного рівня навколо колодязя в поперечному перетині зображується кривою, яку називають кривою депресії (мал. 1.13). Лінія від осі колодязя до точки дотику кривої депресії з лінією статичного рівня називається радіусом депресії або радіусом впливу колодязя. Ділянка навколо колодязя, що обмежена кривою депресії, називається депресійною воронкою.



Мал. 1.12. Схема обладнання водозабірної свердловини:

1 — засипка ґрунтом для утеплення оголовка; 2 — лок; 3 — вантуз із заслінкою; 4 — манометр; 5 — бітумна ізоляція; 6 — сходи; 7 — дно оголовка; 8 — устя горловини; 9 — електрочабель; 10 — електродвигун; 11 — корок; 12 — відстійник; 13 — робоча поверхня фільтру; 14 — надфільтрова труба; 15 — сальник; 16 — замок для опускання фільтру в свердловину; 17 — сітчастий фільтр; 18 — насос; 19 — водопідіймна труба; 20 — експлуатаційна обсадна колонка; 21 — підготовка зі щебеню; 22 — заслінка; 23 — зворотний клапан; 24 — трубопровід із заслінкою для скидання промивної води; 25 — вентиляційна труба; 26 — дифманометр; 27 — напірний трубопровід; 28 — покриття водоносного пласта; 29 — водоносний пласт; 30 — підшва водоносного пласта.



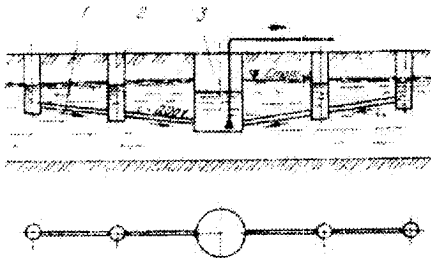
Мал. 1.13. Крива депресії:

- 1 — статичний рівень підземних вод;
2 — крива депресії

Радіус депресійної кривої залежить від характеру водоносної породи. Знаючи коефіцієнт фільтрації породи, можна визначити радіус впливу колодязя, а відповідно і межі депресійної воронки. Якщо в ділянці депресійної воронки одного колодязя розташувати інший колодязь, то вони впливатимуть один на одного і загальні витрати води з таких колодязів будуть меншими. Тому колодязі повинні бути розташовані один від одного на відстані, не меншій за подвійний радіус кривої депресії.

Розрахунок параметрів водозабірних споруд слід проводити за розрахунковими формулами, які наведені в спеціальній літературі [5].

Горизонтальні водозабори (мал. 1.14) споруджують при великій потужності (до $10 \text{ м}^3/\text{год}$) потоку підземних вод та глибині залягання водоносного пласта до 8 м, переважно поблизу поверхневих водостоків і водойм, а також при необхідності перехоплення інфільтраційного підземного потоку на можливо більшій ширині. Закладають такі водозабори в межах водоносного шару перпендикулярно напрямку підземного потоку вище населеного пункту, промислових підприємств, тваринницьких ферм тощо. З водоносного пласта вода надходить у дренажні труби, звідки стікає у водозбірний колодязь. Контрольні колодязі призначені для вентиляції водозабору та його огляду.



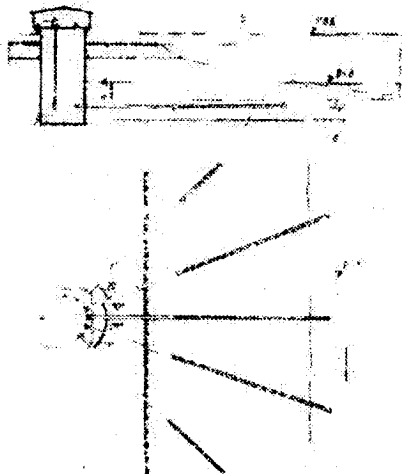
Мал. 1.14. Схема

горизонтального водозабору:

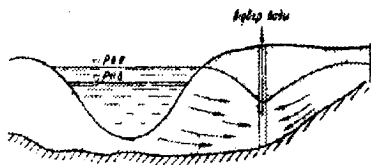
- 1 — дренажна труба; 2 — контрольний колодязь; 3 — водозбірний колодязь

Променеві водозабори (мал. 1.15) є різновидністю шахтних колодязів і складаються з водозбірного колодязя та водоприймальних променів (дрен). Досить часто їх використовують для відбору підземних (підруслових) вод поблизу рік. Для відбору води підруслового потоку за-

стосовують також водозабори інфільтраційного типу (мал. 1.16). Ці водозабори за конструкцією аналогічні шахтним колодезям, їх розташовують вздовж річки.

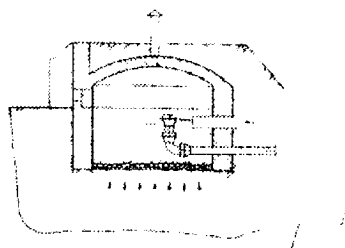


Мал. 1.15. Променевий водозбір:
1 — залізобетонний шахтний колодезь; 2 — дрена;
3 — фільтруюча частина дрена; 4 — надземний павільйон; 5 — волоносний ґрунт.



Мал. 1.16. Водозбір інфільтраційного типу

В місцях, де підземна вода виходить на поверхню, утворюються джерела. Збір такої води здійснюють через каптажні камери — водозабірні споруди різних конструкцій. Найчастіше застосовують залізобетонні збірні камери, в які вода надходить через дно або стінки (мал. 1.17). Каптажні камери призначені для розкриття і обладнання виходу джерела, захисту його від поверхневого забруднення і забезпечення надходження води в збірну камеру. Їх доцільно влаштовувати тільки у випадках відсутності більш надійних джерел водопостачання, при достатньому дебіті, можливості санітарної охорони від забруднення або для спеціального користування (наприклад, джерело лікувальних мінеральних вод).



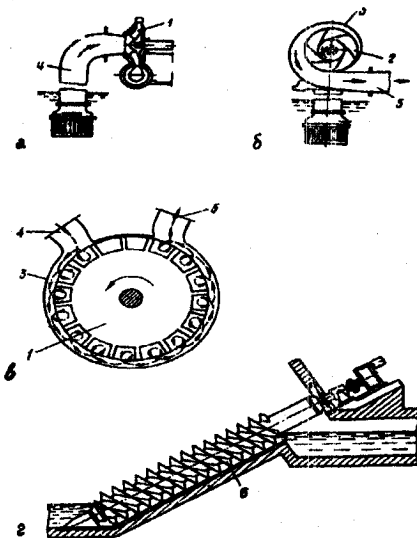
Мал. 1.17. Каптажна камера для прийому води з вихідного джерела

1.7. Насоси і насосні станції

1.7.1. Типи насосів

Насоси — це гідравлічні машини, які передають рідині, що протікає всередині них, енергію, отриману ззовні. Завдяки цьому рідина піднімається на деяку висоту або отримує відповідний тиск. Переважно до насосів підводиться механічна енергія (відцентрові, поршнєві і т.п.) або, рідше, використовують потенціальну чи кінетичну енергію рідкого або газоподібного середовища (струменеві, ерліфти і т.п.).

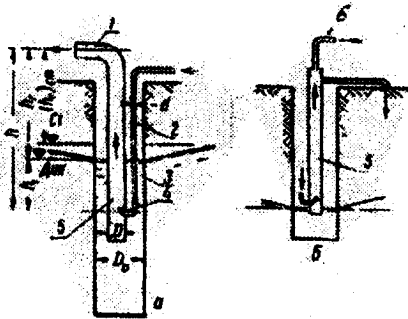
За принципом роботи і конструкції робочих органів насоси поділяють на об'ємні та динамічні. В динамічних рідина під дією сили переміщується в камері, яка постійно сполучена з входом і виходом насоса. Об'ємні насоси працюють за принципом, при якому рідина переміщується шляхом періодичної зміни об'єму камери при перемінному сполученні її із входом і виходом. Рідина за кожний цикл подається певними порціями — об'ємами.



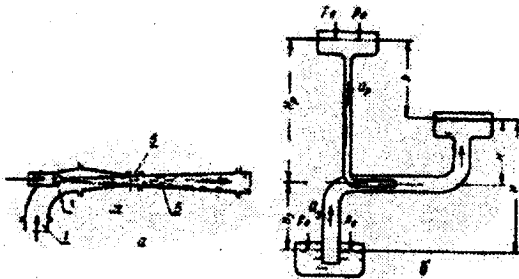
Мал. 1.18. Схеми відцентрового (а, б), з вихрового (в) та шнекового (г) насосів: 1 — робоче колесо; 2 — криволінійні лопатки; 3 — корпус; 4, 5 — всмоктувальний і напірний трубопроводи; 6 — шнек.

До динамічних насосів належать лопатеві (відцентрові, осьові, діагональні), в яких рідина переміщується шляхом обтікання лопатей робочого колеса (мал. 1.18а, б); вихрові, в яких рідина переміщується по периферії робочого колеса (мал. 1.18в); шнекові, в яких рідина переміщується шнеком (гвинтом) вздовж його осі (мал. 1.18г); ерліфти (повітряні водопішійники), в основу роботи яких покладено принцип використання різниці густини рідини і повітряно-водяної суміші в системі сполучених трубопроводів (мал. 1.19); струменеві, які використовують енергію рідини, що підлягає зовні (мал. 1.20); гідравлічні тарани, в яких для підймання рідини використовується енергія гідравлічного удару, та ін.

Об'ємні або поршневі насоси працюють за принципом примусового механічного витіснення замкнутого об'єму рідини (мал. 1.21).



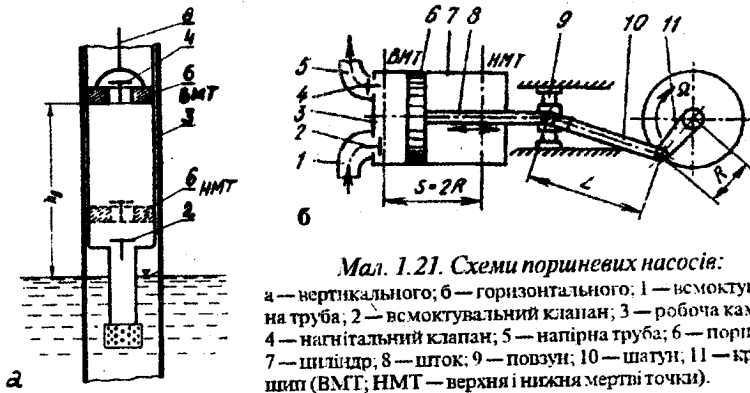
Мал. 1.19. Схема роботи ерліфта: а — нагнітального; б — всмоктувального; 1 — водопідйомна труба; 2 — повітряна труба від компресору; 3 — обсадна труба; 4 — форсунка; 5 — емульсія; 6 — труба до вакуум-насоса.



Мал. 1.20. Водострумневої насос:

а — схема насоса; б — схема установки насосу; 1 — всмоктувальна труба; 2 — напірна труба; 3 — сопло; 4 — змішувальна камера; 5 — дифузorz; 6 — горловина.

Водопровідні насосні станції обладнують, як правило, відцентровими насосами, які мають переваги над насосами інших типів: прості за будовою, надійні в експлуатації, забезпечують рівномірну подачу рідини і можуть безпосередньо з'єднуватись з електродвигуном. Відцентрові насоси поділяють за такими ознаками: напором — низького тиску до 0,2 МПа, середнього тиску 0,2 — 0,6 МПа і високого тиску більше 0,6 МПа; за числом робочих коліс — одноколісні і багатоколісні; за розташуванням валу — горизонтальні і вертикальні; залежно від призначення — водопровідні, каналізаційні, кислотні, шламові тощо; за всмоктуванням води — з одностороннім та двостороннім входом; за умовами монтажу — надземні, плаваючі, заглибні, артезіанські та ін. Коефіцієнт корисної дії цих насосів досить високий — 0,6–0,8.



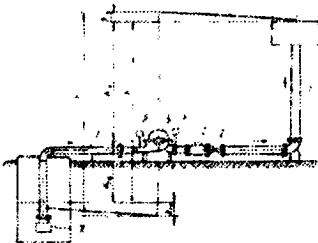
Поршнєві та вихрові насоси для підйому води використовуються нині рідко і лише в тих випадках, коли при невеликих витратах потрібен високий тиск. Поршнєві насоси тихохідні, мають значні габарити і вагу, але їх можливо запускати без заливання водою; коефіцієнт їх корисної дії знаходиться в межах 0,7 — 0,9.

1.7.2. Основні характеристики роботи насосів

Роботу кожного насоса в складі установки (мал. 1.22) характеризують наступні параметри: подача Q , напір H , потужність N , коефіцієнт корисної дії η і вакууметрична висота всмоктування $H_{\text{вк}}$.

Повітряні підйомники (ерліфти) для підйому й подачі води використовують стиснене (розріджене) повітря і тому вимагають будівництва компресорних станцій. Ерліфти прості, надійні за конструкцією та в експлуатації, але коефіцієнт корисної дії їх роботи досить низький — 0,25 — 0,35.

Струменеві насоси широко застосовуються для відкачування осаду з водоприймальних та відстійних споруд, відсмоктування повітря із всмоктувальних труб при запуску великих відцентрових насосів, в теплопостачанні для змішування і циркуляції води.



Мал. 1.22. Схема установки відцентрового насоса:

1 — напірний трубопровід; 2 — засувка; 3 — зворотний клапан; 4 — манометр; 5 — насос; 6 — вакууметр; 7 — всмоктувальний трубопровід; 8 — приймальний клапан; $H_{\text{г}}$ — геометрична висота всмоктування; $H_{\text{г}}$ — геометрична висота підйому води; $H_{\text{п}}$ — повний напір насоса (повна висота підйому води); $h_{\text{в}}$ — втрати напору у всмоктувальному трубопроводі; $h_{\text{п}}$ — втрати напору в напірному трубопроводі.

Подача насосу Q (л/с, м³/год) — це об'єм рідини, який подається насосом за одиницю часу (л/с, м³/год).

Напір насоса H (м) — це приріст енергії потоку рідини, що протікає через насос. Розрізняють манометричний і потрібний напори. Манометричний напір визначають за показаннями манометра і вакуумметра:

$$H = \frac{H_m + H_v}{\rho g} + \frac{V_k^2 - V_n^2}{2g}, \quad (1.15)$$

де H_m і H_v — показання манометра і вакуумметра, приведені до осі насоса, Па; V_k і V_n — швидкості руху рідини в напірному і всмоктувальному патрубках, м/с; g — прискорення вільного падіння, м/с²; ρ — густина рідини, кг/м³.

Якщо насос працює з підпором (під заливом), то напір

$$H = \frac{H_i + H_v}{\rho g} + \frac{V_k^2 - V_n^2}{2g}, \quad (1.16)$$

де H_i — показники манометра на всмоктувальній лінії, м.

Потрібний напір насоса складається з геометричної висоти підйому води і втрат напору зі сторони всмоктування та нагнітання. Для установок, що зображена на мал. 1.22, потрібний напір:

$$H = H_r + h_{np} + h_{nn} \quad (1.17)$$

Потужність насоса N (Вт), що витрачається для певних Q і H :

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta}, \quad (1.18)$$

де η — коефіцієнт корисної дії насосу, який приймається за даними заводу-виробника і враховує всі втрати енергії в насосі (гідралічні, об'ємні, механічні), пов'язані з подачею рідини.

Потужність приводу $N_{пр}$ (Вт) призначають більшою за потужність насосу на випадок перевантаження від неврахованих ситуацій:

$$N_{пр} = N \cdot k, \quad (1.19)$$

де $k = 1,1 - 1,25$ — коефіцієнт запасу потужності, який приймається залежно від потужності двигуна.

При з'єднанні насоса з двигуном через проміжну передачу потужність приводу:

$$N_{пр} = \frac{N \cdot k}{\eta_{пер}}, \quad (1.20)$$

де $\eta_{пер}$ — ККД передачі.

Розрізняють вакууметричну і геометричну висоту всмоктування.

Вакууметрична висота всмоктування — це різниця атмосферного і вакууметричного тисків, виражена в метрах стовпа рідини:

$$H_{\text{вак}} = \frac{P_{\text{атм}} - P_1}{\rho \cdot g}, \quad (1.21)$$

де $P_{\text{атм}}$ — атмосферний тиск, Па; P_1 — абсолютний тиск у всмоктувальній порожнині насоса, Па.

Геометрична висота всмоктування $H_{\text{гв}}$ — це відстань по вертикалі від вільного рівня води в джерелі до горизонтальної осі, що проходить через точку всмоктування порожнини насоса з мінімальним тиском.

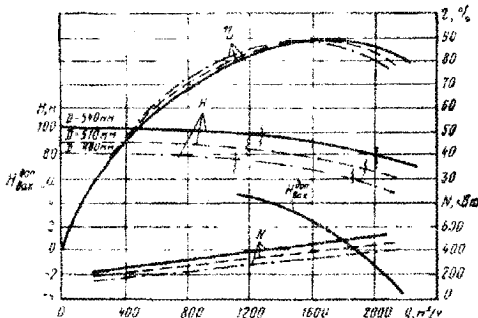
Допустима геометрична висота всмоктування:

$$H_{\text{вак}}^{\text{доп}} = \frac{P_{\text{атм}} - P_{\text{н}}}{\rho \cdot g} - \Delta h - h_{\text{тр}}, \quad (1.22)$$

де $P_{\text{н}}$ — тиск насиченої пари при температурі рідини, що перекачується, Па; Δh — допустимий кавітаційний запас (перевищення повного напору у всмоктувальному патрубку насоса над напором насиченої пари при даній температурі), м; $h_{\text{тр}}$ — втрати напору у всмоктувальному трубопроводі.

Характеристика насоса — це залежність напору, потужності, ККД і допустимої висоти всмоктування від подачі насоса для певної частоти обертання n і діаметру D робочого колеса. Характеристики насоса є аналітичні та графічні. На робочих графічних характеристиках насосів на кривій Q - H хвилястими лініями вказують рекомендовану ділянку використання насоса, яка відповідає найбільш економічному і стабільному режиму його роботи, а також максимальному значенню ККД.

Графічна характеристика насоса Д 1600-90 з частотою обертання робочого колеса $n=1400 \text{ хв}^{-1}$ наведена на мал. 1.23. Характеристики насоса приводять для постійної, як правило, максимальної, частоти обертання робочого колеса n .

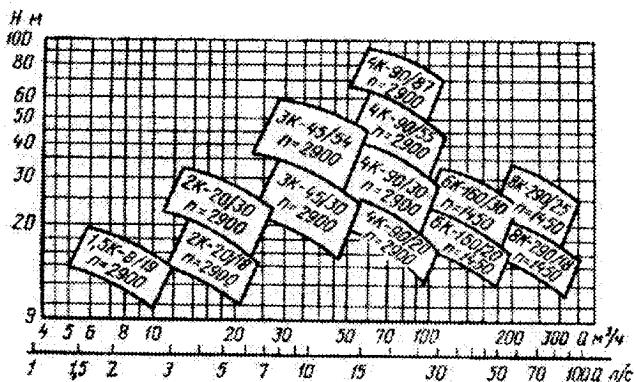


Мал. 1.23. Характеристика відцентрового насоса марки Д 1600-90 при $n=1450 \text{ хв}^{-1}$

При роботі насоса з іншою частотою обертання n , напір, подачу, потужність і допустиму вакууметричну висоту всмоктування для одного і того ж насоса обчислюють за формулами:

$$Q = Q \cdot \frac{n_1}{n}; H_1 = H \cdot \left(\frac{n_1}{n}\right)^2; N_1 = N \cdot \left(\frac{n_1}{n}\right)^3; H_{\text{вак1}}^{\text{дон}} = H_{\text{вак}}^{\text{дон}} \cdot \left(\frac{n_1}{n}\right)^2. \quad (1.23)$$

Розширення галузі застосування насоса можливо також здійснювати за рахунок зменшення (обточування) робочого колеса (10–20 % від його максимального діаметра). Коефіцієнт корисної дії η при зміні частоти обертання в широкій межі (до 50 %) і при обточуванні робочого колеса до 20 % змінюється дуже мало, і ці зміни в практичних розрахунках можна не враховувати. Для попереднього вибору насосів зручно користуватись зведеними характеристиками насосів (мал. 1.24).



Мал. 1.24. Зведені характеристики насосів туну Ki і KM

За характеристиками проводять підбір насосів для подачі рідини за заданими витратами і потрібним напором. При цьому необхідно знати характеристику трубопроводу (або системи трубопроводів), яку визначають як суму геометричної висоти підйому води і витрат напору:

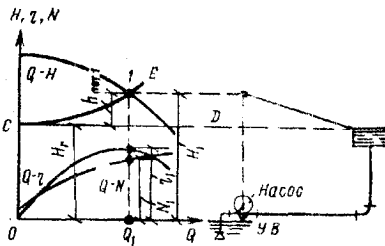
$$H = H_r + \Sigma h_{\text{пот}} \quad (1.24)$$

Графічно характеристика трубопроводу зображується у вигляді параболі з вершиною на осі ординат, розташованою на віддалі H_r від осі абсцис. Для визначення оптимального режиму роботи насоса із заданим трубопроводом будують сумісні характеристики насоса і трубопроводу.

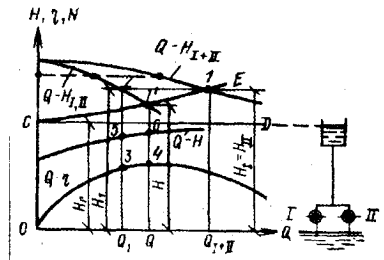
На мал. 1.25 наведена характеристика насоса Q–H. Провівши паралельно осі Q пряму СД на віддалі H_r від неї і додавши до H_r величину $\Sigma h_{\text{пот}}$, що відповідає тим чи іншим значенням або тим чи іншим витратам

Q , отримуємо характеристику трубопроводу CE . Точка I перетину характеристик насоса і трубопроводу називається робочою точкою. Вона характеризує подачу Q_1 , напір H_1 , ККД, η_1 і потужність насоса N_1 при роботі на заданий трубопровід. Насос потрібно підбирати таким чином, щоб робоча точка була в межах найвищих ККД.

На мал. 1.25 показано роботу одного насоса на один трубопровід. У проектних рішеннях можуть бути різні випадки, а саме, робота двох або більше насосів на один або декілька водоводів. На мал. 1.26 показано паралельну роботу двох однакових насосів на один водовід. В цьому випадку подвоюються характеристики одного насоса при однакових напорах, тобто $Q=Q_1+Q_2$, $H=H_1=H_2$, ККД двох однакових паралельно працюючих насосів дорівнює ККД одного насоса і відповідає точці 3. Потужність кожного із працюючих насосів визначається точкою 6.



Мал. 1.25. Спільні характеристики насоса і трубопроводу



Мал. 1.26. Характеристики паралельної роботи двох однакових насосів

На всмоктувальній лінії кожного відцентрового насоса, як правило, встановлюють засувку і вакуумметр, а на напірній — зворотний клапан для захисту насоса від гідравлічного удару і запобігання зворотного руху води; засувку для регулювання витрат і пуску насоса; манометр для визначення напору насоса.

1.7.3. Водопровідні насосні станції

До складу насосних станцій входять основні (робочі) та резервні робочі агрегати, насоси спеціального призначення (протипожежні, дренажні та інші), а також допоміжне обладнання, яке забезпечує нормальну роботу робочих агрегатів (електрообладнання, підйомно-транспортні механізми, контрольно-вимірювальні та сигнальні пристрої тощо). Як правило, будівлі насосних станцій проектують в плані круглими або прямокутними.

За місцем розташування в загальній схемі водопостачання і призначенням насосні станції розділяють на станції першого та другого підняття, підвищувальні та циркуляційні.

Станції першого підняття призначені для перекачування води із джерела водопостачання на очисні споруди, а якщо очищення не потрібне, то в резервуари чистої води. Для забезпечення стабільної роботи водоприймальних і очисних споруд насоси станції першого підняття розраховують на рівномірну подачу води протягом доби. Подачу насосів при цілодобовій роботі станції першого підняття слід приймати, як правило, рівною середньогодинним витратам води за добу найбільшого водоспоживання з урахуванням витрат води на відновлення протипожежного запасу та власних потреб споруд для очищення води і системи водопостачання в цілому.

Станції другого підняття перекачують воду із резервуарів чистої води до споживача. Оскільки споживання води на господарсько-питні потреби нерівномірне протягом доби за годинами, то насосні станції забезпечують подачу води з урахуванням цієї нерівномірності. Подачу насосів другого підняття слід визначати за графіком водоспоживання і прийнятої схеми водопостачання (з водонапірною баштою або без неї). При цьому необхідно враховувати, що при безбаштовій системі сумарна подача насосів другого підняття повинна бути не меншою за максимальні годинні витрати. Воду слід подавати споживачам не тільки в потрібній кількості й якості, а також і під певним напором, який забезпечує станція другого підняття і водонапірна башта.

Для забезпечення подачі розрахункових витрат води на гасіння пожежі із збереганням потрібного вільного напору слід передбачати у необхідних випадках встановлення протипожежних агрегатів в насосних станціях другого підняття або влаштування спеціальних протипожежних насосних станцій.

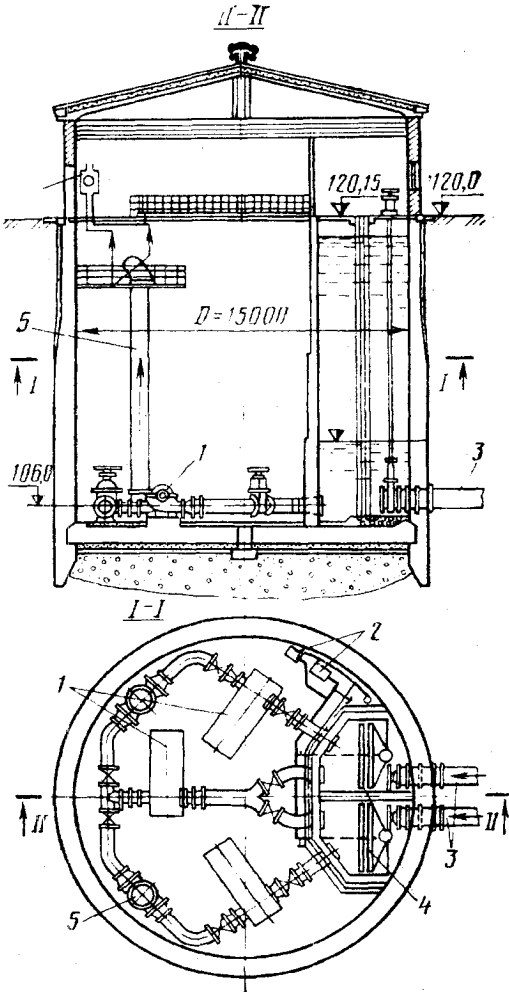
Циркуляційні насосні станції влаштовують у системах технічного водопостачання у тих випадках, коли необхідно забезпечити циркуляцію води, наприклад, у замкнутих системах охолодження.

Підвищувальні насосні станції збільшують напір у водопровідній мережі. Насоси в цьому разі підключають безпосередньо до водопровідної мережі.

Категорію надійності насосної станції, кількість робочих і резервних агрегатів та інші показники при проектуванні насосних станцій слід приймати за СНіП 2.04.02-84. Оптимальний режим роботи насосів визначають відповідно до результатами гідравлічного розрахунку мережі і техніко-економічних розрахунків обґрунтування об'єму баків водонапірних башт і резервуарів чистої води. За результатами даних розрахунків підбирають типові проекти насосних станцій. На мал. 1.27 показана конструкція насосної станції I-го підняття.

Рис. 1.27. Кругла заглиблена насосна станція першого підняття, об'єднана з камерою сіток річкового водозабору:

1 — насоси; 2 — мулові насоси; 3 — самопливні лінії; 4 — сітки; 5 — напірний трубопровід.



1.8. Регулюючі та запасні споруди

Регулюючі та запасні споруди в системі водопостачання — це напірні або безнапірні резервуари з певним об'ємом води, потрібним для регулювання роботи системи і для утворення недоторканного запасу на випадок пожежі або аварій. Регулювання полягає в узгодженні різних режимів подачі та споживання води за допомогою акумулюючих ємностей. При подачі води понад споживання вона накопичується в ємностях, а при недостатці — забирається з них. Регулювання забезпечує відносно рівномірну роботу водозаборів, очисних споруд і насосних станцій.

Регулюючі та запасні ємності рекомендується об'єднувати в одній споруді. Це не тільки вигідно економічно, але і дозволяє уникнути зниження якості води при тривалому зберіганні.

До напірно-регулюючих споруд належать водонапірні башти, високорозташовані надземні напірні резервуари, а також повітряно-водяні (гідропневматичні) баки. Їх розташовують в найвищих точках місцевості біля або безпосередньо на мережі населеного пункту. Крім регулювання, водонапірні башти і резервуари, вирівнюють напір у мережі і при цьому зміни подачі насосів не передаються в мережу.

Безнапірні регулюючі та запасні споруди (надземні і підземні резервуари) влаштовують, як правило, біля насосних станцій. Вони слугують для регулювання роботи водозаборів, очисних і насосних станцій, зберігання аварійних, протипожежних та інших запасів води.

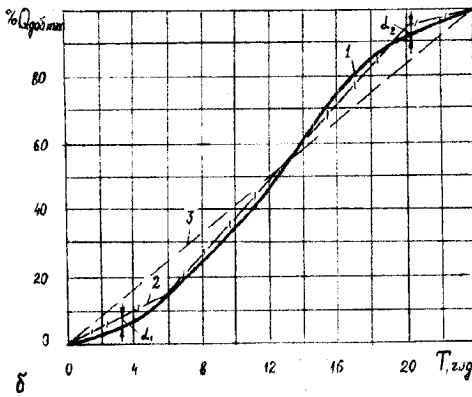
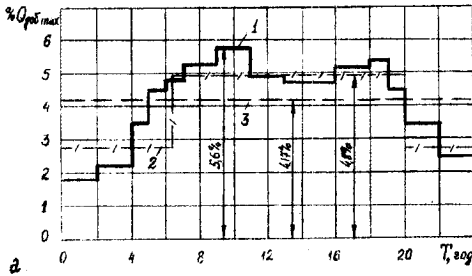
Регулюючий об'єм баку водонапірної башти чи резервуару рекомендується визначати за ступеневими або інтегральними графіками надходження і відбору води (мал. 1.28). На мал. 1.28б показано добовий ступеневий графік водоспоживання. Якщо насоси будуть працювати протягом доби безперервно і рівномірно, їх годинна подача становитиме $100/24=4,17\%$ добових витрат.

З графіка 1.28 видно, що за період від 0 до 6 і від 20 до 24 годин споживання води менше за подачу насосів, а від 6 до 20 годин — більше. Таким чином, при наявності резервуару є можливість зібрати в ньому воду від 0 до 6 годин і від 20 до 24 годин та подати її споживачеві в період від 6 до 20 годин (додатково до подачі насосів). При відсутності регулюючого резервуару необхідно було б підбирати насоси з годинною подачею $6,2\%$ добових витрат, що привело б до збільшення потужності станції та зниження ефективності її роботи, оскільки більшу частину доби насоси працювали б з недовантаженням.

Регулюючий об'єм за інтегральним графіком становить:

$$W_{\text{рег}} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{100} \cdot Q_{\text{р.доб}} \cdot \quad (1.25)$$

де α_1 і α_2 — найбільші значення ординат між інтегральними лініями водоспоживання і подачі води насосами відповідно до надлишку і недостачі. % від $Q_{p,доб}$; $Q_{p,доб}$ — розрахункові добові витрати води (за добу максимального водоспоживання), м³/добу.



Мал. 1.28. Добовий графік надходження і відбору води:

а — ступеневий; б — інтегральний;
1 — відбір води; 2 — подача насосною станцією другого підняття;
3 — подача насосною станцією першого підняття.

При відсутності графіків водоспоживання і подачі води регулюючий об'єм слід розраховувати за СНіП 2.04.01-85 залежно від режиму роботи і продуктивності насосів.

Протипожежний запас води визначають з розрахунку тривалості гасіння розрахункової кількості пожеж. Для водонапірних башт і напірних резервуарів ця тривалість складає 10 хв., для резервуарів чистої води — 3 години.

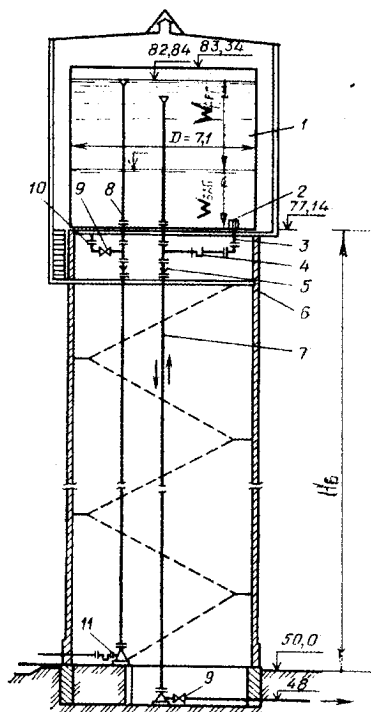
Таким чином, об'єм баку водонапірної башти (або резервуару чистої води):

В конкретних розрахунках регулюючий об'єм визначають з поправочними коефіцієнтами, які враховують підвищення надійності роботи споруди або її місце розташування (наприклад, мережа з контррезервуаром чи прохідною баштою). Значення цих коефіцієнтів коливається в межах 0,6-1,3 і визначається за [4, 11, 12].

За своєю конструкцією водонапірні башти являють собою водонапірний бак, який встановлений на опорі розрахункової висоти (мал. 1.29). Висота водонапірної башти:

де H_0 — вільний розрахунковий напір у диктуючій точці мережі в межах зони впливу башти, м; Σh — втрати напору в трубопроводі від башти до диктуючої точки, м; Z_0 і Z_n — геодезичні відмітки землі відповідно біля башти і диктуючої точки, м.

З формули 1.27 видно, що розташування в найвищих місцях водонапірних башт зменшить їх висоту.



Мал. 1.29. Водонапірна башта:

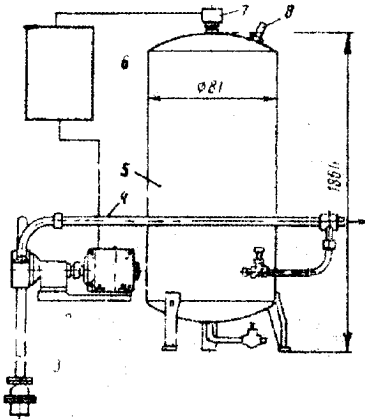
1 — бак; 2 — приймальна сітка; 3 — відвідний трубопровід; 4 — зворотний клапан; 5 — температурний компенсатор; 6 — ствол башти; 7 — трубопровід для подачі або відводу води; 8 — переливний трубопровід; 9 — засувки; 10 — трубопровід для спорожнення баку; 11 — гідрозатвір.

Водонапірні башти залежно від рельєфу місцевості і конфігурації мережі можуть бути розташовані на початку мережі (прохідна башта), в кінці мережі (контррезервуар) або в її проміжних точках.

Залежно від матеріалу ствола башти можуть бути цегляні, залізобетонні, сталеві тощо. Всередині ствола розміщують необхідне обладнання — труби, арматуру, прилади (мал. 1.29). Баки в баштах можуть бути металевими або залізобетонними. Водонапірні башти залежно від кліматичних умов, температури води, розмірів баку і режиму роботи башт (тривалості обміну води в баші) можуть бути з шатром для запобігання промерзання чи перегріву води або без нього. Порівняно з шатровими безшатрові водонапірні башти дешевші на 15–20%. Розроблені типові рішення водонапірних башт з об'ємом бака 15–800 м³ і висотою ствола 6–42 м.

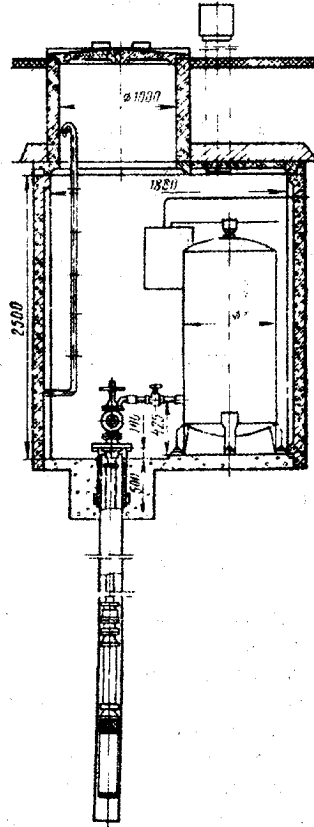
В окремих випадках замість водонапірних башт влаштовують гідропневматичні баки. Необхідний напір у таких установках створюється

стисненим повітрям (мал. 1.30). Недоліками таких систем є потреба у вищих напорах насосних станцій, що зумовлює додаткові витрати електроенергії, і наявність компресорів. Перевагою гідропневматичних установок є те, що їх можливо розташувати в будь-якому місці водонапірної мережі, а також у спеціальних приміщеннях під землею (мал. 1.31).



Мал. 1.30. Гідропневматична напірно-регулююча установка:

1 — електродвигун; 2 — насос; 3 — всмоктувальна труба; 4 — напірна труба; 5 — повітряно-водяний бак; 6 — блок управління; 7 — реле тиску; 8 — запобіжний клапан (розміри в мм).

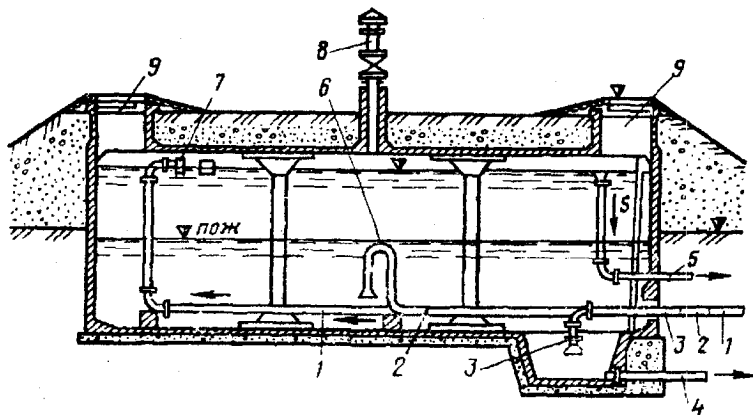


Мал. 1.31. Гідропневматична напірно-регулююча установка із заглибним насосом, змонтована в підземній камері (розміри в мм)

Гідропневматичні установки доцільно використовувати при невеликих витратах води (місцеві або внутрішні системи).

Як раніше зазначалось, резервуари, розташовані на високих відмітках, можуть служити як напірні, замінюючи при цьому дорожчі

водонапірні башти. Але частіше у зовнішніх системах водопостачання використовують безнапірні резервуари, розташовані на очисних спорудах (резервуари чистої води). Найбільше поширення отримали залізобетонні, в основному збірні, резервуари з плоским перекриттям (мал. 1.32). Резервуар заглиблюють у землю на половину висоти і обсипають землею шаром товщиною 0,8 — 1,2 м з метою ізоляції верхньої частини.



Мал. 1.32. Залізобетонний резервуар:

1 — труба для подачі води; 2 — всмоктувальна труба господарських насосів; 3 — всмоктувальна труба пожежних насосів; 4 — труба для спорожнення і видалення осаду; 5 — переливна труба; 6 — вигнута труба з отвором для зливу вакууму після спрацювання господарського запасу води; 7 — поплавковий клапан; 8 — вентиляційна шахта; 9 — лаз.

Для забезпечення надійності безперебійної роботи системи водопостачання влаштовують не менше двох резервуарів. Між ними розташовують спеціальні перемикаючі камери. В резервуарі чистої води необхідно забезпечити обмін всієї води у термін, що не перевищує 48 годин або при відповідному обґрунтуванні — 3—4 діб. Для цього забезпечують циркуляцію води з встановленням перегородок чи циркуляційних насосів.

У резервуарах необхідно забезпечити недоторканність пожежного запасу води, що досягається відбором води на господарські та протипожежні цілі з різних відміток або влаштуванням сифона. Останній спосіб має ту перевагу, що вода весь час зберігається біля дна резервуару і не виникає застійних зон по висоті. При пониженні рівня води нижче відмітки протипожежного запасу через отвори на згині сифону засмоктується повітря, зривається вакуум і відбір води припиняється.

При визначенні об'єму резервуарів чистої води враховують не лише регулюючий і протипожежний запаси води, а і запас води на власні потреби станції (промивання фільтрів тощо) та аварійний об'єм.

$$W = W_{\text{рег}} + W_{\text{зап}} + W_{\text{вир}} + W_{\text{ав}}, \quad (1.28)$$

де $W_{\text{рег}}$ — регулюючий об'єм, м³; $W_{\text{зап}}$ — протипожежний об'єм, м³; $W_{\text{вир}}$ — об'єм на власні потреби водопроводу, м³; $W_{\text{ав}}$ — аварійний об'єм води, м³.

В цілому доцільність влаштування регулюючих і запасних ємностей, вибір місця їх розташування і типу слід визначати на основі розрахунку сумісної роботи мережі, водопроводів та насосних станцій з урахуванням місцевих умов і технологічних вимог.

1.9. Зовнішні водопровідні мережі

1.9.1. Схеми трасування водопровідних мереж

Водопровідні мережі призначені для транспортування води від джерела водопостачання до споживачів. Вони складаються з водоводів, магістральних мереж і розподільних трубопроводів. Водоводами вода подається від насосних станцій до населеного пункту, на території якого розташована мережа магістральних і розподільних трубопроводів.

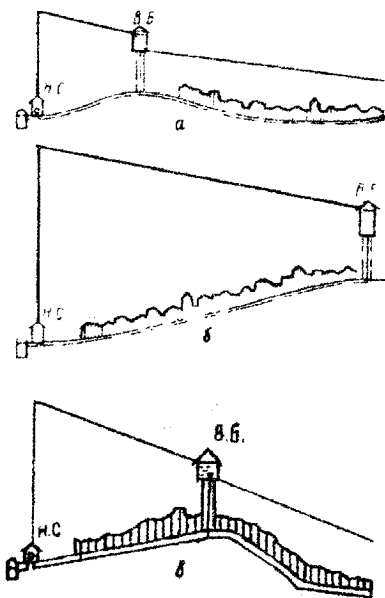
Водоводи прокладають не менше ніж удвіліній, з'єднані перемичками, що забезпечує безперебійність подачі води. Відстань між окремими лініями повинна бути не менше 5 м при діаметрі труб до 300 мм і 10 м — при трубах більшого діаметра.

Магістральні трубопроводи призначені для транспортування основних транзитних мас води. Розподільними трубопроводами подають воду від магістралей до місць споживання.

Всі водопровідні мережі проектують на основі плану забудови населеного пункту. При цьому беруть до уваги конфігурацію населеного пункту, взаємне розташування джерела водопостачання і споживачів; розташування вулиць, кварталів і зосереджених водоспоживачів (заводи, фабрики та ін.); рельєф місцевості. Мережі прокладають по проїздах або узбіччях доріг паралельно до ліній забудови. В повздовжньому профілі трубопроводи повторюють рельєф місцевості на певній постійній глибині. При цьому трубам надається певний уклон не менше 0,001 в напрямку до випуску, що забезпечує спорожнення мережі та випуск з неї повітря. З цією метою в підвищених місцях мережі влаштовують вантузи, а в понижених — випуски. Заглиблення водопровідних труб залежить від глибини промерзання ґрунту, температури води в трубах та режиму її подачі. Трубопровід повинен знаходитись на 0,5 м нижче розрахункової глибини промерзання, але не вище ніж 0,7 м до верху труби.

За характером взаємного розташування насосних станцій, водопровідних мереж і напірно-регулюючих споруд розрізняють наступні схеми

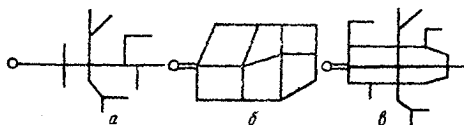
живлення водопровідної мережі: з одностороннім живленням або з прохідною баштою (мал. 1.33а); з двостороннім живленням або з контррезервуаром (мал. 1.33б); комбіновані (мал. 1.33в).



Мал. 1.33. Водопроводи:

а — з прохідним резервуаром; б — з контррезервуаром; в — комбіновані; Н.С. — насосна станція; В.Б. — водонапірна башта

За розташуванням в плані магістральних ліній розрізняють: тупикові (розгалужені), кільцеві і комбіновані мережі (мал. 1.34).



Мал. 1.34. Схеми водопровідних мереж:

а — тупикова; б — кільцева; в — комбінована

Водопровід, який виконано за розгалуженою схемою, дешевший, але він застосовується лише в тих випадках, коли допускається перерва у водопостачанні на період усунення можливої аварії. Більш надійними є кільцеві водопроводи, що забезпечують безперервну подачу води споживачам.

вачам. У населених пунктах найчастіше використовують комбіновані схеми. Кільце охоплює райони найбільшого водоспоживання, а до окремих водоспоживачів прокладають від кільця тупики. В подальшому ці тупики при розширенні населеного пункту можуть бути закільцьовані. Слід зазначити, що протипожежні мережі виконують за кільцевою схемою. Дозволяються тупики лише для коротких ліній, а при довжині 200 м і більше в кінці водопровідних ліній повинні бути протипожежні водойми.

Трасу господарсько-питного водопроводу заборонено прокладати на території звалищ, цвинтарів та місць поховання худоби.

1.9.2. Основи розрахунку водопровідних мереж

Для визначення діаметрів труб і втрат напору на всіх ділянках мережі при пропуску по них розрахункових витрат води виконують гідравлічні розрахунки водоводів і водопровідної мережі. Втрати напору потрібні для визначення висоти водонапірної башти і напору насосів. Гідравлічний розрахунок виконують лише для магістральних ліній і водоводів. Залежно від схеми живлення мережу розраховують на такі характерні випадки: максимальне водоспоживання; максимальне водоспоживання і пропуск додаткових протипожежних витрат; транзит у напірний бак. Розрахунок на перші два випадки потрібний для всіх схем мережі, а на третій — для схеми з контррезервуаром.

Підготовка мережі до розрахунку полягає у складанні умовної розрахункової схеми. При гідравлічному розрахунку мережі неможливо врахувати всі реальні точки відбору води споживачами, тому реальна схема замінюється умовною з вузловими точками відбору води, що розташовані, як правило, на перетинах магістральних ліній. Вузлові точки поділяють мережу на розрахункові ділянки. Порядок визначення витрат води на ділянках наступний:

1. За графіком водоспоживання для призначеного режиму визначають розрахункові витрати q_{\max} , л/с.
2. Обчислюють питомі витрати $q_{\text{шт}}$ в л/с на 1 м мережі, виключаючи при цьому зосереджених водоспоживачів:

$$q_{\text{пит}} = \frac{q_{\max} - \Sigma q_{\text{зос}}}{\Sigma L} ; \quad (1.29)$$

де $\Sigma q_{\text{зос}}$ — сума витрат зосередженими водоспоживачами, л/с; ΣL — сумарна довжина ділянок мережі, які віддають воду, м (до неї не включаються ділянки, призначені лише для транспортування води).

При різному характері забудови (багатоповерхова, малоповерхова, індивідуальна) питомі витрати визначають для кожного району відповідно до густоти населення.

3. Вважаючи, що відбір води з мереж рівномірний, визначають шляхові витрати на кожній ділянці:

$$q_{\text{шлях}} = q_{\text{шт}} \cdot l_i \quad (1.30)$$

4. Для спрощення розрахунків замінюють шляхові витрати вузловими (умовно зосередженими у вузлах) і визначають їх як півсуму шляхових витрат ділянок, що приєднуються до даного вузла:

$$q_{\text{вуз}} = 0,5 \sum q_{\text{шлях}} \quad (1.31)$$

Якщо є зосереджена витрата у вузлі, то

$$q_{\text{вуз}} = 0,5 \sum q_{\text{шлях}} + q_{\text{зос.}} \quad (1.32)$$

Сума витрат, що притікають до вузла, повинна бути рівною сумі витрат, що витікають з нього.

5. Враховуючи, що окрім шляхових витрат розрахунковою ділянкою проходить також транзитна $q_{\text{тран}}$ для живлення наступних ділянок мережі, визначають розрахункові витрати на кожній ділянці:

$$q_i = q_{\text{тран}} + 0,5 q_{\text{зос.}} \quad (1.33)$$

де 0,5 — коефіцієнт, який враховує, що на початку ділянки $q_i = q_{\text{тран}} + 0,5 q_{\text{шлях}}$, а в кінці — $q_i = q_{\text{тран}}$

Знаючи розрахункові витрати на ділянках мережі і прийнявши матеріал труб, визначають діаметри магістральних трубопроводів:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V}} \quad (1.34)$$

де Q — розрахункові витрати ділянки, $\text{м}^3/\text{с}$; V — швидкість руху води в трубі, $\text{м}/\text{с}$.

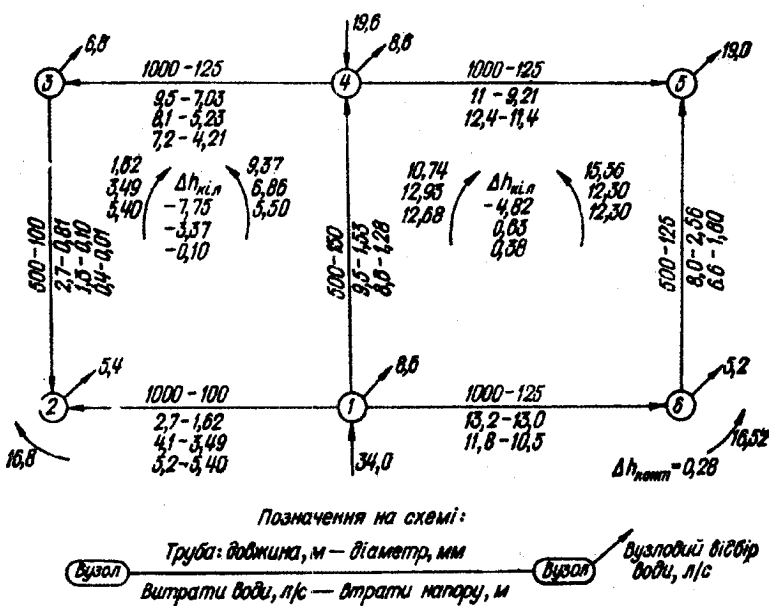
Визначаючи величину швидкості руху, слід враховувати, що малі швидкості руху води ведуть до збільшення діаметра, а великі — до його зменшення. Перше призводить до збільшення будівельної вартості, а друге — до зростання втрат напору в трубах і тим самим — до витрат електроенергії на їх подолання, тобто збільшення експлуатаційних витрат. Найбільш економічною швидкістю є: для труб малого діаметра 0,6-0,9 $\text{м}/\text{с}$; для труб великого діаметра — 0,9-1,5 $\text{м}/\text{с}$.

За формулами гідравліки при відомих діаметрах і витратах ділянок мережі визначають втрати напору. Для спрощення розрахунків за цими формулами складені таблиці [18]. Користуючись ними, загальні втрати напору визначають як:

$$h_i = i \cdot l \quad (1.35)$$

При розрахунку магістральних ліній втрати напору на місцеві опори не враховують як порівняно незначні.

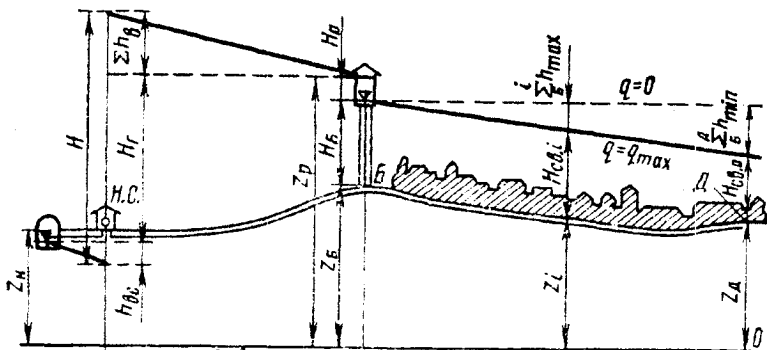
Приклад нескладної схеми водопроводу з розрахунком мережі показаний на мал. 1.35. При розрахунку більш складних кільцевих мереж може бути багато різних вирішень розподілу води по ділянках. В цих випадках проводять «ув'язку» мережі, щоб сума втрат напору на ділянках кільця з рухом води за годинниковою стрілкою дорівнювала сумі втрат напору на ділянках з рухом води проти годинникової стрілки ($\Sigma h = 0$).



Мал. 1.35. Схема гідравлічного розрахунку мережі

Оскільки витрати на ділянках мережі орієнтовні, а діаметри підібрано, виходячи з економічних міркувань, то сума втрат напору не дорівнює нулю, а становить певну додатну або від'ємну величину Σh , яка називається неув'язкою. Щоб ув'язати мережу, треба частину взятої на початку розрахункової витрати перекинути з більш навантаженого півкільця на менш навантажене. Після виправлення втрат повторно визначають втрати напору. Розрахунок продовжують доти, доки величина неув'язки не стане допустимою ($\Delta h = 0,3-0,5$ м).

Водопровідна мережа повинна постійно подавати до населеного пункту потрібні витрати води з напором, який забезпечує нормальний її розбір. Найінтенсивніше мережа працює в годину максимального водорозбору, коли по трубах проходять максимальні витрати, і втрати напору в них досягають найбільших значень. У ці години лінія п'єзометричних напорів займає найнижче положення, тобто напір у мережі буде мінімальним (мал. 1.36).



Мал. 1.36. Схема роботи водопроводу при господарсько-питному водоспоживанні

Тиск (напір) в трубах у різних точках мережі залежить не тільки від положення п'єзометричної лінії, а й від висоти розташування цих точок на місцевості. П'єзометричний напір у трубах, який рахують від поверхні землі, називають вільним напором. Він повинен бути достатнім для забезпечення нормального водорозбору із санітарних приладів, у тому числі на верхніх поверхах будинків.

Мінімальний вільний напір встановлюють за нормами залежно від кількості поверхів будинків: при одноповерховій забудові — 10 м; при багатоповерховій — на кожний поверх додають 4 м. Вільні напори для виробничих зон визначають з урахуванням технологічних вимог.

Великі напори в мережі небажані, оскільки при цьому збільшуються невиробничі втрати води, підвищується можливість виникнення аварій, з'являються незручності при водорозборі. Тому рекомендується, щоб найбільший напір у водорозбірній мережі не перевищував 60 м (допустимий напір). В одиничних висотних будинках воду на верхні поверхи підкачують місцевими насосними установками.

Точка мережі, в якій вільний напір у годину максимального водоспоживання буде найменшим, називається дикгуючою. Якщо в дикгуючій точці утворюється необхідний вільний напір, то у всіх інших точках мережі він буде більшим. За цією умовою знаходять висоту водонапірної

бапти. Як правило, це найбільш високорозташована і віддалена від бапти точка.

Визначивши висоту водонапірної бапти за формулою 1.27, визначають напір насосів:

$$H = (Z_6 + H_6 + H_p) + \Sigma h_{\text{вод}} - Z_n, \quad (1.36)$$

де $\Sigma h_{\text{вод}}$ — сума втрат напору в водоводах і насосній станції. Решта позначень — на мал. 1.36.

1.9.3. Труби для водопровідних мереж

Для влаштування зовнішніх водопровідних мереж використовують сталеві, чавунні, азбестоцементні, залізобетонні та пластмасові труби. Вибір матеріалу труб здійснюють за техніко-економічними розрахунками, які враховують робочий внутрішній тиск, агресивність ґрунту і води, умови роботи трубопроводу, санітарні вимоги тощо. Для зовнішніх напірних мереж рекомендується застосовувати переважно неметалеві труби, а металеві — лише на відповідальних ділянках, де потрібно мати більш високий ступінь надійності роботи водопровідної мережі.

Сталеві труби виготовляють безшовними і зварними (з прямим або спіральним швом). Безшовні труби мають високу міцність і тому їх використовують для влаштування підземних переходів під залізницями та автомагістралями, в дюкерах, в сейсмічних районах та просідних ґрунтах. Широке застосування сталеві труби мають для внутрішніх водопроводів. Задіючими ГОСТами випускають сталеві труби діаметром 6 — 1400 мм і довжиною 4 — 12 м.

Сталеві труби, прокладені в землі, необхідно захищати від корозії, інакше вони досить швидко вийдуть з ладу. Для запобігання корозії застосовують активний або пасивний захист сталевих труб. При пасивному захисті труби покривають ізоляційними матеріалами. Найчастіше для цього використовують бітумну мастику та ізоляційні рулонні матеріали. Перед нанесенням покриття труби ретельно очищають, покривають бітумною ґрунтовкою (розчин бітуму в бензині), після чого наносять гарячу бітумну мастику і обмотують крафт-папером. Залежно від корозійної активності ґрунту обирають необхідний тип ізоляції — нормальна, посилена або дуже посилена. Тип ізоляції визначається кількістю нанесених шарів мастики та підсилюючих обгорток (бризол, гідроізол або склотканина). Окрім бітумного використовують полімерні та емалеві покриття, в тому числі і для внутрішньої поверхні труб.

В результаті взаємодії металу трубопроводу з агресивними ґрунтовими водами виникає електрохімічна корозія. У таких випадках рекомендується застосовувати катодний або протекторний захист труб (активні методи). При катодному захисті поряд з трубопроводом закопують в зем-

лю старі труби або рейки, які з'єднують з позитивним полюсом джерела постійного електричного струму. Трубопровід з'єднують з негативним полюсом того ж джерела. Електричний струм, виходячи з старих закопаних труб (анод) у вигляді позитивних іонів металу, руйнує їх і тим самим захищає трубопровід.

При витоках струму від електричного транспорту з'являються так звані блукаючі струми, які діють на металеві труби, руйнуючи їх. В таких випадках досить ефективним є проєкторний захист, при якому джерело постійного струму не потрібне, а поблизу трубопроводу закопують металевий стрижень з більш високим електрохімічним потенціалом, ніж метал трубопроводу (цинк, магній, алюміній або їх сплави). Трубопровід з'єднують зі стрижнем — електропровідником, в результаті чого виникає електрична пара, де струм протікає від стрижня до труб, захищаючи останні від корозії.

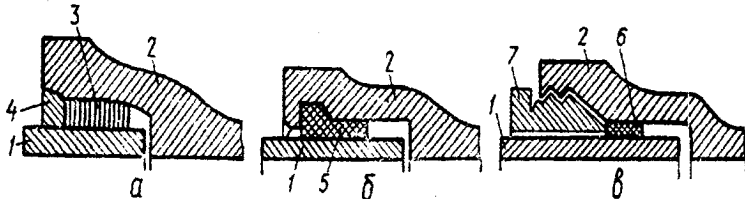
Найчастіше активні методи захисту від корозії поєднують з пасивними, що значно здешевлює експлуатацію металевих трубопроводів.

Сталеві труби з'єднують між собою, як правило, за допомогою зварювання. При монтажі сталевих трубопроводів застосовують гнугі, шгамповані та зварні сталеві фасонні частини, які приварюються до труб. Різьбові з'єднання застосовують переважно для внутрішніх мереж.

Чавунні труби порівняно зі сталевими більш довговічні за рахунок значної товщини стінок. Недолік чавунних труб — значна вага, крихкість при динамічних навантаженнях і обмеженість робочого тиску.

Чавунні розтрубні труби та фасонні частини до них виготовляють діаметром 50 — 1200 мм і довжиною 2 — 7 м. Залежно від товщини стінок чавунні розтрубні напірні труби, які використовують для водопроводів, поділяють на три класи: ЛА, А і Б. Максимальний робочий тиск при використанні чавунних труб не повинен перевищувати 1,0 — 1,5 МПа.

При з'єднанні труб гладкий кінець однієї вставляють у розтруб іншої так, щоб кільцевий зазор був однаковий по периметру. Герметизують стик просмоленним коношляним пасмом або пластичним матеріалом — свинцем, алюмінієм, гумою (мал. 1.37).



Мал. 1.37. Стикові з'єднання чавунних труб:

а — азбестоцементною зачеканкою; б — з гумовим самоуцільнюючим кільцем; в — з гумовим кільцем: 1 — гладкий кінець труби; 2 — розтруб; 3 — просмолене пасмо; 4 — азбестоцементний ущільнювач; 5 — самоуцільнююче гумове кільце; 6 — гумове ущільнююче кільце; 7 — упорне кільце з різьбою.

Залізобетонні труби застосовують переважно для водоводів. Ці труби довговічні, вимагають для виготовлення невеликих витрат металу, але мають значну масу. Виготовляють залізобетонні труби методами вібропресування і центрифугування з попереднім напруженням арматури діаметром 500 — 1500 мм на тиск 0,6 — 2 МПа і довжиною до 5,2 м. З'єднання залізобетонних труб — розтрубне. Герметизують стик гумовими кільцями з наступним зачеканенням цементним розчином.

Азбестоцементні труби стійкі проти корозії, мають гладкі стінки з невеликим гідравлічним опором, малу масу і низьку теплопровідність, легко механічно обробляються, але вони крихкі, вимагають особливої уваги при транспортуванні та динамічних навантаженнях. Азбестоцементні труби виготовляють із суміші 75 — 85 % портландцементу і 25 — 15 % азбестового волокна діаметром 50 — 500 мм і довжиною 3 — 4 м. Для водопостачання застосовують азбестоцементні труби марок ВТ — 6, ВТ — 9 і ВТ — 12 на робочий тиск відповідно 0,6; 0,9 і 1,2 МПа. З'єднують азбестоцементні труби азбестоцементними та чавунними муфтами. Герметичність стиків забезпечується гумовими кільцями.

Пластмасові (пластикові) труби виготовляють із полімерних матеріалів: поліетилену високої та низької щільності, полібутилену, поліпропілену, полівінілхлориду, поліхлорвінілу та інших. Труби випускають на тиск 0,25–1 МПа, діаметром до 630 мм і довжиною 6–12 м. Труби малого діаметра (до 63 мм) випускають великої довжини і замотують на бухти. Пластмасові труби значно легші за металеві, стійкі до корозії, мають низький гідравлічний опір і низьку теплопровідність, легко обробляються і стискуються, гнучкі і пластичні, але мають високий коефіцієнт лінійного розширення і при коливанні температури можуть змінювати свої властивості.

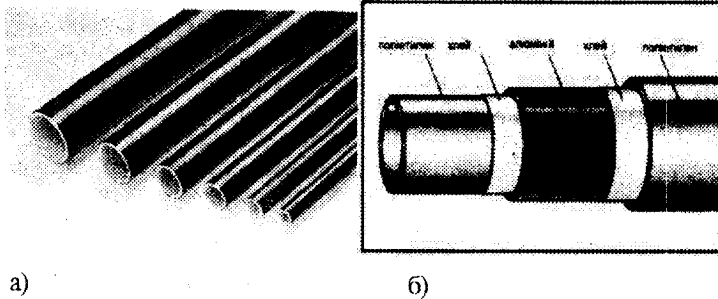
Електроізоляційність полімерів виключає гальванічну та електрохімічну корозію, що надзвичайно важливо при прокладанні трубопроводів у ґрунті. Завдяки особливій структурі матеріалів трубами не передаються коливання, глушаться вібрації та шуми. В пластмасових трубах не накопичуються і не затримуються жодні відкладення: ні вапняні, ні каменеві, ні з будь-яких інших хімічних сполук.

Різновидом пластмасових є металопластикові (багатошарові) труби (мат. 1.38), в яких поєднані переваги металевих та пластмасових труб.

Металопластикові труби виготовляють таким чином: спочатку алюмінієва стрічка товщиною 0,2 — 0,25 мм скручується повздовж у трубу, а потім зварюється ультразвуком або лазерним променем за утворенням швом. Далі алюмінієва труба покривається з зовнішнього та внутрішнього боків шаром клею та поліетилену високої густини. Внутрішній шар товстіший за зовнішній і виготовляється із структурованого харчового поліетилену.

Маючи всі переваги пластмасових труб, металопластикові витримують значно більший тиск (до 4 МПа), більш стійкі до перепаду темпера-

тур води (робоча температура від 0°C до 95°C), жорсткі до згинання і мають низький коефіцієнт нелінійного розширення (лише вдвічі більший, ніж у сталі).



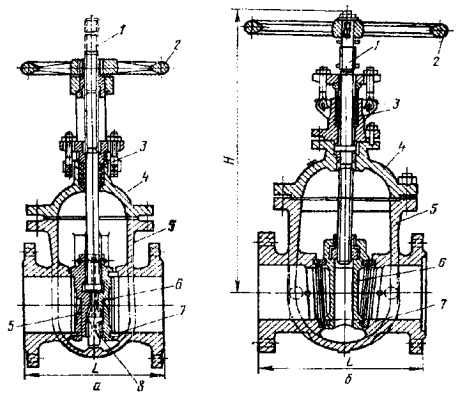
Мал. 1.38. Металопластикові труби:
а — зовнішній вигляд; б — конструкція труби

З'єднують пластмасові труби зварюванням, склеюванням, розтрубами або на фланцях. При монтажі внутрішніх водопроводів використовують різьбові з'єднання за допомогою пластмасових або металевих фасонних частин (муфти, кутники, трійники, хрестовини, переходи та ін.).

1.9.4. Арматура зовнішніх водопровідних мереж

Для організації належної експлуатації на зовнішніх водопровідних мережах передбачають встановлення запірно-регульовальної (засувки), запобіжної (запобіжні та зворотні клапани, вантузи) і водорозбірної арматури (водорозбірні колонки, пожежні гідранти).

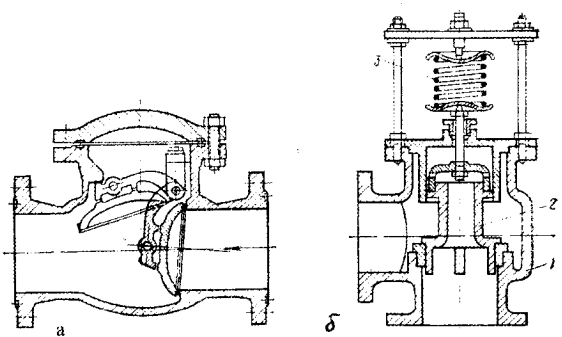
Засувки призначені для управління потоком води в мережі та вимкнення окремих ділянок для огляду і ремонту. Їх встановлюють у місцях перетину магістралей і відгалужень від них з таким розрахунком, щоб під час ремонту вимикали не більше п'яти пожежних гідрантів. Прохід у засувках перекривається запірними дисками, які пересуваються гвинтовим шпінделем. Засувки (мал. 1.39) за конструкцією запірних дисків поділяються на паралельні і клинові, а за конструкцією шпинделя — з висувним і невисувним шпінделем.



Мал. 1.39. Засувки:

а — паралельна; б — клинова (з невисувним шпінделем): 1 — шпindelь; 2 — маховик; 3 — сальник; 4 — кришка; 5 — корпус; 6 — диск; 7 — латунні ущільнюючі кільця; 8 — опорний клин.

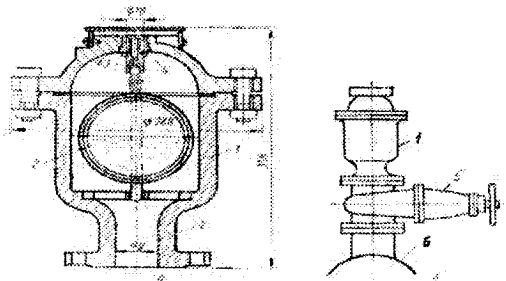
Зворотні клапани призначені для пропускання води лише в одному напрямку (мал. 1.40а). Їх встановлюють на напірних лініях насосних станцій. Запобіжні клапани призначені для захисту трубопроводів від руйнування при підвищенні в них тиску вище за допустимий. На мал. 1.40 б показано пружинний запобіжний клапан, в якому тиск відкриття клапана регулюється стисненням пружини.



Мал. 1.40. Клапани:

а — зворотний; б — запобіжний; 1 — корпус; 2 — клапан; 3 — пружина.

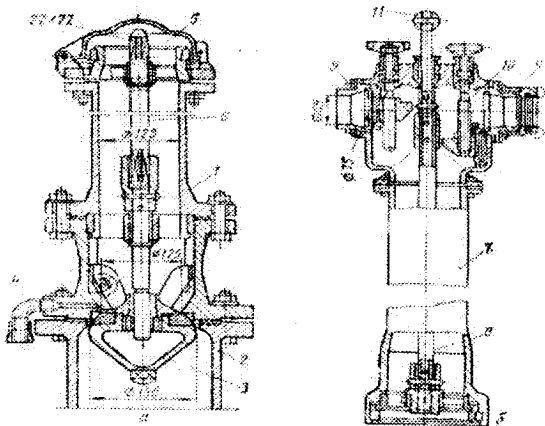
Вантузи (мал. 1.41) встановлюють у найвищих точках трубопроводу для автоматичного впуску або випуску повітря в трубопровід.



Мал. 1.41. Вантуз:

а — загальний вигляд; б — установка на водоводі: 1 — корпус; 2 — горловина; 3 — шаровий поплавков; 4 — клапан для випуску повітря; 5 — засувка; 6 — водовід

Накопичення повітря в трубопроводі неприпустиме, тому що це знижує пропускну здатність, викликає гідравлічні удари і аварії. При накопичуванні повітря рівень води у вантузі знижується, поплавок опускається, клапан відкривається, і під тиском води повітря виходить в атмосферу. При утворенні вакууму клапан відкривається під атмосферним тиском.

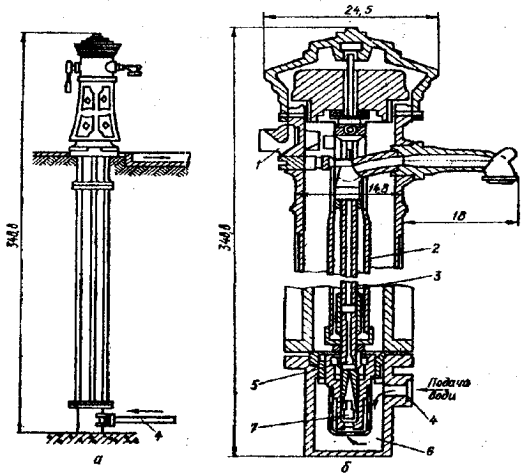


Мал. 1.42. Конструкція пожежного гідранта і стендера:

а — пожежний гідрант; б — стендер: 1 — стоек; 2 — пожежна підставка; 3 — клапан; 4 — штанга з квадратною голівкою; 5 — спускний пристрій; 6 — ковпак; 7 — корпус стендера; 8 — штанга стендера з квадратною голівкою; 9 — штуцер для під'єднання пожежного рукава; 10 — затірний пристрій пгтутера; 11 — рукоятка (розміри в мм)

Пожежні гідранти (мал. 1.42а) призначені для забору води із зовнішніх мереж для гасіння пожежі. Пожежні гідранти розташовують у колодязях на спеціальній підставці. При користуванні гідрантом на нього нагвинчується переносний стендер (мал. 1.42б), до якого під'єднують пожежні рукави. Крім підземних можуть використовуватись і наземні гідранти, які поєднують з водорозбірними колонками. Гідранти встановлюють на водопровідній мережі на віддалі не більше 150 м один від одного. Колодязі, де розташовані пожежні гідранти, повинні бути не ближче ніж за 5 м від стін будівель і мати зручний під'їзд.

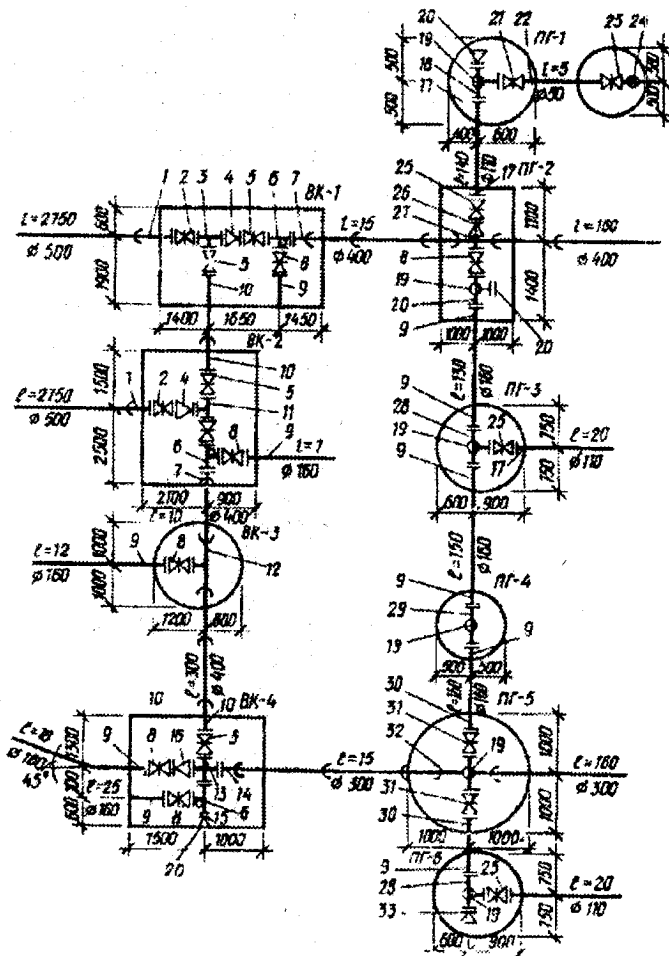
У житлових кварталах, які не мають каналізації і вводів у будинки, воду беруть безпосередньо із зовнішньої мережі через встановлені на ній водорозбірні колонки (мал. 1.43). Водорозбірні колонки, як правило, розташовують вздовж вулиць і на перехрестях за умови, що радіус дії кожної колонки не перевищує 100 м. При напорі в мережі більше 0,1 МПа забезпечується нормальна робота колонок.



Мал. 1.43. Водорозбірна колонка:

а — загальний вигляд; б — деталь верхньої частини; 1 — піднімальний важіль з рукояткою; 2 — трубчаста штанга; 3 — подаюча труба; 4 — патрубок; 5 — ежектор; 6 — приймальний бачок; 7 — клапан.

Для забезпечення потрібної експлуатації мережі слід так розмістити на ній водопровідну арматуру, щоб можна було легко регулювати подачу води, виключати окремі ділянки для ремонту і регулювання водорозбору. Розташування на мережі арматури, фасонних частин, водопровідних колодязів та інших деталей показують умовними позначеннями на спеціальному кресленні, яке називається деталюванням мережі (мал. 1.44).



Мал. 1.44. Деталювання ділянки водопровідної мережі:

1, 10 — патрубок "фланець-гладкий кінець"; 2, 5, 8, 25, 31 — засувки; 3, 11 — трійник фланцевий; 4, 16, 26 — перехід фланцевий; 6 — випуск фланцевий; 9, 17, 30 — патрубок "гладкий кінець з насувним фланцем"; 7, 14 — патрубок "фланець-розтруб"; 12 — трійник "розтруб-фланець"; 13 — хрестовина фланцева; 15, 33 — заглушка; 18, 28 — трійник фланцевий з пожежною підставкою; 19 — пожежний гідрант; 20, 33 — упор; 21, 23 — вентиль; 24 — водорозбірна колонка; 27 — хрестовина "розтруб-фланець"; 29 — пожежна підставка фланцева (нестандартна); 32 — хрестовина "розтруб-фланець з пожежною підставкою".

Деталювання виконують на схемі без масштабу, але так, щоб його конфігурація відповідала контуру мережі. За даними деталювання складають специфікацію фасонних частин, арматури та водопровідних колодязів.

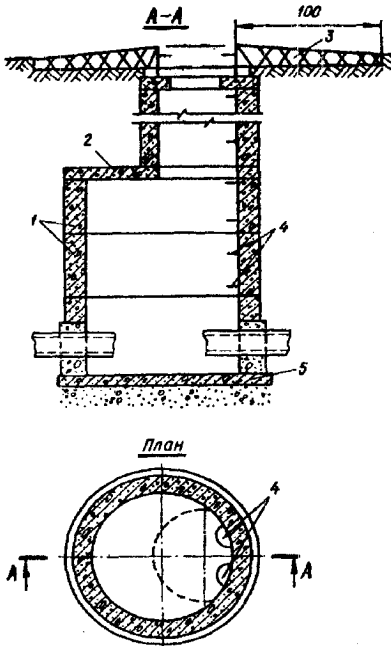
1.9.5. Споруди на водопровідній мережі та водоводах

Водопровідні колодязі призначені для розміщення водопровідної арматури, управління нею, проведення ремонтних і профілактичних робіт. Колодязь має робочу камеру і над нею горловину для спуску (мал. 1.45). Горловина закривається чавунним або сталевим люком з кришкою, які бувають двох типів: Т і Л. Важкі люки типу Т встановлюють на проїзній частині вулиці, люки типу Л — на тротуарах, непроїзних місцях та шляхах з рухом автотранспорту вантажопідйомністю до 5 т.

Люки розташовують таким чином, щоб не заважали проїзду транспорту і щоб у колодязі не потрапляла поверхнева вода. При відсутності твердого покриття люки повинні виступати над поверхнею землі на 5 см, а навколо них необхідно влаштувати вимощення шириною 1 м з уклоном від люка.

За формою в плані водопровідні колодязі бувають круглі і прямокутні. Форму і розміри в плані колодязя обирають залежно від діаметра труб, а також від розмірів арматури і фасонних частин.

Колодязі влаштовують із залізобетону, цегли і, рідше, бутобетону. Для захисту колодязя від потрапляння ґрунтових вод (при мокрих ґрунтах) передбачають ізоляцію дна і стінок на 0,5 м вище рівня ґрунтових вод.



Мал. 1.45. Збірний залізобетонний оглядовий колодязь:

1 — кільця; 2 — плита перекриття; 3 — вимощення; 4 — ходові скоби; 5 — плита дна

Розроблено серії типових проектів водопровідних колодязів з різними схемами фасонних частин і арматури для сухих, мокрих та просідних ґрунтів.

Для запобігання пошкоджень трубопроводу внутрішнім тиском води в місцях поворотів та в тупиках встановлюють бетонні упори. Розміри упорів розраховують так, щоб їх переміщення при деформації ґрунту було менше 0,3 см.

При проходженні трубопроводу через залізницю та автомобільні шляхи його укладають в запобіжний футляр із сталевих труб (мал. 1.46а).

Футляри (кожухи) захищають від руйнування залізницею чи автомобільну дорогу у випадку аварії трубопроводу, а також сам трубопровід від дії зовнішніх сил, які виникають під час руху транспорту. Прокладання футлярів здійснюють відкритим (траншейним) або закритим (проколпвання, протискування, горизонтальне буріння) способами. Футляри влаштовують з антикорозійною ізоляцією та захистом від електрохімічної корозії (катодна поляризація з протекторними установками).

Внутрішній діаметр футляра має бути на 200 мм більшим від зовнішнього діаметра робочого трубопроводу. При закритому способі виконання робіт обчислюючи діаметр футляра, додатково враховують довжину та діаметр робочого трубопроводу і вимоги “Правил техніки безпеки в будівництві”. Робоча труба в футлярі розташовується на опорах. Простір між футляром та трубопроводом заповнюється ізоляційними матеріалами або цементно-піщаним розчином.

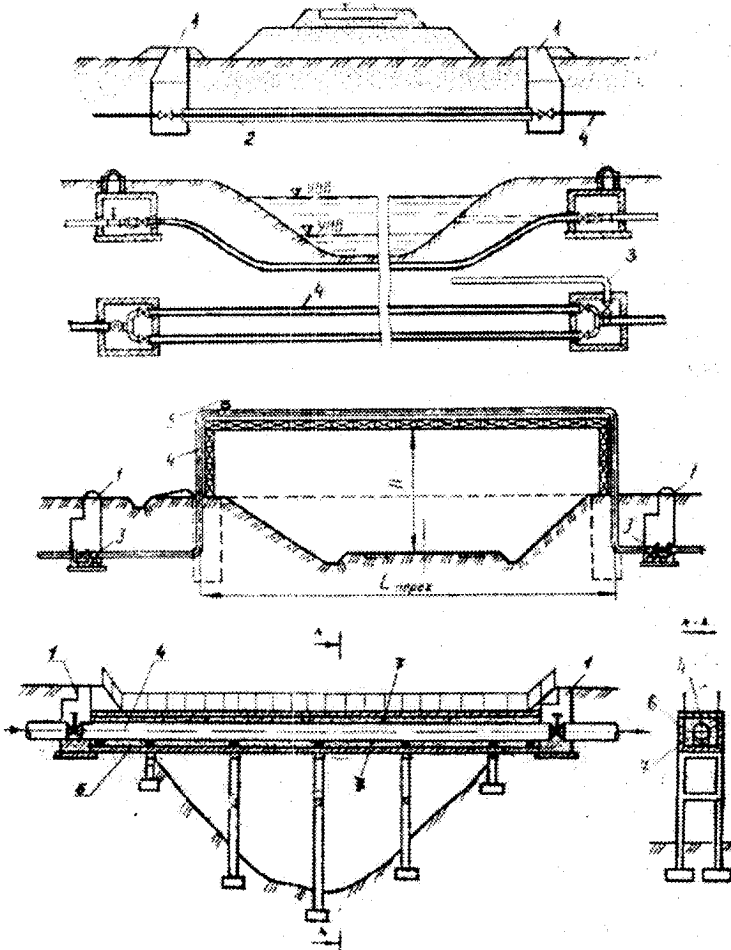
При влаштуванні переходів замість футлярів можуть використовуватися прохідні або непрохідні тунелі. Глибина закладання труби футляра або тунелю (відстань від підшви рейси або покриття автодороги до верху труби) має бути не менша 1,0 м при відкритому способі виконання робіт та не менша 1,5 м при виконанні робіт закритими способами.

На кінцях футляра встановлюють колодязі із засувками для вимкнення водопроводу на випадок аварії.

Відстань від колодязів (кінця футляра) до осі крайньої колії приймається не меншою 8 м, до краю виїмки або водовідвідних каналів — не меншою 3 м, до підшви насипу — 5 м.

Прокладання трубопроводу через річку, яр або канал може здійснюватися за допомогою дюкера (мал. 1.46б) або в утеплених кожухах під мостом, або по естакаді (мал. 1.46в,г). При перетині річки прокладають по дну дюкер не менше ніж в дві лінії із сталевих труб, покритих підсиленою антикорозійною ізоляцією. Мінімальна відстань між верхом труби і дном річки — 0,5 м, а для судноплавних в межах фарватеру — 1,0 м. Відстань в плані між трубами становить 0,7... 1,5 м. При влаштуванні дюкера через яр або канал необхідно виконувати всі вимоги, як і при перетині річки. При цьому слід звертати увагу на закріплення схилів яру. Переходи через

широкі, але неглибокі яри слід влаштувати по естакадах, які можливо використувати як пішохідні мости. Трубопровід у цьому випадку прокладається в утепленому коробі (мал. 1.46г).



Мал. 1. 46. Схеми переходів:

а — під залізницею; б — діюкером під річкою; в — по естакаді над автомобільною дорогою; г — по естакаді через яр: 1 — колодязь; 2 — кожух; 3 — спускна труба; 4 — робоча труба; 5 — вантуз; 6 — короб; 7 — утеплювач.

1.9.6. Випробування і здача трубопроводів в експлуатацію

Після завершення будівельно-монтажних робіт водопровідну лінію перевіряють на відповідність всіх елементів проєктним рішенням. Насамперед перевіряють якість виконання зварювальних і монтажних робіт, роботу арматури, прямолінійність прокладання і заглиблення трубопроводів. Після зовнішнього огляду водопровідну лінію випробовують двічі: до і після засипання траншеї. Випробовують ділянки довжиною не більше 1 км; її кінці закривають глухими фланцями, і трубопровід заповнюють водою з низової сторони.

Величина тиску, під яким необхідно випробовувати трубопровід, встановлюється проєктом або за СНіП 3.05.04-85. Як правило, тиск приймається в 1,5 рази більший за робочий для металевих і пластмасових труб і в 1,3 рази більший — для залізобетонних і азбестоцементних, але не більшим за величини заводського випробування.

Напірний трубопровід вважається таким, що витримав випробування, якщо в ньому під дією тиску не було розривів труб і пошкоджень стикових з'єднань. При остаточному випробуванні після засипання витік води не повинен перевищувати меж, встановлених СНіП 3.05.04-85.

Перед здачею в експлуатацію трубопроводи та споруди водопостачання промивають (очищають) і дезинфікують. Порядок промивання та дезинфекції повинен відповідати вимогам СНіП 3.05.04-85. За результатами випробувань, промивання і дезинфекції складають акти. Акт випробувань підписують представники будівельно-монтажної та експлуатаційної організації і замовника, а промивання та дезинфекції, крім того, ще й представники санітарно-епідеміологічної служби.

1.10. Поліпшення якості води

1.10.1. Основні технологічні процеси та схеми поліпшення якості води

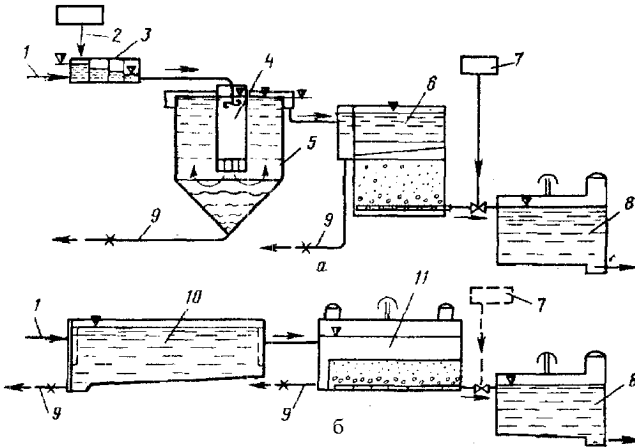
Основні технологічні процеси поліпшення якості води полягають у видаленні з неї тих чи інших домішок, що містяться в кількості, яка перевищує норми. Як правило, застосовують прояснення, знебарвлення та знезаражування води.

Пр о я с н е н н я в о д и полягає у видаленні з води завислих речовин, тобто зменшення її каламутності. Його можна проводити шляхом відстоювання і фільтрування. Однак традиційне відстоювання проходить досить довго і при значних витратах води вимагає значних площ та грім-

здких споруд. Для прискорення прояснення у воду вводять хімічні речовини — коагулянти, що разом із завислими і колоїдними частинками утворюють пластівці, які досить швидко відділяються від води (швидкість випадання пластівців в осад приблизно в 100 разів більша, ніж частинок тонкодисперсної глини).

Знезараження води — знищення мікроорганізмів, бактерій, вірусів, головним чином, патогенних, які можуть викликати шлунково-кишкові захворювання: холеру, дизентерію, парагиф та ін. Значна частина бактерій і вірусів затримується при проясненні води відстоюванням та фільтруванням, а ті, що лишилися, знищують шляхом обробки води хлором, озонм, сріблом або опромінюючи її бактерицидними ультрафіолетовими променями.

Знебарвлення води — усунення речовин, що обумовлюють кольоровість води. Як правило, знебарвлення води проходить при проясненні і знезараженні. Речовини, що обумовлюють кольоровість води, видаляються за рахунок коагуляції та окислення.



Мал. 1.47. Схеми очисної станції:

а — при очищенні з реагентами; б — при очищенні без реагентів: 1 — подача неочищеної води; 2 — реакгентне господарство; 3 — змішувач; 4 — камера утворення пластівців; 5 — відстійник або просвітлювач з завислим осадом; 6 — швидкий фільтр; 7 — знезараження води; 8 — резервуар чистої води; 9 — трубопроводи для видалення осаду і промивних вод; 10 — горизонтальний відстійник; 11 — повільний фільтр.

Воду очищають як із застосуванням хімічних агентів (коагулянтів, хлору, озону та ін.), так і без них. В останньому випадку вода очищається

природним відстоюванням і повільним фільтруванням через дрібнозернисті фільтри. У зв'язку з цим розрізняють методи реагентного і безреагентного очищення.

Схема очисної станції з реагентним очищенням води показана на мал. 1.47а. Неочищену воду подають у змішувач, до якого одночасно подають певну кількість розчину коагулянтів. Далі вода надходить у камеру, де проходить реакція з утворенням пластівців, а потім — у відстійник. Відстоєна вода для остаточного прояснення подається на фільтри, після чого її знезаражують і направляють у резервуари чистої води.

При безреагентному очищенні води технологія спрощується (мал. 1.47б), тому що в ній відсутнє реагентне господарство (тобто споруди і пристрої для зберігання, приготування, транспортування і дозування реагентів; змішувачі та камери утворення пластівців). Основними спорудами в таких схемах є відстійники, дрібнозернисті повільні фільтри та пристрої для знезаражування води.

Технологічні схеми обробки підземних вод для господарсько-питних потреб значно простіші, ніж для поверхневих, оскільки містять лише споруди для знезараження води. При наявності в підземних водах заліза, фтору, марганцю та інших елементів схеми їх обробки містять споруди для знезалізнення або видалення відповідних домішок.

1.10.2. Прояснення та знебарвлення води коагуляцією

Коагуляція домішок у воді — це процес укрупнення (агломерації) колоїдних та завислих частинок за рахунок сил міжмолекулярної взаємодії і об'єднання в агрегати (пластівці). Завершується цей процес відділенням частинок, що злиплись, від води. Крім завислих і колоїдних частинок пластівці сорбують значну кількість бактерій та речовин, що надають воді кольоровість. Доза коагулянтів ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, FeSO_4 , FeCl_3) визначається залежно від складу забрудненої води, водневого показника рН, лужності води, часу відстоювання і, як правило, знаходиться в межах 25–125 мг/л. Оптимальну дозу коагулянту точніше за все можна встановити шляхом лабораторних дослідів. Для цього воду, яку досліджують, наливають у циліндри і додають до неї коагулянти в різних дозах. Та доза, при якій через 10—15 хв. у воді утворюються найбільші пластівці, а через 30—60 хв. досягається найбільше їх осідання, вважається оптимальною. Якщо такої можливості немає, то попередню дозу коагулянту визначають за СНиП 2.04.02 — 84.

При коагулюванні води перевіряють відповідність природної лужності води прийнятій дозі коагулянту, а при її недостатці додають підлужнюючі реагенти: вапно або соду. Підлужнюючі реагенти вводять у змішувачі у вигляді розчину або вапняного молока одночасно з коагулянтами.

Для інтенсифікації коагулювання воду інколи обробляють *флокулянтами* — речовинами, що прискорюють коагуляцію (поліакриламід або кремнієва кислота). При такій обробці утворені пластівці ще більші та швидше осідають.

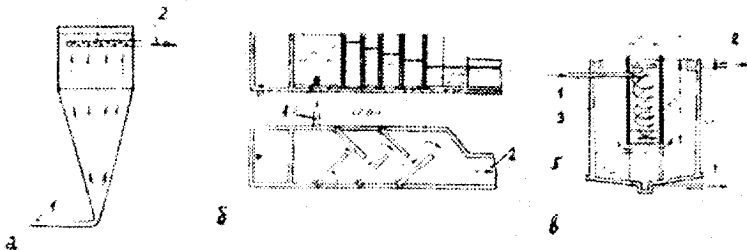
Коагулювання домішок у воді може бути досягнуте електрохімічним способом: воду, що очищається, пропускають через електролізер з алюмінієвими (або залізними) пластинами (електродами), до яких підводять постійний електричний струм. З пластин анодів алюміній (або залізо) переходить у розчин у вигляді іонів, які гідролізуються і утворюють пластівці.

Приготування розчинів на очисних станціях проводиться у відділеннях (реагентне господарство), де розташовані спеціальні баки з розчинами та дозуючі пристрої.

Перемішування розчинів коагулянтів з водою, яка очищається, проводять у спеціальних пристроях — змішувачах. Інтенсивне перемішування у змішувачах досягається за рахунок утворення вихрових потоків води нерухожими напрямними поверхнями або в результаті механічного перемішування мішалками.

Змішувачі бувають: лоткового типу — з дірками і з перегородками, вихрові (мал. 1.48). До вертикального вихрового змішувача вода підводиться зі швидкістю 1-1,2 м/с; в результаті різкого падіння швидкості в кінцевій частині утворюються вихрові потоки, куди вводиться коагулянт. Процес змішування закінчується через 2 — 3 хв. до утворення пластівців.

Із змішувачів вода потрапляє у камеру утворення пластівців, швидкість руху в якій така, щоб пластівці не випадали в осад. Тривалість знаходження води у камері 20 — 30 хв. За цей час закінчується процес коагуляції і утворюються досить крупні пластівці. Найбільш поширені камери утворення пластівців з перегородками (мал. 1.48б), вихрові (по типу вихрового змішувача — мал. 1.48а) і водоворотні (мал. 1.48в).



Мал. 1.48. Змішувачі:

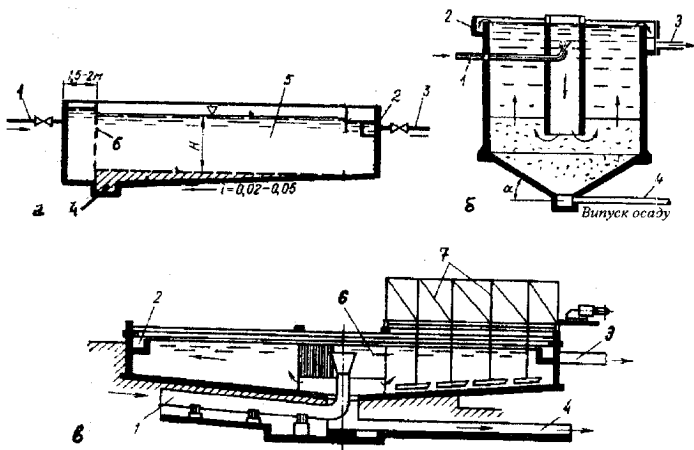
а — вихрові; б — з перегородками; в — з водоворотною камерою; 1 — подача води; 2 — відвід води; 3 — водоворотна камера утворення пластівців; 4 — труба з соплами по дотичній; 5 — вертикальний відстійник.

З камер утворення пластівців вода надходить до відстійників, де пластівці випадають в осад. Відстійники за конструкцією і рухом води можуть бути *горизонтальні, вертикальні та радіальні* (мал. 1.49). Відстійники можуть бути поєднані в одній споруді з камерою для утворення пластівців.

Горизонтальні відстійники (мал. 1.49а) — прямокутні, витягнуті в плані по руху води, залізобетонні резервуари, в яких вода рухається в горизонтальному напрямку від одного торця споруди до іншого.

Вертикальні відстійники (мал. 1.49б) — залізобетонні резервуари круглої або квадратної форми в плані, в яких вода рухається вертикально, як правило, знизу вгору.

Радіальний відстійник (мал. 1.49в) — круглий залізобетонний резервуар з невеликою порівняно з діаметром висотою. Вода в ньому рухається горизонтально від центру до периферії в радіальному напрямку.



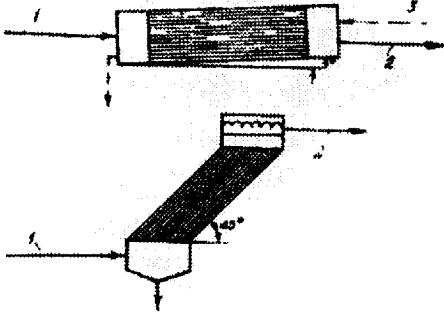
Мал. 1.49. Схеми відстійників:

а — горизонтального; б — вертикального; в — радіального; 1, 3 — трубопроводи подачі і відводу води; 2 — збірний лоток; 4 — трубопровід для видалення осаду; 5 — зона відстоювання; 6 — пристрої для рівномірного розподілу води; 7 — ферма для згрібання осаду

Швидкість руху води у відстійниках приймають від 0,5 — 0,75 мм/с для вертикальних до 3 — 8 мм/с — для горизонтальних.

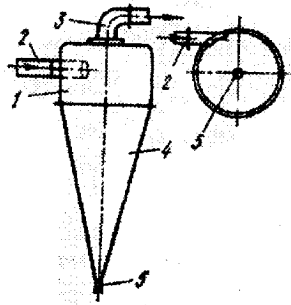
Для інтенсифікації та здешевлення процесу відстоювання застосовують відстійники з малою глибиною відстоювання — тонкошарові відстійники. Як правило, для цього у звичайні відстійники вмонтовують блоки пластин (мал. 1.50). У таких відстійниках вода прояснюється за 10 — 15 хв.

Для прояснення води, окрім відстійників, використовують гідроциклони, в яких відділення твердої фази від рідкої проходить за рахунок дії відцентрової сили (мал. 1.51). Вода, що очищається, підводиться по дотичній до циліндричної частини циклону. Тверда фаза (пластівці) під дією відцентрової сили відкидається до стінок і сповзає вниз. Прояснена вода виходить через патрубок, який розташований у верхній частині гідроциклону.



Мал. 1.50. Схеми тонкошарових відстійників:

а — з малим похилом пластин; б — круто похилених;
1 — подача води; 2 — очищена вода; 3 — промивна вода



Мал. 1.51. Гідроциклон:

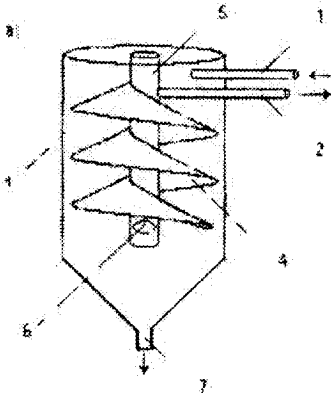
1 — циліндричний корпус; 2 — підвідна труба; 3 — відвідний патрубок;
4 — конус; 5 — випуск

Поєднання процесів, що проходять у гідроциклоні та тонкошарових відстійниках, здійснюють у відстійниках з гвинтовими полицями (мал. 1.52), які виробляють у вигляді циліндричного корпусу з конічним дном. У корпусі встановлена центральна труба з жорстко закріпленими на ній гвинтовими полицями. Забруднена вода подається тангенційно у верхню частину відстійника, що дозволяє їй набути обертового руху вже на вході у гвинтові полиці, далі рухається по низхідній спіралі до отвору в нижній частині центральної труби і виводиться за межі відстійника. У таких відстійниках вода прояснюється за 6 — 15 хв.

При проясненні широко застосовується метод пропускання забрудненої води через шар осаду (мал. 1.53). Вода після змішувача надходить у нижню частину просвітлювача, де знаходиться осад у завислому стані. Цей осад сприяє інтенсивному утворенню пластівців.

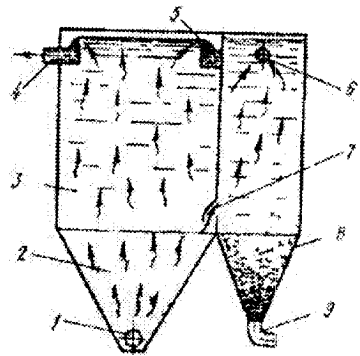
Надлишковий осад з камери прояснення через вікна потрапляє в мулоушільнюочу камеру, з якої видаляється. Швидкість висхідного потоку дорівнює 0,5 — 1,2 мм/с, що забезпечує ефективне прояснення води,

яка збирається лотками і потім надходить на фільтри. Після відстоювання остаточний вміст завислих речовин у воді допускається на рівні 8—12 мг/л.



Мал. 1.52. Відстійник з гвинтовими полицями:

1 — корпус; 2 — підвідна труба; 3 — відвідна труба; 4 — отвір забору очищеної рідини; 5 — центральна труба; 6 — гвинтова полиця



Мал. 1.53. Провітлювач із завислим осадом:

1 - підвідна труба; 2 - шар завислого осаду; 3 - камера прояснення; 4 - водовідвідна труба; 5 - кільцевий лоток; 6 - додаткова водовідвідна труба; 7 - вікна; 8 - мулоушільнювач; 9 - випуск осаду

1.10.3. Фільтрування води

Остаточне прояснення води досягається фільтруванням, тобто пропусканням води через шар дрібнозернистого фільтруючого матеріалу (кварцевий пісок, керамзит, подрібнений антрацит, спінений полістирол та ін.).

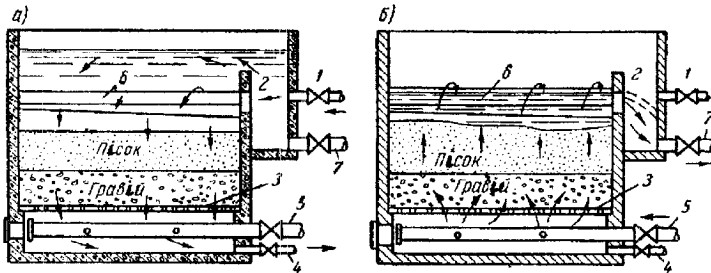
За швидкістю фільтрування розрізняють швидкі ($V = 5-10$ м/год), надшвидкі ($V = 25-100$ м/год) та повільні ($V = 0,1-0,2$ м/год) фільтри. Швидкі фільтри застосовують при очищенні зкоагульованої води, повільні — при очищенні води без коагулянтів, надшвидкі можуть працювати з коагулюванням води або без нього.

За конструкцією фільтри бувають відкриті (безнапірні) та закриті (напірні). Швидкі фільтри переважно будують відкритими у вигляді залізобетонної камери, завантаженої фільтруючим матеріалом (мал. 1.54). Фільтри можуть мати однорідний фільтруючий матеріал або бути з різних матеріалів: дво- або багатшарові фільтри. Товщина фільтруючого завантаження приймається в межах 0,7-2 м, діаметр зерен 0,5-2 мм. Щоб запобігти вимиванню фільтруючого матеріалу, між решіткою і фільтруючою масою засипають підтримуючий шар з гравію.

Швидкі фільтри при роботі забруднюються і тому потребують регулярної промивки, яку здійснюють зворотним потоком води 1—2 рази на добу.

Як правило, для завантаження фільтрів використовують кварцевий пісок, рідше антрацит, керамзит, спінений полістирол. В останньому випадку завантаження легше за воду і тому такі фільтри називають фільтрами з плаваючим завантаженням (ФПЗ). Найчастіше ці фільтри працюють з висхідним потоком води, а промивання здійснюється потоком води зверху вниз.

Параметри фільтруючого завантаження швидких фільтрів та режим їх роботи при реагентному очищенні води призначають відповідно до вказівок СНиП 2.04.02-84. В процесі експлуатації уточнюють властивості фільтруючих матеріалів, склад і висоту шарів завантаження.



Мал. 1.54. Схема швидкого фільтра:

а — при фільтруванні; б — при промиванні; 1 — подача води; 2 — боковий карман; 3 — дренаж; 4 — відвід чистої води; 5 — трубопровід подачі промивної води; 6 — лотки; 7 — відвід промивної води

На відміну від швидких фільтрів в повільних фільтрах при фільтруванні води завислі речовини осідають на поверхні завантаження і в його верхньому шарі утворюється фільтруюча плівка, яка забезпечує високий ступінь прояснення води без коагуляції і сприяє сорбції основної маси бактеріального забруднення. Відсутність реагентного господарства при використанні повільних фільтрів значною мірою спрощує їх експлуатацію, але малі швидкості фільтрування вимагають значних капітальних витрат, і тому ці фільтри застосовують лише на невеликих станціях (до 1000 м³/добу). У повільних фільтрах в міру забруднення очищують лише верхній шар завантаження, що значно складніше, ніж промивання швидких фільтрів. За способом регенерації завантаження повільні фільтри бувають двох типів:

- 1) з видаленням забрудненого верхнього шару;
- 2) з відмиванням забрудненого шару у фільтрі шляхом його механічного рихлення і гідравлічного видалення забруднень.

В робочому режимі в повільних фільтрах шар води над завантаженням повинен складати 1,5 м, шар завантаження — 1,3 м (в тому числі 0,85 м — пісок крупністю 0,3 — 2 мм і 0,45 м — гравій крупністю 2 — 40 мм).

На швидкі фільтри застосовують переважно для часткового просвітлення води. За конструкцією їх виготовляють закритими вертикального або горизонтального типу. Фільтрація в таких фільтрах здійснюється під напором, а втрати напору досягають до 10 м.

Крім фільтрів для прояснення води застосовують також контактні просвітлювачі, в яких поєднуються процеси утворення пластівців і фільтрування. Принцип роботи контактних просвітлювачів полягає у тому, що при фільтруванні води через шар зернистого завантаження проходить адсорбція колоїдних і завислих частинок на поверхні зерен фільтруючого матеріалу. Рух води в контактних просвітлювачах — знизу вгору. Швидкість фільтрування — 4 — 5,5 м/год. Завантаження просвітлювачів з піску крупністю 0,7 — 5 мм і гравію крупністю 5 — 40 мм. Висота фільтруючого завантаження 2,3 — 2,7 м, гравію — 0,4 — 0,6 м.

Для підвищення надійності роботи контактних освітлювачів та забезпечення чистоти завантаження рекомендується безперервне попереднє хлорування води. За конструкцією контактні освітлювачі практично не відрізняються від швидких фільтрів.

1.10.4. Знезаражування води

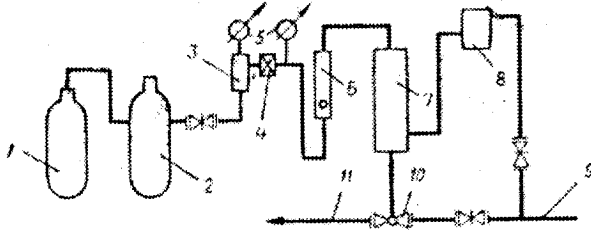
Для остаточного знищення у відфільтрованій воді живих організмів, у тому числі і патогенних, застосовують знезаражування. Дезинфекцію води здійснюють хімічними та фізичними методами. У першому випадку використовують сильні окислювачі: хлор, гіпохлорит натрію, хлорне вапно, озон, йод, марганець, перекис водню та інші. При фізичних методах воду обробляють на бактерицидних, електролізних, термо- та інших установках.

Хлорування є найбільш поширеним способом знезаражування води і здійснюється розчином хлору або хлорного вапна, які утворюють хлорнуватисту і соляну кислоти: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HOCl} + \text{HCl}$. Хлорнуватиста кислота нестійка і розпадається з виділенням атомарного кисню і гіпохлоритного іону OCl^- , які проявляють сильну окислювальну дію.

Для знезаражування води кількість введеного у воду хлориду орієнтовно складає від 0,7–1 мг/л (для підземних вод) до 3 — 5 мг/л для неочищеної води. Дозу активного хлору визначають дослідним шляхом, причому слід давати його в надлишку, забезпечуючи концентрацію 0,3 — 0,5 мг/л (так званий залишковий хлор) у точках водорозбору, що свідчить про достатність введеної дози для повного знезаражування води.

Готують хлорну воду у хлораторних з газоподібного хлору. Хлор доставляють на станції у зрідженому стані в балонах. Для змішування води з

хлором і дозування застосовують вакуумні або напірні хлоратори. Вакуумні хлоратори з точки зору техніки безпеки більш надійні, тому що в них хлор знаходиться під вакуумом і менша ймовірність витікання отруйного газу в приміщення (мал. 1.55).



Мал. 1.55. Принципова схема хлоратора ЛОНІ-100:

1 — випарний балон; 2 — проміжний балон; 3 — фільтр; 4 — регулювальний клапан зниження тиску; 5 — манометр; 6 — ротаметр; 7 — змішувач; 8 — бачок з водою; 9 — вода з водопроводу; 10 — ежектор; 11 — хлорна вода.

На невеликих очисних станціях використовують хлорне вапно (гідрохлорит кальцію) або гіпохлорит натрію, які готують у вигляді 0,5 — 1 %-них розчинів на установках, подібних до тих, на яких готують розчин коагулянтів. Однак ці реагенти дефіцитні, і їх використання вимагає досить громіздкого господарства. В цих випадках економічніше та безпечніше використовувати гіпохлорит натрію, який отримують шляхом електролізу кухонної солі. На приготування 1 кг активного хлору використовується 8 — 15 кг кухонної солі. Тривалість контакту хлору і гіпохлориту з водою повинна бути не менше 60 хв.

У всіх випадках хлорне господарство бажано розташовувати в будівлях, які стоять окремо. При розміщенні в блоці з іншими будівлями або спорудами його відокремлюють глухою стіною. Хлораторні повинні мати два виходи (один через тамбур, другий — безпосередньо назовні). В них влаштовують штучну вентиляцію з 12-кратним обміном повітря. В тамбурі передбачають шафу для спедолягу, протигазів, пристроїв для увімкнення або вимкнення освітлення і вентиляції.

Знезаражування ультрафіолетовим випромінюванням за допомогою бактеріцидних ламп проводять переважно для вод підземних джерел, які мають колі-індекс не більший 1000, вміст заліза не більший 0,3 мг/л, кольоровість води до 20°, прозорість не меншу за 30 см. Для ультрафіолетового опромінення використовують електричні лампи — кварцево-ртутні високого тиску або аргонно-ртутні низького тиску. Установки складаються з камер опромінення, в яких вода пропускається тонким шаром під ультрафіолетовими променями. Ефективність знезаражування залежить від тривалості та інтенсивності опромінення.

На відміну від хлорування вода після обробки на бактерицидних установках не набуває неприємних присмаків і запахів, а сам процес знезаражування та експлуатації досить простий і не вимагає реагентів, але сфера використання цього методу обмежена, а залишкова дія знезаражування відсутня.

Озонування води передбачає використання озону, що легко розпадається з утворенням атомарного кисню, який знищує бактерії, спори, віруси і руйнує органічні домішки. Це дозволяє використовувати озон не лише для знезаражування, але й для знебарвлення і дезодорації води. Його надлишок (на відміну від хлору) не погіршує якості води.

Для знезаражування води підземних джерел потрібно 0,75 — 1 мг/л озону, а фільтрованої води поверхневих джерел — 1 — 3 мг/л. Озон отримують в електричних озонаторах безпосередньо на водопровідних станціях при пропусканні через осушене і очищене повітря електричного розряду. Перемішування озоноповітряної суміші, що отримана в озонаторах, проводиться у спеціальних ежекторах або барботуванням у колонах чи резервуарах. Час контакту води з озоном становить 5 — 7 хв.

1.10.5. Спеціальні методи поліпшення якості води

Залежно від властивостей джерела водопостачання або вимог споживачів до якості води може знадобитися спеціальна її обробка: пом'якшення, знезалізнення, стабілізація, дезодорація, знесолення, видалення або введення окремих компонентів, охолодження тощо.

Пом'якшення води застосовують для зниження її жорсткості шляхом усунення або зменшення солей кальцію та магнію, головним чином, при підготовці води для котельних установок та технологічних потреб окремих підприємств. Так, наприклад, для окремих цехів текстильної та хімічної промисловості вода для живлення котлів середнього і високого тиску повинна мати жорсткість не більше за 0,3 мг/чкв/л.

Розрізняють методи реагентного і катіонітового пом'якшення води. При пом'якшенні підземних вод, як правило, використовують катіонітові методи, поверхневих — реагентні, які проводять одночасно з проясненням.

З методів реагентного пом'якшення найпоширеніший — вапняно-содовий, при якому у воду додають вапно для зняття тимчасової (карбонатної) жорсткості і кальциновану соду для видалення постійної (некарбонатної) жорсткості. При введенні у воду вказаних реагентів утворюються нерозчинні сполуки, які випадають в осад, або сполуки, що зберігаються у воді, але не мають властивостей солей жорсткості. До установок реагентного пом'якшення води, як правило, входять: реагентне господарство, змішувачі, провітлювачі із завислим осадом, фільтри.

При вапняно-содовому методі пом'якшення лужність води складає 0,8 — 1,2 мгЧекв/л, а залишкова жорсткість 0,5 — 1 мгЧекв/л. Підігрівачи воду, можливо досягти зм'якшення її до 0,2 — 0,4 мгЧекв/л.

Метод катіонового пом'якшення води полягає у здатності деяких матеріалів (катіонів) обмінювати катіони натрію або водню на катіони солей жорсткості, які є у воді. В якості катіонітів найчастіше використовують сульфовугілля (подрібнене кам'яне вугілля, оброблене концентрованою сірчаною кислотою) або синтетичні смоли.

Для пом'якшення води фільтрують крізь завантаження катіоніту, що завантажується переважно в напірні фільтри. Внаслідок фільтрування крізь катіоніт жорсткість води знижується до 0,03 — 0,05 мгЧекв/л. В процесі фільтрування жорсткої води шар катіоніту поступово втрачає здатність пом'якшувати воду. Для регенерації фільтрів через шар катіоніту пропускають розчин сірчаної чи соляної кислоти (H-катіонітові фільтри) або розчин кухонної солі (Na-катіонітові фільтри).

Знезалізнєння води. При значному вмісті заліза, вода контактуючи з киснем, набуває бурого кольору і неприємного металічного присмаку. Пластівні гідрату окису заліза випадають в осад і можуть викликати заростання труб. Вода з великим вмістом заліза непридатна для деяких підприємств, тому що може викликати псування продукції, змінюючи її колір (виробництво тканин, шпичного волокна, паперу, плівки, фотоперу тощо). Вміст заліза в питній воді не повинен перевищувати 0,3 мг/л, а у технічній воді — відповідно до вимог технологів.

При знезалізнєнні підземних вод найчастіше використовують безреагентні методи, а поверхневих вод — реагентні, оскільки одночасно вирішується задача прояснення води. При безреагентних методах воду спочатку аерують, а потім фільтрують на контактних і піщаних фільтрах. В якості реагентів для знезалізнєння використовують сульфат алюмінію, вапно або реагенти-окислювачі.

Найкраще методи знезалізнєння води, розрахункові параметри і дози реагентів визначати на основі результатів технологічних випробувань, які роблять біля джерела водопостачання.

Стабілізація води полягає в наданні їй властивостей, при яких вона втрачає здатність викликати корозію або відкладати солі. Стабілізацію води здійснюють переважно в промислових системах.

Для усунення корозійних властивостей води на метал застосовують підлужнення або фосфатування води. При підлужненні у воду вводять вапно або кальциновану соду. Для запобігання заростання труб карбонатом кальцію застосовують підкислення води сірчаною (соляною) кислотою або проводять декарбонізацію води шляхом продування через воду димових газів.

Для боротьби з біологічним заростанням трубопроводів і обладнання періодично використовують купоросування і хлорування води.

Знесолення води полягає у видаленні з неї розчинних солей. Повне знесолення необхідне для окремих технологічних процесів, зокрема, при підготовці води для котлів високого тиску. Часткове видалення розчинних солей називають опрісненням.

Опріснення води з вмістом солей до 2 — 3 г/л проводять іонним обміном, при концентрації солей 3 — 15 г/л — методом гіперфільтрації або електроділізу і для води з вмістом солей більше 10 г/л — шляхом заморожування, дистиляції або гіперфільтрації.

Дезодорація води. Для зниження інтенсивності присмаків і запахів використовують окислення з наступною сорбцією речовин, для чого воду фільтрують крізь гранульоване активоване вугілля з періодичною його регенерацією або заміною. Можливо також вводити вугілля у вигляді порошку перед відстійниками або фільтрами. При незначній інтенсивності присмаків і запахів можна використовувати тільки окислення, яке проводять одночасно з проясненням і знебарвленням. Окислювачами можуть бути хлор, озон, перманганат калію. Тип окислювача та його дозу встановлюють на основі технологічних випробувань.

Для усунення з води хлорних і фенольних запахів успішно використовують амонізацію води — введення у воду аміаку або розчину його солей (наприклад, сульфат амонію). Аміак вводять у воду за допомогою амонізаторів, що подібні за будовою до дозаторів хлору.

Зниженню запахів і присмаку води може сприяти аерація води перед введенням у воду хлору чи інших окислювачів.

Дегазація води полягає у видаленні розчинених у ній газів. Природні води зазвичай містять наступні розчинені гази: кисень, вуглекислота, азот і рідше — сірководень та метан.

Для дегазації води застосовують хімічні та фізичні методи. Хімічні методи базуються на застосуванні реагентів, що зв'язують розчинені у воді гази. Так, для видалення кисню з води використовують металеві стружки, сульфід натрію, гідразин, сірчаний газ. При видаленні з води сірководню її обробляють хлором, відновлюючи сірку до кристалічної, яка випадає в осад. Для зв'язування вільної вуглекислоти у воду вводять вапно або їдкий натрій, переводячи її на карбонат-іони.

Фізичні методи дегазації води базуються на утворенні умов, при яких розчинність газів стає близькою до нуля (нагрівання або утворення вакууму).

Фторування та знефторення води. Для людського організму шкідливі як повна відсутність фтору в питній воді, так і його підвищена концентрація. Оптимальний вміст фтору повинен бути в межах 0,8 — 1,2 мг/л. При пониженої концентрації у воду вводять реагенти, що містять фтор (кремнієвофтористий натрій або амоній), а при концентрації в 1,5 мг/л і більше проводять знефторення води. Фтор з води видаляють шляхом сорбції його осадом гідроокису магнію, алюмінію чи фосфату кальцію або фільтрують воду через сорбент, який затримує фтор.

Охолодження води. В системах промислового водопостачання для охолодження води використовують охолоджувальні ставки, басейни і градирні. В охолоджувальних ставках в одному кінці скидають нагріту воду, а в іншому забирають охолоджену. В басейнах нагріту воду розбризкують по поверхні води за допомогою насадок, а охолоджену забирають на деякій глибині.

Найбільше поширення отримали градирні. В них нагріту воду подають у верхню частину башти і розподіляють зрошувачами по всій площі. Вода, розбризкуючись, стікає вниз. Холодне повітря надходить у нижню частину градирні і, піднімаючись вгору, охолоджує воду. Висота градирень приймається 20 — 80 м. Також використовують градирні з примусовою вентиляцією. Градирні виконують з дерева чи залізобетону.

1.11. Основні завдання експлуатації систем водопостачання

Служба експлуатації систем водопостачання повинна забезпечувати такі заходи:

- регулярний контроль за якістю води і станом санітарних зон;
- своєчасне виявлення і швидку ліквідацію аварій на водопровідних мережах;
- своєчасний профілактичний ремонт усіх споруд, мереж, арматури та обладнання;
- планово-профілактичне очищення, промивання і дезинфекцію мережі та окремих споруд;
- боротьбу з витокami і втратами води в результаті негерметичності стиків труб, несправності арматури та при аваріях;
- нагляд за вуличними водорозбірними колонками;
- підготовку всієї системи водопостачання до роботи в зимових умовах.

Персонал водопровідної станції зобов'язаний контролювати хід технологічного процесу і якість обробки води, утримувати в належному стані всі споруди й обладнання, своєчасно проводити технічне обслуговування, поточні і планові ремонти.

Ліквідацію аварій на мережі здійснює аварійно-ремонтна бригада, яка входить до складу служби експлуатації. Аварійно-ремонтна бригада повинна мати спеціальний автотранспорт, обладнаний засобами для виключення аварійної ділянки і швидкого ремонту пошкоджених труб і арматури.

Всі роботи з експлуатації систем водопостачання враховують регулярним внесенням записів у відповідні журнали.

2. КАНАЛІЗАЦІЯ

2.1 Системи та схеми каналізації

2.1.1. Види стічних вод

Вода, що була використана для різних потреб у побуті або на виробництві і отримала при цьому додаткові домішки (забруднення), які змінили її хімічний склад або фізичні якості, називається стічною водою. До стічних вод належать також атмосферні води, які відводяться з території населених пунктів та промислових підприємств.

Забруднення стічних вод можуть бути мінеральними і органічними. До мінеральних забруднень належать пісок, глину, штак, розчини мінеральних солей, кислот та лугів. Органічні забруднення бувають рослинного і тваринного походження. Забруднення рослинного походження містять залишки рослин, плодів, злаків, овочів, паперу. З хімічної точки зору в цих забрудненнях в основному міститься вуглець у вигляді квітковини. Органічні забруднення тваринного походження містять фізіологічні відходи людей та тварин, жирові речовини, органічні кислоти тощо. Основним хімічним елементом цих забруднень є азот у вигляді білкових речовин. Стічні води, крім вуглецю та азоту, містять фосфор, калій, сірку, натрій та інші хімічні сполуки.

Виділяють також так звані бактеріальні та біологічні забруднення, які в стічних водах представлені різними бактеріями, дріжджовими та пліснявими грибами, дрібними водоростями.

За фізичним станом забруднення, що містяться в стічних водах, можуть бути у вигляді розчину, колоїдів, суспензії та нерозчинених домішок. Залежно від розмірів частинок, їх питомої ваги та швидкості руху стічних вод нерозчинені речовини можуть спливати на поверхню, знаходитись у завислому стані у воді та осідати на дно. Ступінь забруднення стічних вод оцінюється концентрацією, тобто масою домішок в одиниці об'єму в мг/л або г/м³.

За походженням та характером забруднень всі стічні води поділяють на побутові (господарсько-фекальні), виробничі та атмосферні. До побутових відносяться боді від кухонь, туалетних кімнат, душових, лазень, пралень, їдалень, лікарень, а також господарські води, що утворюються

від миття приміщень. Вони надходять як від житлових і громадських будинків, так і від побутових приміщень промислових підприємств. За природою забруднень стічні води можуть бути фекальними, які надходять з туалетів і забруднені в основному фізіологічними відходами життєдіяльності людини, та господарськими, що забруднені різного роду побутовими відходами.

Склад побутових стічних вод відносно постійний і характеризується в основному органічними забрудненнями (близько 60 %) в нерозчинному, колоїдному та розчиненому стані, а також різними бактеріями і мікроорганізмами, в тому числі й патогенними.

Виробничі стічні води утворюються в технологічних процесах виробництва.

Склад і концентрація забруднень виробничих стічних вод дуже різноманітні і залежать від виду та технології виробництва, вихідної сировини і різних компонентів, які присутні в технологічному процесі. Виробничі стічні води можуть мати органічні, мінеральні, радіоактивні домішки, а також отруйні та шкідливі речовини. Виділяють забруднені й умовно чисті виробничі стічні води. Прикладом умовно чистих стічних вод може бути вода, що використовувалась для охолодження в теплообмінних апаратах.

Атмосферні стічні води утворюються від випадання дощу або розтанення снігу і містять в основному мінеральні і в меншій кількості — органічні забруднення. Атмосферні стічні води, які утворюються на території промислових підприємств, містять відходи і покидьки відповідних виробництв.

Відведення і знешкодження атмосферних стічних вод також входять в завдання каналізації. При цьому слід відзначити велику нерівномірність надходження цих вод. В суху погоду вони відсутні, а під час зливи їх кількість буває значною.

Склад стічних вод вивчають з метою найбільш раціонального визначення таких умов та обставин:

- а) вибір способу очищення стічних вод;
- б) можливість утилізації цінних речовин, що містяться в стічних водах та осаді (жири, добрива та інше);
- в) можливість використання очищених стічних вод як джерела технічного водопостачання;
- г) визначення матеріалів труб та каналів, якими буде відводитись стічна рідина і передбачення заходів запобігання впливу на них стічних вод.

2.1.2. Основні елементи каналізації населеного пункту. Системи та схеми каналізації

Забезпечення належного санітарного стану населених пунктів та промислових підприємств можливе тільки при організованому зборі та своєчасному видаленні за межі їх території стічних вод з наступним очищенням і знезаражуванням.

Каналізація населеного пункту — це комплекс інженерних споруд та обладнання, які призначені для прийому та транспортування стічних вод до очисних споруд. План об'єкта, що каналізується, з нанесеними на ньому елементами системи каналізації, називається схемою каналізації. Схема каналізації населеного пункту складається з таких основних елементів: внутрішнього каналізаційного обладнання будівель та споруд, дворової та вуличної каналізаційної мережі, колекторів, каналізаційних насосних станцій і напірних трубопроводів, очисних споруд та випусків очищених стічних вод у водоймище.

Внутрішнє каналізаційне обладнання призначене для прийому стічних вод і відведення їх за межі будинку. В житлових та громадських будинках приймачами стічних вод є санітарні прилади. На промислових підприємствах для прийому стічних вод можуть використовуватись спеціальні приймачі у вигляді воронок, трапів, лотків, які встановлюють безпосередньо біля апаратів та технологічного обладнання.

Вуличні каналізаційні мережі — це система підземних трубопроводів, які приймають стічні води від дворових (квартальних) мережі і призначені для транспортування стічних вод у межах населеного пункту. Каналізаційні мережі будують переважно самопливними, прокладаючи їх відповідно до рельєфу місцевості. При цьому територія поділяється на басейни каналізування. Басейном каналізування називають частину території, що каналізується і обмежена водорозділами.

Каналізаційні мережі, призначені для відведення атмосферних вод, називають дощовими мережами, або водостоками; мережі, призначені для відведення побутових вод, — побутовими; мережі для відведення виробничих стічних вод — виробничими. Влаштовують також мережі для спільного відведення різних видів стічних вод (побутово-виробничі, виробничо-дощові тощо).

Вуличні каналізаційні мережі в межах кожного басейну об'єднують-ся одним або декількома колекторами. Колектором називають каналізаційний трубопровід, який збирає стічні води з двох або декількох вуличних мереж.

При значних заглибленнях самопливних каналізаційних трубопроводів влаштовують насосні станції підйому та перекачування стічних вод. Каналізаційні насосні станції поділяють на місцеві, районні та головні.

Місцеві насосні станції слугують для перекачування стічних вод від одного або декількох будинків, районні — для перекачування стічних вод районів та басейнів. Головні насосні станції перекачують всі стічні води на очисні споруди.

Очисними називають споруди, призначені для очищення та знезаражування стічних вод і переробки їх осаду. Склад очисних споруд може бути різним і залежить від методу очищення та виду стічних вод. Очисні споруди розташовують нижче за течією річки відносно населеного пункту або промислового підприємства, що каналізується.

Після очищення та знезаражування стічні води через спеціальні пристрої, які називають випусками, скидають у водоймище.

Залежно від того, як відводяться окремі види стічних вод — разом чи окремо — системи каналізації поділяють на загальносплавні, роздільні (повна або неповна) та напівроздільні. Тип системи каналізації міста вибирають на основі порівняння техніко-економічних та санітарно-гігієнічних показників.

При загальносплавній системі каналізації (мал. 2.1а) всі види стічних вод відводяться до очисних споруд по єдиній каналізаційній мережі.

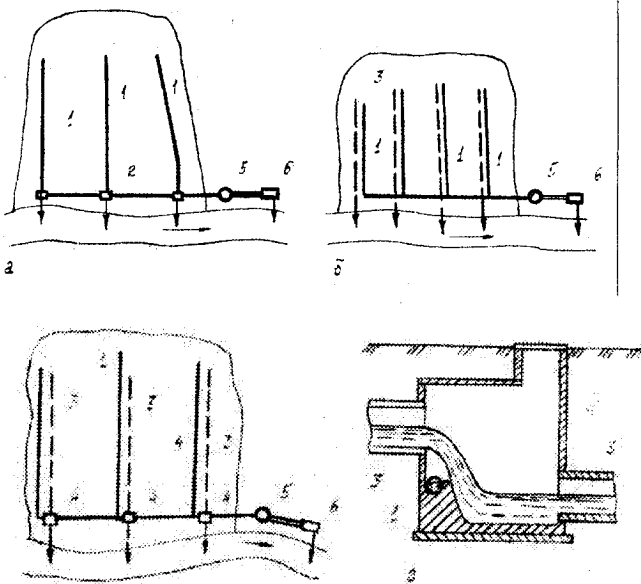
Роздільною називається система каналізації, при якій окремі види стічних вод з забрудненнями різного характеру відводяться самостійними каналізаційними мережами (мал. 2.1б). Роздільні системи каналізації в свою чергу поділяються на повні та неповні. Повна роздільна система каналізації передбачає не менше двох мереж: одну — для прийому і відводу побутових і близьких до них за складом виробничих стічних вод на очисні споруди; другу — для прийому і скиду у водоймище атмосферних та умовно чистих виробничих стічних вод.

Неповна роздільна система передбачає відвід побутових стічних вод закритою мережею на очисні споруди і неорганізований відвід у водоймище атмосферних вод. Таке рішення зменшує одночасні капітальні витрати і дозволяє у майбутньому з добувковою мережею переходити до повної роздільної системи каналізації, яка з санітарної точки зору є достатньо надійною.

Напівроздільною (мал. 2.1в) називається така система каналізації, при якій в місцях перетину самостійних каналізаційних мереж для відводу різних видів стічних вод встановлюють водоскидні камери, що дозволяють перепускати найбільш забруднені дощові води при малих витратах в побутову мережу і відводити їх по загальному колектору на очисні споруди, а при зливах — скидати порівняно чисті дощові води безпосередньо у водоймище.

В нашій країні переважно застосовують неповну роздільну систему каналізації як першу чергу будівництва. Взагалі систему каналізації вибирають з урахуванням місцевих умов, техніко-економічних показників та санітарно-гігієнічних вимог. У санітарному відношенні найбільш доцільною є загальносплавна система каналізації, при якій всі стічні води

підлягають очищенню. Однак ця система вимагає значних капітальних та експлуатаційних витрат, оскільки суттєво збільшуються розміри очисних споруд, комунікацій та потужність обладнання. Крім того, на повну потужність ці споруди працюють тільки під час великих злив при надходженні всієї маси атмосферних вод на очисні споруди. Для зменшення вартості загальносплавної мережі на колекторах вздовж водоймищ встановлюють зливоспуски, за допомогою яких під час значних злив основну масу атмосферних вод скидають у водоймище без очищення. Таке рішення знижує санітарну надійність загальносплавної системи каналізації та допускає попадання розбавлених, але неочищених побутових стічних вод у водоймище. Дещо вищу надійність з санітарної точки зору має напівроздільна система каналізації. В цьому випадку неочищені стічні води не потрапляють у водоймище, але вартість цієї системи не нижча загальносплавної, що обумовило обмежене поширення напівроздільної системи каналізації.



Мал. 2.1. Системи каналізації:

а) загальносплавна; б) повна роздільна; в) напівроздільна; г) водоскидна камера.
1 — колектори побутово-виробничої мережі; 2 — зливоспуски; 3 — дощова мережа; 4 — водоскидні камери; 5 — насосна станція; 6 — очисні споруди.

У всіх випадках вибір системи каналізації населеного пункту повинен бути обґрунтованим техніко-економічними розрахунками з врахуванням санітарно-гігієнічних вимог та перспектив розвитку населеного пункту.

При виборі системи каналізації на промислових підприємствах враховують: кількість і склад виробничих стічних вод, можливість використання виробничих стічних вод в оборотному та послідовному водопостачанні, можливість утилізації цінних речовин та доцільність об'єднання з системою каналізації населеного пункту, вимоги до скиду виробничих стічних вод у водоймища. Каналізацію промислових підприємств, як правило, передбачають за повною роздільною системою.

Виробничі стічні води можуть бути відведені в міську каналізацію, але при цьому вони не повинні:

- порушувати роботу каналізаційних мереж та споруд;
- містити речовини, які здатні засмічувати труби каналізаційної мережі або відкладатися на стінах труб;
- виявляти руйнівний вплив на матеріали труб та елементи споруд каналізації;
- містити горючі домішки та розчинні речовини, які здатні утворювати вибухонебезпечні і токсичні гази в каналізаційних мережах та спорудах;
- містити шкідливі речовини в концентраціях, які порушують роботу очисних споруд або перешкоджають використанню вод у системах технічного водопостачання чи скиду в водні об'єкти (з врахуванням ефективності очищення).

Вимоги до стічних вод, що складаються в міську каналізаційну мережу, нормуються і наведені в "Технічних умовах на якість та режим скидання стічних вод промислових підприємств в комунальну систему каналізації населених пунктів", затверджених Мінітлокомунгоспом України (наказ № від 21.05.90 р).

Гранично допустимі значення деяких видів забруднюючих речовин такі, мг/л:

- нафта та нафтопродукти — 25;
- поверхнево-активні речовини — 20 — 50;
- мідь, нікель — 0,5;
- хром (трьохвалентний) — 2,5;
- цинк — 1,0;
- ртуть — 0,005;
- свинець — 0,1;
- барвники синтетичні — 25;
- завислі речовини — 500;
- БПК — 750;

- жир тваринний — 50 — 100;
- рН стічних вод 6,5 — 9,5.

Виробничі стічні води, що не відповідають цим вимогам, мають пройти попереднє очищення.

Схеми каналізаційних мереж населених пунктів вирішуються на основі генплану з врахуванням рельєфу місцевості, ґрунтових умов, розташування водоймищ, а також поетапного розвитку каналізації. Оскільки зустрічається значна різноманітність місцевих умов, то важко запропонувати типові схеми каналізації населених пунктів. Однак виділяють схеми, що найбільш часто зустрічаються на практиці, а саме:

1. Перпендикулярна схема (мал. 2.2а), при якій колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно до напрямку течії річки. Таку схему в основному застосовують для відводу атмосферних вод, які не вимагають очищення.

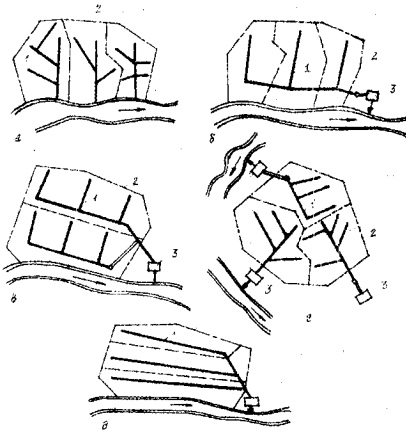
2. Перехоплююча схема (мал. 2.2б), при якій колектори басейнів каналізування перехоплюються головним колектором, який прокладається паралельно річці. Ця схема застосовується при пониженні рельєфу місцевості до водоймища та необхідності очищення стічних вод.

3. Паралельна схема (мал. 2.2в) — колектори басейнів каналізування трасуються паралельно або під невеликими кутами до напрямку течії річки і перехоплюються головним колектором, розташованим перпендикулярно до напрямку течії річки. Цю схему застосовують при різкому падінні місцевості до річки, оскільки при цьому запобігається значне заглиблення головного колектора і не виникають підвищені швидкості руху стічних вод у трубах.

4. Радіальна схема (мал. 2.2г) — очищення стічних вод відбувається на двох або більшому числі очисних споруд. При цій схемі стічні води відводяться з території децентралізовано. Таку схему застосовують при складному рельєфі місцевості і каналізуванні великих міст.

5. Зонна схема (мал. 2.2д) — територія, що каналізується, розбивається на дві зони: з верхньої стічні води відводяться до очисних споруд самопливом, з нижньої — перекачуються насосною станцією. Використання такої схеми каналізування дозволяє скоротити експлуатаційні витрати.

Вибір схеми каналізаційних мереж проводиться за тими ж правилами, що і системи каналізації.



Мал. 2.2. Схеми каналізаційних мереж:

а) перпендикулярна; б) перехоплююча; в) паралельна; г) радіальна; д) зонна:

1 — колектори басейнів каналізування; 2 — межі басейнів каналізування; 3 — очисні споруди.

2.2 Зовнішні каналізаційні мережі

2.2.1. Трасування каналізаційної мережі

Під трасуванням каналізаційної мережі розуміють визначення розташування вуличних колекторів на плані населеного пункту. Основне завдання при трасуванні мережі полягає в тому, щоб відвести стоки по трубах і каналах самопливом з максимально можливої площі території.

Безпосередньо перед трасуванням територію, що каналізується, розбивають на басейни, обирають місця розташування очисних споруд та випуску стічних вод. Межі басейнів каналізування визначають за рельєфом місцевості та проєктом вертикального планування. Межі басейнів, як правило, збігаються з лініями водорозділів. Місце розташування очисних споруд обирають нижче населеного пункту за течією водотоку із забезпеченням санітарно-захисної зони до межі житлової забудови.

Трасування мережі залежить від значного числа факторів. Так, при трасуванні каналізаційної мережі необхідно враховувати:

а) рельєф місцевості для зменшення заглиблення труб і можливості відводу стічних вод самопливом; б) місце розташування очисних споруд; в) намічене місце випуску стічної рідини у водоймище; г) прийняту систему каналізації; д) характер забудови кварталів; е) черговість будівництва.

Каналізаційні мережі в середині басейну трасують від водорозділів до тальвегів. Як правило, вуличні колектори проєктують перпендикулярно до горизонталей місцевості в напрямку понижених місць басейну. Головні колектори найчастіше спрямовують вздовж берегів річок. По го-

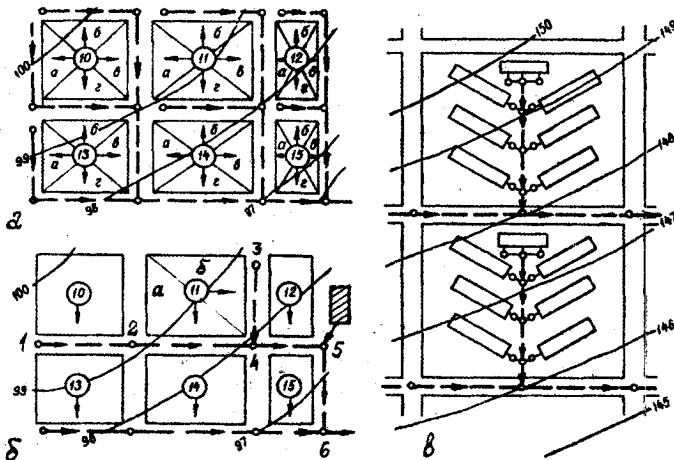
ловному колектору стічна рідина відводиться за межі населеного пункту. Трасування вуличних каналізаційних мереж може бути здійснене за трьома основними схемами (мал. 2.3):

1) Схема з пониженого боку кварталу застосовується при вираженому рельєфі з падінням відміток рівня землі до однієї або до двох граней кварталу (уклон поверхні землі більший за 0,008 — 0,01). Вуличні мережі в цьому випадку прокладені лише по проїздах біля понижених сторін кварталів.

2) Охоплююча схема застосовується при плоскому рельєфі місцевості (уклон до 0,005 — 0,007), великих розмірах кварталів та відсутності забудови всередині кварталів. Вуличні мережі прокладають по проїздах, які охоплюють квартал з усіх сторін.

3) Черезквартальна схема передбачає, що вуличні мережі прокладені всередині кварталів — від вищерозташованих до нижчерозташованих, що дозволяє скоротити довжину каналізаційних мереж і вартість їх будівництва. Однак застосування цієї схеми вимагає точного погодження забудови кварталу і ускладнює експлуатацію мереж.

Каналізаційні лінії слід прокладати прямолінійно. В місцях поворотів мереж, в місцях зміни уклону лінії та діаметру труб, а також у місцях з'єднання декількох ліній необхідно влаштовувати колодязі. Проектуючи трасу каналізаційної мережі, необхідно уникати або зводити до мінімуму кількість перетинів із залізничною колією, підземними спорудами та водними перешкодами, тому що влаштування цих перетинів складне і викликає труднощі експлуатації.



Мал. 2.3. Схеми трасування каналізаційних мереж:

а) за охоплюючою схемою; б) з пониженого боку кварталу; в) черезквартальна; а, б, в, г — сектори кварталів; 10-15 — номери кварталів; 1-6 — вузлові колодязі

2.2.2. Основні дані для проектування мереж

Вихідними даними для розробки проекту каналізування населеного пункту або промислового підприємства служить генеральний план населеного пункту або підприємства, який враховує перспективу їх розвитку.

Каналізація проектується на повний розрахунковий період, протягом якого мережі повинні мати певну пропускну здатність і відповісти своєму призначенню без реконструкції та розширення. Для міст цей період складає 20 — 25 років, а для промислових підприємств він дорівнює строку, протягом якого вони працюватимуть на повну потужність.

Крім проекту генерального плану забудови міста або підприємства для проектування системи каналізації необхідні такі матеріали:

- відомості про розміщення населення та його чисельність на перспективу;
- межі території, що каналізується;
- характеристика благоустрою населеного пункту та санітарна оцінка місцевості;
- гідрологічні та геологічні дані території;
- гідрологічні дані прилеглих водних об'єктів;
- метеорологічні дані;
- характеристика природних та інженерно-будівельних умов, будівельних і сировинних баз.

Проект системи каналізації виконують відповідно до діючих нормативних документів, в яких наведені правила вибору системи каналізації, нормативні матеріали для визначення розрахункових витрат стічних вод та розмірів каналізаційних споруд, гідравлічного розрахунку мереж і обладнання, технологічного розрахунку очисних споруд тощо.

2.2.3. Норми та режим водовідведення. Розрахункові витрати стічних вод

Для визначення витрат стічних вод на кінець розрахункового періоду потрібні відомості про чисельність населення та дані про підприємства.

Розрахункову кількість жителів N визначають залежно від густоти населення даного району (кварталу):

$$N = p \cdot F, \quad (2.1)$$

де F — територія району (кварталу), що каналізується, га; p — число жителів, які проживають на 1 га площі району (кварталу) — густина населення, чол/га.

Густина населення в містах та селищах міського типу коливається в залежності від поверховості забудови від 50 до 700 чоловік на 1 га площі.

Витрати побутових стічних вод залежать від норми водовідведення та числа жителів, які користуються каналізацією; витрати виробничих стічних вод — від норми водовідведення виробничих вод та кількості продукції. Нормою водовідведення називаються витрати стічних вод, л/добу, на одного жителя, який користується каналізацією, або кількість стічних вод, м³, на одиницю продукції, яку випускає підприємство. Норма водовідведення для населених пунктів дорівнює нормі водоспоживання і може прийматись в межах 125 — 250 л/добу (табл. 2.1). Відведення побутових стічних вод від промислових підприємств слід враховувати окремо (табл. 2.2). При визначенні норм водовідведення промислових стоків користуються даними технологів, а при визначенні норм водовідведення від окремих будинків та булівель спеціального призначення — нормами проектування внутрішнього водопроводу та каналізації.

Табл. 2.1.

Норми водовідведення від районів житлової забудови

Ступінь благоустрою районів житлової забудови	Норма водовідведення на одного жителя, середньодобова (за рік), q_w, л/добу
Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом і каналізацією. без ванн	125-160
Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом, каналізацією і ваннами з місцевими водонагрівачами	160-230
Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом, каналізацією та системою центрального гарячого водопостачання	230-350

Примітки:

1. Норми водовідведення повинні відповідати прийнятим для даного об'єкта нормам водопостачання.

2. Норму водовідведення в неканалізованих районах слід приймати 25 л/добу на одного жителя.

3. Кількість стічних вод від підприємств місцевої промисловості, а також невраховані витрати допускається приймати додатково в розмірі 5 — 10 % від сумарної кількості стічної води населеного пункту.

Табл. 2.2.

**Норми водовідведення побутових стічних вод
промислових підприємств**

Види цехів	Норми водовідведення на одного працюючого за зміну, л	Коефіцієнт годинної нерівномірності водовідведення
В цехах із значними тепловідленнями (більше 23,2 Вт/м ³ ·год.)	45	3
В інших цехах (холодних)	25	2,5

Стічні води надходять в каналізаційну мережу нерівномірно як в окремі дні, так і в окремі години доби. Нерівномірність їх надходження характеризується ступеневим графіком, аналогічним відповідному графіку водоспоживання (мал. 1.28).

Розрахункові годинні та секундні витрати води визначають за загальним коефіцієнтом нерівномірності притоку стічних вод, $K_{\text{деп. max}}$, який залежить від середніх витрат побутових стічних вод:

$Q_{\text{сєр.}}$, л/с	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000
$K_{\text{деп. max}}$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44

Витрати побутових стічних вод визначають за формулами:

— середньодобові, м³/добу,

$$Q_w = \frac{N \cdot q_w}{1000}, \quad (2.2)$$

— максимальнодобові, м³/добу,

$$Q_w = \frac{N \cdot q_w \cdot K_{\text{доб}}}{1000}, \quad (2.3)$$

— максимальногодинні, м³/год,

$$Q_w = \frac{N \cdot q_w \cdot K_{\text{деп. max}}}{24 \cdot 1000}, \quad (2.4)$$

— максимальносекундні, л/с,

$$Q_w = \frac{N \cdot q_w \cdot K_{\text{деп. max}}}{24 \cdot 3600}, \quad (2.5)$$

де N — розрахункова кількість жителів; q_w — середньодобова норма водовідведення, л/добу; $K_{\text{доб}} = 1,1-1,3$ — коефіцієнт добової нерівномірності притоку стічних вод.

Середньодобові, м³/добу, і максимальні секундні, л/с, витрати виробничих стічних вод вираховують за формулами:

$$Q_w^* = \frac{П \cdot q_w}{1000}, \quad (2.6)$$

$$q = \frac{П_1 \cdot q_w^n \cdot K_n}{3600 \cdot T}, \quad (2.7)$$

де П — кількість продукції, що випускається за добу; П₁ — те ж в змiну з максимальною продуктивністю; q_wⁿ — норма водовідведення виробничих стічних вод на одиницю продукції, м³; Т — тривалість зміни, год.; К_n — коефіцієнт нерівномірності притоку виробничих стічних вод.

На практиці каналізаційні мережі розраховують за максимально секундними витратами стічних вод. При цьому зручно розрахункові витрати визначати за модулем стоку, q₀, л/(с·га). Модуль стоку — це витрати в л/с, які припадають на 1 га площі забудови:

$$q_0 = \frac{q_w \cdot P}{86400}, \quad (2.8)$$

де P — густина населення на 1 га; q_w — норма водовідведення, л/добу.

Модуль стоку визначають для кожного кварталу, який відрізняється від інших густотою населення та нормою водовідведення.

Перед проведенням гідравлічного розрахунку каналізаційної мережі її розбивають на розрахункові ділянки. Розрахунковою ділянкою мережі називають частину лінії каналізаційної мережі між двома точками (колодязями), на якій розрахункові витрати стічних вод приймають постійними.

Розрахункові витрати на ділянці визначають як суму витрат:

- шляхових, які надходять в розрахункову ділянку від житлової забудови, розташованої вздовж ділянки;
- транзитних — від розташованих вище кварталів;
- бокових — від бокових ліній, що під'єднуються;
- зосереджених, які надходять у розрахункову ділянку мережі від окремих великих водоспоживачів (наприклад, промислових підприємств).

Шляхові витрати є змінними для ділянки мережі. Вони зростають від нуля на початку ділянки до повної своєї величини в кінці в міру під'єднання дворових та квартальних мереж. Для спрощення розрахунків умовно вважають, що всі шляхові витрати від житлових кварталів надходять тільки до початкової точки ділянки. При цьому величину шляхових витрат

стічних вод для розрахункових ділянок вуличної каналізаційної мережі визначають залежно від її розташування в плані.

При охонлюючій схемі до розрахункової ділянки надходять стічні води з площі кварталу, яка прилягає до цієї ділянки та визначається шляхом поділу кварталу бісектрисами. При накресленні мережі з пониженого боку кварталу або при череквартальній схемі стічна вода надходить до ділянки зі всієї площі кварталу, що розташований вище розрахункової ділянки мережі.

Розрахунки визначення витрат води виконують, як правило, в табличній формі (табл. 2.3).

Табл. 2.3.

**Результати розрахунків витрат стічних вод для мережі,
що наведена на мал. 2.3б.**

Розрахункові ділянки	Номери кварталів, від яких поступають стоки		Площа стоків, га	Модуль стоків, л/с (га)	Середні витрати стоків з кварталів, л/с			коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод	Розрахункові витрати стічних вод, л/с			
	площові	приголки			площові	транзитні	сумарні		побутові стоки	зосереджені стоки		загалом
										місцеві	транзитні	
1-2	10	-	6	0,6	3,6	-	3,6	2,50	9,0	-	-	9,0
2-4	11а	10	4+6	0,6	2,4	3,6	6,0	2,42	14,5	-	-	14,5
3-4	11б	-	4	0,6	2,4	-	2,4	2,50	6,0	-	-	6,0
4-5	12	10,11	3+14	0,6	1,8	8,4	10,2	2,10	21,4	-	-	21,4
5-6	-	10,11,12	17	0,6	-	10,2	10,2	2,10	21,4	16	-	37,4

2.2.4. Гідралічний розрахунок каналізаційних мереж

Гідралічний розрахунок каналізаційної мережі полягає в тому, щоб для відомих витрат води підібрати діаметр труб і підібрати такі уклони, при яких швидкість руху потоку була б достатньою для транспортування забруднень, що рухаються з потоком. Рух стічних вод каналізаційними мережами може бути безнапірним або напірним.

Самопливні мережі побутової каналізації розраховують на неповне заповнення труб стічними водами. Це дозволяє створити найбільш вигідні гідралічні умови транспортування завислих речовин, забезпечити вентиляцію мережі і видалення з неї шкідливих і вибухонебезпечних газів, а також створити деякий резерв поперечного перерізу труби для пропуску непередбачених розрахунком додаткових витрат стічних вод.

Наповненням називають відношення висоти шару води в трубі (h) до діаметра труби (d). Рекомендується приймати такі розрахункові наповнення труб в залежності від їх діаметру:

d , мм	150-250	300-400	450-900	більше 1000
h/d , (не більше)	0,6	0,7	0,75	0,8

Для трубопроводів дощової та загальносплавної каналізації слід приймати повне наповнення труб при максимальних витратах.

При розрахунковому наповненні труб побутової каналізації швидкість руху стоків не повинна бути меншою, ніж:

d , мм	150-200	300-400	450-500	600-800	900-1200	1500
V_{min} , м/с	0,7	0,8	0,9	1,0	1,15	1,3

Найбільшу розрахункову швидкість руху стічних вод слід приймати: 8 м/с — для металевих труб і 4 м/с — для неметалевих. Для дощової каналізації допускаються відповідно — 10 і 7 м/с.

Для гідравлічного розрахунку мережі використовують формули рівномірного руху потоку:

$$q = \omega \cdot v, \quad (2.9)$$

$$i = \frac{\lambda}{4R} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (2.10)$$

де q — витрати стічних вод, м³/с; ω — площа живого перерізу, м²; v — середня швидкість руху води м/с; $i = h_v/l$ — гідравлічний уклон, який при рівномірному русі дорівнює уклону лотка труб; λ — коефіцієнт гідравлічного тертя; $R = \omega/\chi$ — гідравлічний радіус, м; χ — змочений периметр, м; g — прискорення вільного падіння, м/с².

Коефіцієнт гідравлічного тертя рекомендується визначати як:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\ell g \left(\frac{\Delta e}{13,68R} + \frac{a_2}{R_c} \right) \quad (2.11)$$

де Δe — еквівалентна жорсткість, см; a_2 — коефіцієнт, який залежить від жорсткості труб.

На практиці при проведенні гідравлічних розрахунків каналізаційних труб формулами користуються порівняно рідко і в основному використовують графіки, номограми, та таблиці, які складені за цими формулами.

Мінімальні діаметри труб самопливної каналізації: для вуличної мережі — 200 мм, для дворової та квартальної побутової мережі — 150 мм, для дощової та загальносплавної вуличної мережі — 250 мм, дощової квартальної — 200 мм.

2.2.5. Заглиблення трубопроводів каналізації

Вартість і строки будівництва каналізаційної мережі значною мірою залежать від заглиблення труб, яке призначають можливо мінімальним з врахуванням таких вимог:

- запобігання замерзання стічних вод у трубах;
- захист труб від механічного пошкодження;
- забезпечення можливості під'єднання до вуличної мережі дворових та внутрішньоквартальних мереж.

Якщо немає даних про експлуатацію каналізації в районі будівництва або в аналогічних умовах, найменше заглиблення лотка труб при їх діаметрі до 500 мм приймається на 0,3 м менше найбільшої глибини промерзання ґрунту в даному районі, а при більших діаметрах — на 0,5 м, але не менше 0,7 м до верху труби. Розміщення труб у шарі промерзання ґрунту допускаються тому, що температура стічних вод не опускається нижче 7°C навіть найхолоднішої пори року.

Для запобігання від пошкодження каналізаційних мереж наземним автотранспортом, як правило, приймають мінімальне заглиблення труб дворової і квартальної мережі у 0,7 м, а вуличних міських мереж — 1,5 м до верху труби.

Початкове заглиблення вуличної мережі визначають з врахуванням під'єднання дворової або квартальної мережі за формулою (мал. 2.4):

$$H = h + i(L + \ell) - (Z_2 - Z_1) + \Delta d, \quad (2.12)$$

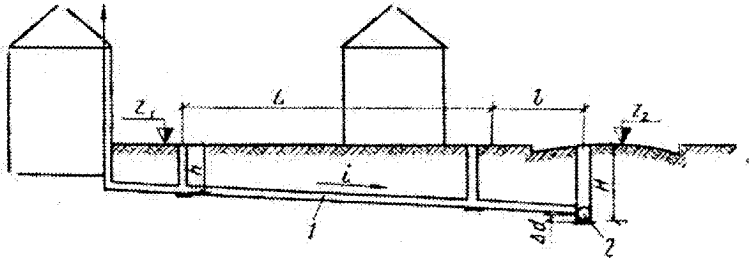
де h — найменше заглиблення труби у найбільш віддаленому і невідгнано розташованому колодязі дворової мережі; i — уклон труб дворової або квартальної мережі; $(L + \ell)$ — довжина дворової або квартальної мережі від найвіддаленішого колодязя до місця під'єднання до вуличної мережі; Z_2, Z_1 — відмітки поверхні землі відповідно біля колодязя на вулиці і найвіддаленішого дворового колодязя; Δd — різниця в діаметрах трубопроводів вуличної і квартальної мережі в місці їх з'єднання.

Найбільше заглиблення труб при будівництві відкритим способом приймають у межах 5 — 8 м залежно від виду ґрунту, рівня стояння ґрунтових вод та інших факторів. При закритих способах робіт глибина прокладання практично не обмежується. Однак при цьому слід пам'ятати, що вартість будівництва трубопроводів закритими способами відносно велика і тому слід обмежити заглиблення труб.

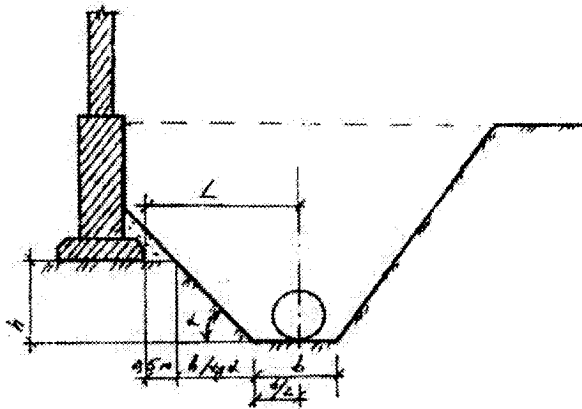
Відстань у плані між трубопроводами і підземними частинами фундаментів будинків та іншими підземними спорудами приймається для напірних трубопроводів не меншою, ніж 5 м, а для самотливих — 3 м. При відкритому способі прокладання трубопроводів ця відстань не повинна бути меншою, ніж визначена за такою формулою:

$$L = h / \operatorname{tg} \alpha + b / 2 + 0,5, \quad (2.13)$$

де h — відстань по висоті між підшоною фундаменту та лотком труби, $\operatorname{tg} \alpha$ — кут відкосу ґрунту (в траншеях без кріплення); b — ширина траншеї, м.



Мал. 2.4. Схема визначення початкової глибини вуличної мережі: 1 — внутрішньквартальна мережа; 2 — вулична мережа.



Мал. 2.5. Схема визначення відстані між фундаментом будівлі та водовідвідним трубопроводом

При проектуванні та будівництві обов'язково у зв'язують прокладання каналізаційних мереж з іншими підземними комунікаціями:

- до теплотрас — 1,0 — 1,5 м;
- до ліній електропередач до 35 кВ — 5 м;
- до ліній електропередач більше 35 кВ — 10 м;
- до дерев цінних порід — 2,0 м;

- до шогл та опор освітлення, зв'язку, контактної мережі — 1,5 м;
- до бортового каменя автодоріг — 1,5 м;
- до краю кювету — 1,0 м;
- до трамвайних та заводських колій — 1,5 м;
- до залізничних колій загальної мережі — 4 м (до осі колій);
- до підшви насипу — не менше глибини траншеї.

Мінімальна відстань між водовідвідною мережею та газопроводом при паралельному прокладанні приймається залежно від тиску газу в газопроводі:

- при низькому тиску до 5 кПа — 1,0 м;
- при середньому тиску до 0,3 мПа — 1,5 м;
- при високому тиску до 0,6 мПа — 2,0 м;
- при високому тиску до 1,2 мПа — 5 м.

Мінімальна відстань між водовідвідною мережею та водопроводом приймається:

- при паралельному прокладанні на одному рівні та діаметрі водопроводу до 200 мм — не менша за 1,5 м, при більшому діаметрі — не менша за 3 м;
- при прокладанні мереж водовідведення вище від водопроводу на 0,5 м і більше — не менша за 5 м.

При перетинах з водопроводом водовідвідна мережа прокладається нижче від водопроводу не менше як на 0,4 м, а у випадках, коли водовідвідна мережа прокладається вище водопроводу, необхідно захищати водопровід футляром.

Довжина захищеної ділянки по обидва боки від перетину приймається: у водонепроникних ґрунтах (глинистих) — не меншою за 3 м, у фільтруючих — 10 м.

2.2.6. Вимоги при проектуванні та побудова поздовжнього профілю каналізаційної мережі

Нормальні гідравлічні умови роботи каналізаційної мережі забезпечуються не тільки правильним гідравлічним розрахунком, але і правильним конструюванням окремих її елементів. При проектуванні каналізаційних мереж необхідно виконувати такі умови:

1) каналізаційні лінії між колодязями слід прокладати прямолінійно. В місцях зміни напрямку трубопроводів у плані (на поворотах) або на

профілі (при зміні уклону) і в місцях приєднання однієї або декількох труб мають бути влаштовані колодязі;

2) з'єднання труб і колекторів у колодязях роблять у вигляді відкритих лотків, виконаних плавними лініями;

3) труби і канали в колодязях необхідно з'єднувати по верху труб (шеллигах) або по рівнях води (мал. 2.6а,б). При цьому, як правило, рекомендується з'єднання по верху для труб різного діаметру і по рівнях води при їхньому однаковому діаметрі;

В тих випадках, коли діаметр трубопроводу на наступній ділянці менший, ніж на попередній, сполучення трубопроводів виконується "по лотках" (мал. 2.6в).

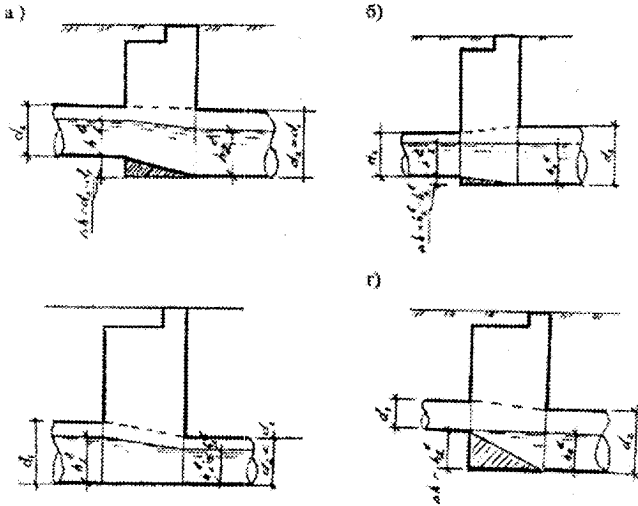
При під'єднанні безрозрахункових ділянок, внутрішньоквартальних та дворових мереж до вуличних застосовується сполучення по схемі "лоток труби—рівень води" (мал. 2.6г);

4) розрахункова швидкість течії повинна зростати вздовж колектора. Зменшення розрахункової швидкості за течією, але не менше критичної, допускається тільки після гасіння швидкості в попередньому колодязі;

5) в місцях сполучення потоків не слід допускати зустрічних течій, ударів струменя і підпорів. Кут між підвідною і відвідною трубою повинен бути не менше 90° . Допускаються сполучення потоків під будь-яким кутом при встановленні в колодязі перепаду у вигляді стояка;

6) наповнення в потоках, що приєднуються, повинні бути вирівняні рівнем води або бути вищими, ніж в основному потоці, а швидкість меншою, ніж в основній трубі. Під'єднання дуже малих труб, зокрема, дворових та кварталних, до колекторів великих розмірів слід здійснювати так, щоб лоток малої труби знаходився на одному рівні з поверхнею води у великій трубі при розрахунковому наповненні.

Одночасно з проведенням гідравлічного розрахунку каналізаційної мережі роблять висотну ув'язку труб і будують повздовжній профіль цієї мережі з врахуванням вищезазначених умов. На профілі вказують діаметри і уклони труб, довжини розрахункових ділянок, відмітки поверхні землі та лотків труб, а також глибини колодязів.



Мал. 2.6. Схеми з'єднання труб:

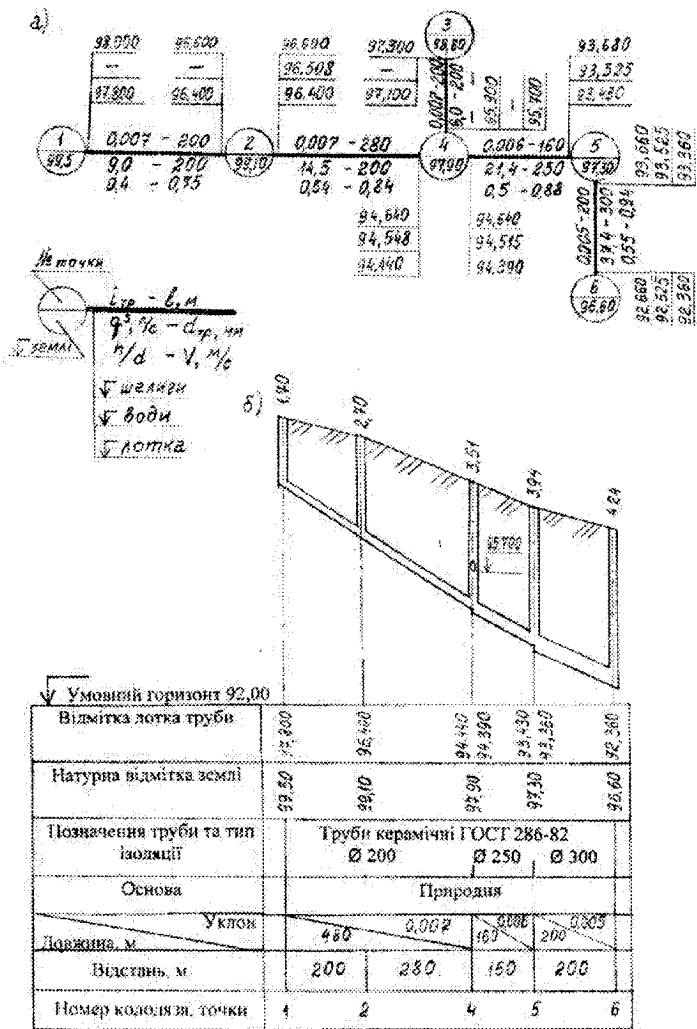
а — по верху труб; б — по рівнях води; в — по лотках; г — лоток—рівень води

Крім того, показують всі перетини з перешкодами (річками, каналами), наземними спорудами (залізницями, автострадами) і підземними комунікаціями, а також наносять дані про ґрунти і ґрунтові води у вигляді розрізів свердловин або шурфів у відповідних точках проектної лінії профілю.

Відмітки лотків труб проставляють з точністю до 1 мм (з трьома десятковими знаками), відмітки поверхні землі та глибини колодязів — з точністю до 1 см (з двома десятковими знаками). У точках зміни розміру труби або перепаду проставляють дві проектні відмітки лотків труб. Горизонтальний масштаб профілю, як правило, приймають рівним масштабу плану, а вертикальний 1:100.

На мал. 2.7 показано схему висотної ув'язки і поздовжній профіль ділянки мережі, яка наведена на мал. 2.3б з розрахунковими витратами, що наведені в табл. 2.3.

На основі поздовжнього профілю каналізаційної мережі і спеціально проведеного по трасі нівелювання розробляють більш детальні профілі робочих креслень, де наносять не тільки розрахункові, а й лінійні колодязі. За робочими кресленнями здійснюють будівництво каналізаційних трубопроводів.



Мал. 2.7. Розрахункова схема висотної ув'язки каналізаційної мережі (а) і поперечно-довжній профіль колектора (б)

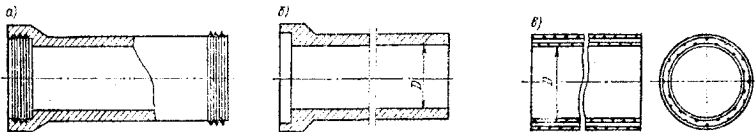
2.2.7. Труби, колектори та колодязі на каналізаційній мережі

До матеріалу труб, колекторів та їх з'єднань висувають ряд вимог: міцність, сприймання навантаження від ваги ґрунту та транспорту без деформації, стійкість проти корозії та механічного стирання, гладка внутрішня поверхня, водонепроникність, не допускання просочування стічних вод у ґрунт (ексфільтрація) і ґрунтових вод у мережу (інфільтрація). Цим вимогам відповідають керамічні, бетонні, залізобетонні, азбестоцементні, металеві та пластмасові труби (мал. 2.8).

Керамічні труби використовуються для влаштування безнапірних каналізаційних мереж; їх виготовляють круглого перерізу з розтрубами, внутрішнім діаметром 150 — 600 мм, довжиною 800 — 1000 мм. При з'єднанні керамічних труб гладкий кінець однієї труби вставляють у розтруб другої. Зазор між ними на $1/3$ — $1/2$ глибини розтрубу забивають ущільнюючим матеріалом, а решту зазору заповнюють матеріалом, який утворює замок, що утримує ущільнюючий матеріал у розтрубі. В якості ущільнюючого матеріалу рекомендується застосовувати гумові кільця, просмолене конопляне пасмо або канат, а в якості замка — асфальтову мастику, азбестоцемент, цемент (мал. 2.9а).

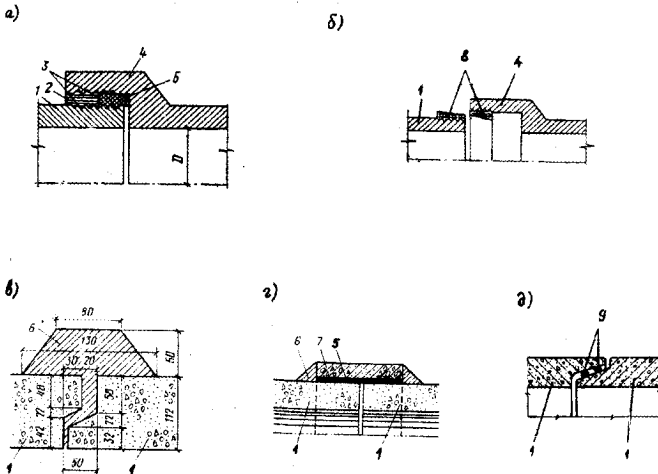
Останнім часом почали застосовувати з'єднання керамічних труб на конічних кільцях з пластизолу, які закріплюються на трубі заводом-виготовлювачем. Збір стику здійснюється легким горизонтальним насуванням труб. При цьому обидва кільця заклинюються і утворюється щільний і гнучкий стик (мал. 2.9б).

Бетонні та залізобетонні труби виготовляють напірними та безнапірними з розтрубом або гладкими кінцями. Бетонні труби мають діаметр 200 — 600 мм, а залізобетонні (безнапірні) — 400 — 3500 мм. Довжина труб залежить від діаметру та способу їх виготовлення.



Мал. 2.8. Каналізаційні труби:

а) керамічна; б) бетонна безнапірна розтрубна; в) залізобетонна з гладкими кінцями.



Мал. 2.9. Стики керамічних (а,б) і залізобетонних безнапірних труб (в,г,д):

1 — гладкий кінець труби; 2 — заповнення асфальтовою мастикою або азбестоцементом (цементом); 3 — неглазуровані борозни; 4 — розтруб; 5 — просмолене коношіяне пасмо або канат; 6 — цементний розчин; 7 — залізобетонна муфта; 8 — кільця з пластізолу; 9 — гумові кільця.

Розтрубні з'єднання бетонних і залізобетонних труб виконуються так, як і розтрубні з'єднання керамічних труб, а труби з гладкими кінцями з'єднуються за допомогою муфт або цементних поясів (мал. 2.9в,г). Для герметизації стиків можуть використовуватися синтетичні матеріали, наприклад, пінополіуретан.

Азбестоцементні труби (напірні та безнапірні) виготовляють з гладкими кінцями діаметром у 100 — 600 мм. З'єднують їх за допомогою циліндричних муфт. Найчастіше для ущільнення стиків застосовують гумові кільця або зазори герметизують аналогічно зазорам розтрубних стиків керамічних труб.

Чавунні та сталеві труби застосовують переважно для напірних каналізаційних ліній. Для зовнішньої безнапірної каналізаційної мережі сталеві труби застосовують лише там, де ставляться підвищені вимоги до герметичності, наприклад, при перетині із залізницями, автомагістралями, водяними перепонами. З'єднання металевих труб — зварні, розтрубні або фланцеві.

При прокладанні самопливних каналізаційних мереж також використовують труби із синтетичних матеріалів (вінілпласт, поліетилен та інші).

Залежно від виду ґрунту, матеріалу та діаметру труб їх кладуть безпосередньо на ґрунт або штучну основу. Влаштування штучної основи під труби необхідно при слабкій несучій здатності ґрунту або при можливому зниженні несучої здатності при замочуванні чи з інших причин. В суглинках, сушлинистих і сухих глинистих ґрунтах труби кладуть на піщану подушку, в водонасичених ґрунтах — на шар щебеню, гравію або крупного піску, а в деяких випадках — на бетонну основу (мал. 2.10, 2.11).

В торф'яниках, пливунах і слабих насипних ґрунтах влаштовують фундамент з пал' під труби усіх діаметрів, а стики герметизують еластичними матеріалами.

Колектори побутової, виробничої, загальносплавної та дощової каналізації будують переважно індустріальним способом із крупних збірних залізобетонних елементів. Колектори великого розміру можуть у поперечному перерізі бути круглими, прямокутними або іншої форми.

Труби та канали каналізаційної мережі мають задовольняти гідравлічні, статичні, економічні та експлуатаційні вимоги.

Для огляду і прочищення каналізаційної мережі на ній споруджують оглядові колодязі. Їх роблять скрізь, де змінюється напрям, діаметр або уклон лінії. Залежно від призначення оглядові колодязі підрозділяються на лінійні, поворотні, з'єднувальні, контрольні, промивні та перепадні.

Лінійні колодязі встановлюють на прямих ділянках каналізаційних мереж усіх систем через 35–300 м залежно від діаметру труб.

Поворотні колодязі встановлюють у місцях зміни напрямку мережі в плані або по висоті. З'єднувальні оглядові колодязі встановлюють в місцях з'єднання каналізаційних ліній.

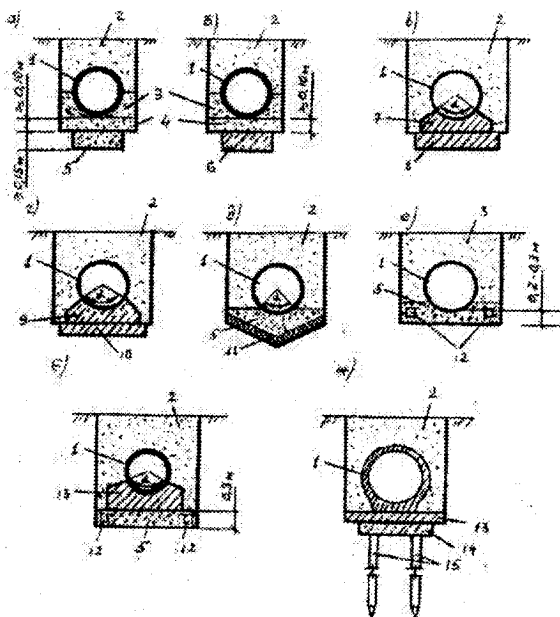
Промивні колодязі передбачають на тих ділянках каналізаційної мережі, де можливе випадання осаду в трубах.

Перепадні колодязі споруджують в місцях, де з'єднуються труби на різній глибині, що має місце при приєднанні бокових притоків до основної каналізаційної мережі, при влаштуванні перепадів у зв'язку з різкою зміною рельєфу місцевості та при необхідності зменшення швидкості потоку стічних вод по мережі.

Контрольні колодязі встановлюють перед червоною лінією забудови з боку будинків в місцях під'єднання дворової, квартальної або промислової мережі до вуличної.

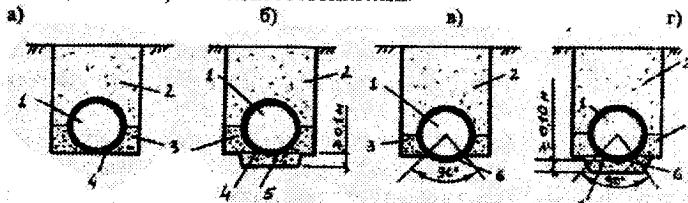
Колодязі на напірних трубопроводах встановлюють при необхідності розміщення в них засувок, випусків, вантузів та іншої арматури.

Оглядові колодязі виконують з цегли або залізобетону. В плані вони можуть бути круглої або прямокутної форми (мал. 2.12).



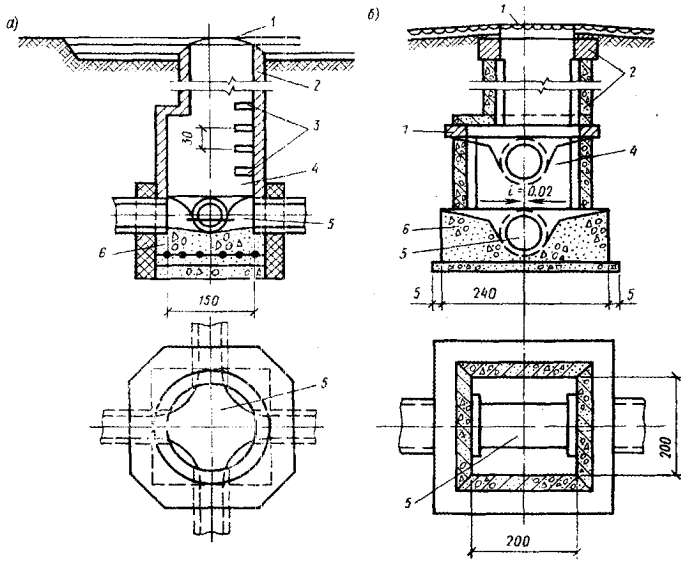
Мал. 2.10. Штучні основи під самопливні трубопроводи:

а — гравійно-щебенева; б — залізобетонна пласка; в — бетонна спрофільована; г — залізобетонна спрофільована; д — щебенева з водонепроникним піддоном; е — гравійно-щебенева; е — бетонна з дренажем; ж — залізобетонна на палях: 1 — трубопровід; 2 — засипання з нормальним ущільненням; 3 — засипання з підвищеним ступенем ущільнення; 5 — гравійно-щебенева підготовка; 6 — залізобетонна пласка основа; 7 — бетонна основа (I шар); 8 — бетонна основа (II шар); 9 — залізобетонна спрофільована основа; 10 — бетонна підготовка; 11 — водонепроникний шар (грунтоасфальт); 12 — дренаж; 13 — цементний розчин; 14 — залізобетонний пояс; 15 — залізобетонні палі.



Мал. 2.11. Природні основи під самопливні трубопроводи

а — ґрунтова пласка; б — ґрунтова пласка з піщаною підготовкою; в — ґрунтова спрофільована; г — ґрунтова спрофільована; 1 — трубопровід; 2 — засипання траншеї; 3 — засипання з підвищеним ступенем ущільнення; 4 — пласка основа; 5 — піщана подушка; 6 — спрофільована основа.



Мал. 2.12. Оглядів каналізаційні колодязі:

а) круглий; б) прямокутний: 1 — чавунний люк з кришкою; 2 — горловина; 3 — скоби; 4 — робоча камера; 5 — лоток; 6 — бетонне дно; 7 — плита перекриття.

Основними елементами колодязів є: основа (під отовка, плита і набивний лоток), робоча камера перекриття або перехідна частина, горловина, кришка з люком. Висоту робочої камери приймають, як правило, у 1800 мм. Розміри камери обумовлені можливістю виконання робіт з огляду, прочищення та ремонту мережі.

Діаметри круглих камер лінійних колодязів на побутовій мережі приймаються залежно від діаметра найбільшої труби.

Діаметр труби, мм	Діаметр робочої камери, мм
до 600	1000
700	1250
800 - 1000	1500
1200	2000

Розміри прямокутних в плані камер приймають:

— при діаметрі труб до 700 мм — у 1000 мм;

— при діаметрі труб більше 700 мм — довжина L та ширина B приймаються за формулами:

$$L = d + 400 \text{ мм}; V = d + 500 \text{ мм}, \quad (2.14)$$

Перехідну частину між робочою камерою та горловиною виконують за допомогою плоского перекриття або однобічного конуса.

Горловина служить для опускання робітників у камеру. Її висота залежить від глибини закладання труб. Діаметр горловини колодязів на мережах каналізації усіх систем приймають у 700 мм. Робочі камери та горловини обладнують скобами та драбинами для спуску в колодязь.

Люки встановлюють на одному рівні з верхом проїжджої частини з твердим покриттям і на 50–70 мм вище поверхні землі в зеленій зоні. Найбільшого поширення набули чавунні люки типу “Л” та важкі типу “Т” і “ТМ”, які виконуються згідно з ДЕСТ 3934–79.

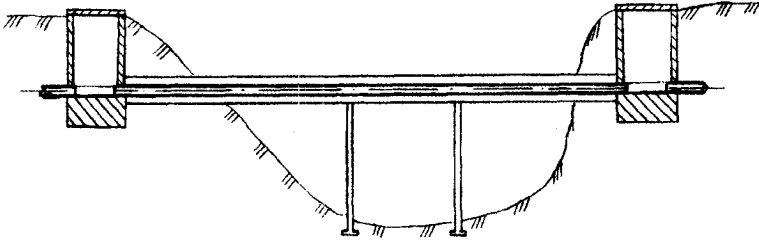
2.2.8. Перетин самопливних трубопроводів каналізаційних мереж з перешкодами

При прокладанні каналізаційних мереж зустрічаються перешкоди різного виду: річки, яри, канали, підземні трубопроводи та споруди, залізничі та автостради. Спосіб перетину залежить від розташування каналізаційних трубопроводів і виду перешкоди, а також місцевих умов.

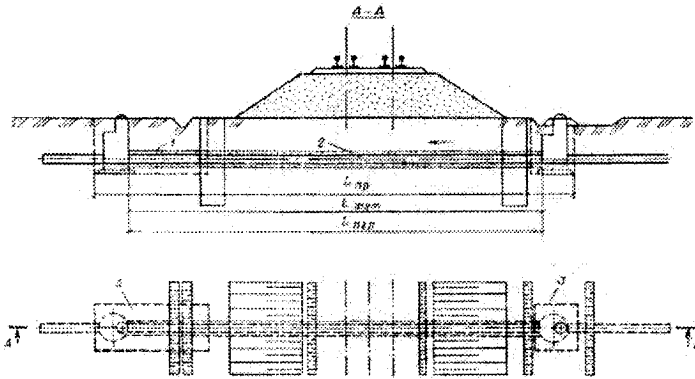
Якщо каналізаційні трубопроводи розташовані значно вище перешкоди, то перетин виконують у вигляді самопливного трубопроводу, який прокладається по естакаді. Естакада — це опорна конструкція у вигляді мосту (мал. 2.13). Трубопровід прокладають в утепленому коробі без зміни уклону, який надано колектору. Естакади виготовляють зі збірного залізобетону на залізобетонних або металевих опорах.

Якщо каналізаційні трубопроводи розташовані значно нижче перешкоди, то перетин виконують у вигляді самопливного трубопроводу, прокладеного у футлярі або прохідних чи непрохідних тунелях (мал. 2.14).

Якщо каналізаційний трубопровід і перешкода розташовані на одній і тій же відмітці або їх різниця незначна, то перетин виконують у вигляді дюкера — напірного трубопроводу, який з'єднує два самопливних трубопроводи (мал. 2.15). Всі каналізаційні дюкери мають верхню і нижню камери і виконуються не менше ніж в дві нитки, кожна з яких є робочою.



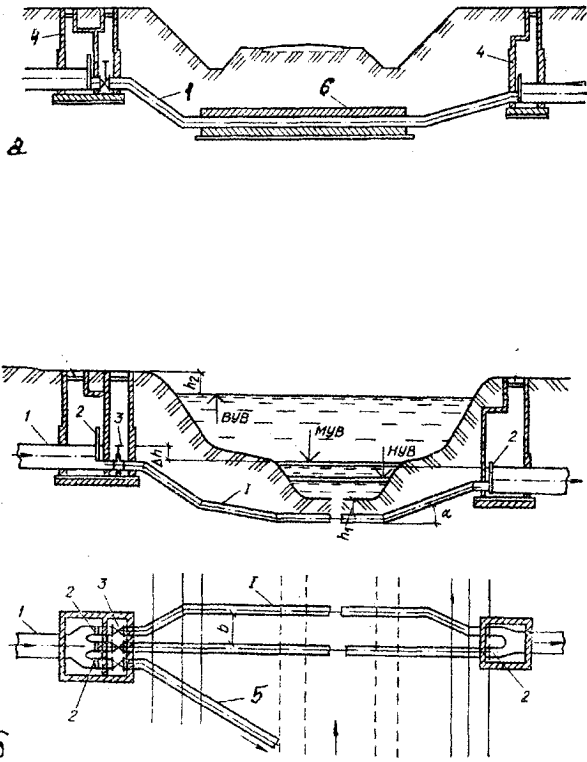
Мал. 2.13. Естакада



Мал. 2.14. Перетин самопливним трубопроводом залізничної колії:
1 — футляр; 2 — трубопровід

2.2.9. Будівництво та експлуатація каналізаційних мереж

Каналізаційні мережі будують за погодженою та затвердженою проектно-кошторисною документацією відповідно до розбивання мережі в натурі. Технічний нагляд за будівництвом здійснюється замовником (відділом капітального будівництва або службою технагляду) та проектною організацією.



Мал. 2.15. Дюкери:

а — під транспортними магістралями; б — під водною перешкодою:
 1 — трубопровід; 2 — шибер; 3 — засувка; 4 — колодязь; 5 — аварійний випуск;
 6 — кожух.

Будівництво каналізаційних мереж проводять переважно відкритим (траншейним) способом. Траншеї при цьому влаштовуються з відкосами або з вертикальними стінками. В останньому випадку виконують кріплення стінок траншеї. Характер кріплення залежить від глибини траншеї, властивостей ґрунтів, наявності ґрунтових вод. Глибина відкритої траншеї не перевищує 5 — 6 м у водонасичених ґрунтах і 7 — 8 м у сухих ґрунтах.

Труби починають класти від нижнього колодязя розтрубами проти течії води. Одночасно з прокладанням труб герметизують стики.

Перед засищенням траншеї рекомендується перевіряти світлом пра- вильність укладання труб. Для цього в одному кінці ділянки встановлю- ють джерело світла (ліхтар), а в іншому — дзеркало, яке розташовують під кутом до осі труби. В дзеркалі повинен відбитися правильний світловий диск (переріз труби). Зміщення світлового диску вгору або вниз вказує на згин осі труби в профілі; зміщення диску вправо або вліво вказує на згин осі труби в плані.

Після укладання труб набивають лотки оглядових колодязів та мон- тують стінки колодязів.

Закритими способами прокладання каналізаційних мереж користу- ються при будівництві мереж під проїздами з інтенсивним рухом транс- порту, а також при значній глибині трубопроводів. При влаштуванні переходів під автострадами та залізницями закритим способом переважно використовують методи горизонтального буріння або проколу. При будівництві колекторів на значній глибині застосовують підземний щи- товий прохід, аналогічний тому, який застосовують при будівництві мет- рополітенів. Прохідний щит — це пересувна металева конструкція цилінд- ричної форми, під захистом якої розробляється порода, і в задній хвос- товій частині якої споруджується кріплення тунелю. Побудовані каналізаційні мережі повинні бути прийняті в експлуатацію. Для цього замовник пред'являє комісії такі документи:

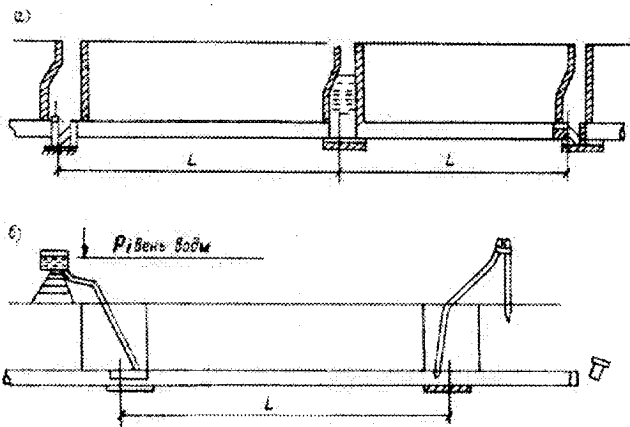
- виконавчі креслення на побудовані мережі;
- акти на розбивання споруд у натурі;
- акти на приховані та спеціальні роботи (влаштування основи під труби, герметизація стиків, влаштування гідроізоляції, зварні та інші ро- боти);
- погодження на всі зміни проекту (із замовником та авторами проек- ту);
- акти на гідравлічні випробування (на ексфільтрацію та інфільтра- цію);
- паспорти на труби, будматеріали та деталі;
- довідку від експлуатуючої організації про термін ліквідації недо- ліків та дефектів, якщо такі мали місце.

При прийманні в експлуатацію каналізаційних мереж особливу ува- гу слід звернути на:

- а) якість основи під трубами та герметизацію стиків по всій довжині стику (фіксуються в актах на приховані роботи);
- б) перевірку прямолінійності прокладених між двома сумісними коло- дязями труб на світло. При огляді трубопроводу допускається відхилен-

ня від зображення правильного кола не більше ніж на $1/4$ діаметра по горизонталі, але не більше 50 мм в кожную сторону. Відхилення від правильної форми по вертикалі не допускаються;

в) гідравлічні випробування трубопроводів. Трубопроводи випробовуються на витік води з них за кількістю долитої в бак води (мал. 2.16), а також візуально на інфільтрацію (попадання ґрунтових вод у труби та колодязі при високому рівні ґрунтових вод) за наявності потоку води в трубі. Результати гідравлічних випробувань порівнюються з даними табл. 2.4.



Мал. 2.16. Схеми гідравлічних випробувань каналізаційних трубопроводів:

а — після влаштування колодязів; б — до влаштування колодязів

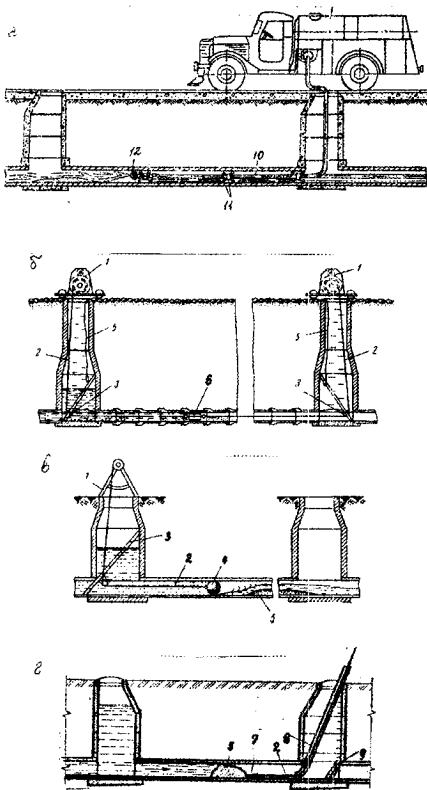
Для нормальної експлуатації каналізаційної мережі з метою її безпечної роботи необхідно проводити нагляд за технічним станом мережі. При зовнішньому огляді мережі, який виконується одним-двома робітниками, виявляють дефекти люків та горловин колодязів, просідань ґрунту по трасі і біля колодязів. Періодичність такого огляду — один раз на два місяці.

Технічний огляд каналізаційних мереж проводиться 1 — 2 рази на рік бригадою з трьох слюсарів. Мета обстеження — виявлення пошкоджень мережі (стану люків, лотків, скоб), наявності інфільтрації та вентиляції, ступеня наповнення труб, необхідності прочищення та ремонту мережі.

Табл. 2.4.

**Допустимі величини притоку чи витрат води
через стики та стінки трубопроводів**

Умовний діаметр трубопроводу, d, мм	Допустимий об'єм долитої води в трубопроводі (приток води) на 10 м довжини трубопроводу, який випробовується, л, за час випробовування 30 хв. для труб		
	бетонних	керамічних	азбестоцементних
100	1,0	1,0	0,3
200	4,2	2,4	1,4
300	5,4	3,6	1,8
400	6,7	4,2	2,2
500	7,5	4,6	—
600	8,3	5,0	—



Мал. 2.17. Схеми прочищення мережі:

а — гідравлічна; б, в, г — механічна:

1 — лебідка; 2 — трос; 3 — опорна рейка; 4 — куля; 5 — затвор; 6 — циліндр; 7 — наконечник; 8 — труба; 9 — сітка; 10 — шланг; 11 — муфта; 12 — сопло.

Прочищення мережі в період експлуатації поділяється на два види — профілактичну та аварійну. Воно може здійснюватись гідравлічними або механічними методами (мал. 2.17).

Гідравлічне прочищення полягає в розмиванні та виносі осаду струменем води, що подається під великим тиском безпосередньо у трубу шлангом від спецмашини. Таке прочищення проходить при повній механізації робіт і є досить прогресивним з санітарної точки зору. Гідравліч-

ним способом очищають побутові, дошові, виробничі та загальносплавні мережі при діаметрі труб від 150 до 600 мм.

Гідравлічне очищення базується на розмиваючій та транспортуючій здатності потоку стічної або привізної води. Потік води з підвищеною швидкістю, утворений тим чи іншим способом, розмиває та транспортує осад вниз по течії. Для гідравлічного очищення використовують плаваючі знаряддя у вигляді циліндрів або куль.

При механічному очищенні користуються спеціальними штангами, тросом чи дротом, а також використовують лебідки для протягування спеціальних пристроїв (йоржів, ковпів тощо).

Ремонтні роботи, які виконуються при експлуатації каналізаційних мереж, поділяють на два види — поточний та капітальний ремонт.

До поточного ремонту належать всі види робіт, що викликають порушення нормальної роботи мережі та різних споруд на ній. Ці роботи включають заміну кришок локів, усунення свищів у колодязях, регулювання кришок під рівень проїжджої частини, ремонт набивання лотків у колодязях, ремонт засувок, різного роду шиберів, заміна та кріплення скоб тощо.

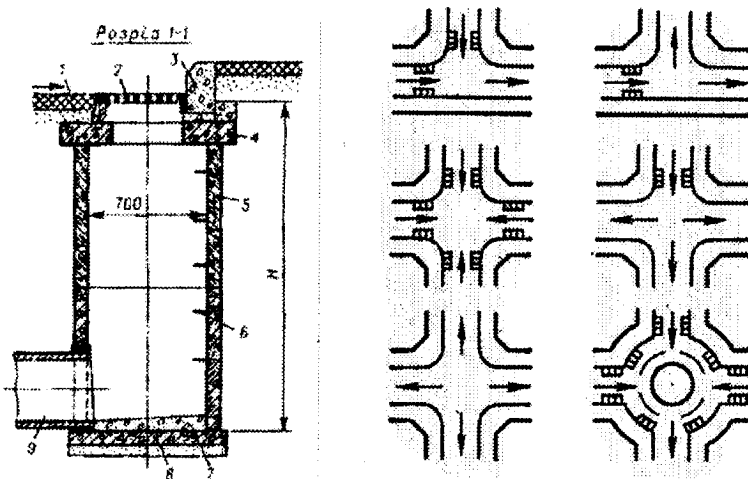
До капітального ремонту належать роботи, що вимагають значних затрат часу та матеріалів, а саме — встановлення нових та заміна старих колодязів і труб, які стали непридатними. Часто при проведенні цих робіт ділянку мережі відключають.

Правильно організована експлуатація каналізаційних мереж дозволяє значно продовжити строк їх служби, скоротити матеріальні та трудові витрати.

2.2.10. Дошова каналізаційна мережа

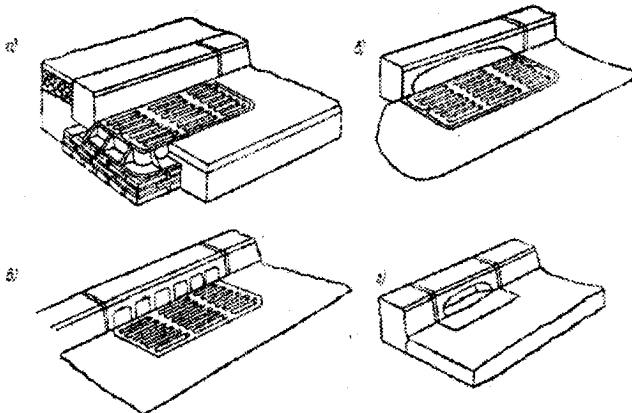
Дошова каналізація служить для відведення дошових та талих вод. Її, як правило, трасують по найкоротшій відстані до місця випуску.

Зовнішня дошова каналізація складається з відкритих дошових ключів і лотків, дощоприймачів (дощоприймальних колодязів), закритої мережі труб, зливоспусків і випусків. В закрити дошову мережу вода потрапляє через дощоприймачі — круглі або прямокутні колодязі, перекриті металевими решітками, які пропускають воду і затримують все, що може засмітити каналізаційну мережу (мал. 2.18, 2.19). Дощоприймачі встановлюють у зниженій частині проїздів біля тротуарів і перехресть вулиць на віддалі 50 — 80 м один від одного.



Мал. 2.18. Дощоприймальні колодязі:

а — конструкція із збирного залізобетону; б — схеми розташування на перехресттях вулиць: 1 — дорожнє покриття; 2 — решітка; 3 — бортовий камінь; 4 — плита перекриття; 5 — стінові кільця; 6 — ходові сходи; 7 — бетон; 8 — з'єднувальний трубопровід.



Мал. 2.19. Схеми розташування дощоприйомних колодязів на проїзній частині дороги:

а — відкритий із прямокутною решіткою в лотку; б — комбінований із решіткою у лотку і отвором у бортовому камені; в — комбінований із решіткою у лотку і чавунною бортовою приставкою; г — закритий із отвором у бортовому камені.

Випуск дощових стоків у водоймища проводиться переважно в межах міста або промислових підприємств. Із санітарних та естетичних міркувань дощові води слід випускати нижче рівня води в річці. Зливоспуски на мережі дозволяють направляти найбільш забруднені порції дощових вод на очищення.

Розміри труб та колекторів на ділянках дощової мережі визначають за розрахунковими витратами дощових вод. Ці витрати визначають за формулою:

$$q_{\text{розрах}} = q \cdot \psi \cdot F \quad (2.15)$$

де $q_{\text{розрах}}$ — розрахункові витрати дощових вод, л/с; q — інтенсивність дощу, л/(с га); ψ — коефіцієнт стоку; F — площа стоку, га.

Інтенсивність дощу q , (л/с га), рекомендується визначати за формулою:

$$q = \frac{20^p \cdot q_{20} \cdot (1 + C \lg P)}{t^n}, \quad (2.16)$$

де n і C — коефіцієнти, які враховують кліматичні особливості даної місцевості; q_{20} — інтенсивність дощу в л/с з га тривалістю 20 хв. при повторюваності один раз на рік (стала величина для конкретного району); P — період у роках, протягом якого 1 раз відбувається перевищення мережі; t — розрахункова тривалість дощу, хв.

При сучасних розрахунках дощової каналізації за методикою граничних інтенсивностей вважають, що тривалість дощу в формулі 2.16 повинна відповідати часу протікання дощу від найвіддаленішої точки до розрахункового перерізу. Отже, кожному ділянку дощової мережі розраховують на дощ відповідної інтенсивності.

Коефіцієнт стоку характеризує водонепроникність поверхні водозбору і визначається як відношення витрат атмосферних вод, що випали на площі 1 га, до тих, які потрапили у дощову мережу з цієї площі.

Гідравлічний розрахунок дощової мережі проводять за тими ж формулами, що і розрахунок побутової мережі.

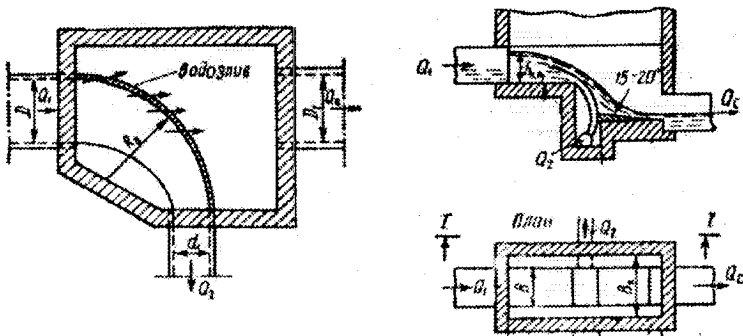
Для дощової мережі використовують керамічні, бетонні та залізобетонні труби. Найменший діаметр самопливних мереж дощової каналізації: для вуличної мережі — 250 мм, внутрішньоквартальної — 200 мм.

Вибір способу відведення дощових і талих вод (відкритий, закритий, змішаний) визначається за техніко-економічними розрахунками. При будівництві нових систем каналізації, якщо виявиться необхідність очищення поверхневого стоку, слід розглянути питання про влаштування загальносплавної або напівроздільної системи водовідведення.

2.2.11. Особливості розрахунку та влаштування мережі загальносплавної каналізації

При загальносплавній системі каналізації влаштовується одна водовідвідна мережа, по якій відводяться стічні води всіх видів (побутові, виробничі та атмосферні). В період сильних злив, які повторюються порівняно рідко, витрати дощових вод значно перевищують витрати побутових та виробничих стічних вод. Ступінь забруднення суміші стічних вод зменшується, тому з'являється можливість скидати частину цієї суміші у водоймище без очищення. Для цього на головному колекторі або перед насосними станціями чи очисними спорудами передбачають зливоспуски. Таке рішення дозволяє суттєво зменшити розміри головного колектора та очисних споруд, а, отже, і вартість будівництва загальносплавної каналізації.

Зливоспуски виконують переважно у вигляді бокових прямолінійних або криволінійних водозливів (Рис. 2.20).



Мал. 2.20. Схеми зливоспусків:

а — з криволінійним у плані боковим водозливом; б — з донним водозливом та порогом.

Витрати стічних вод під час дощу для будь-якої ділянки мережі, що розташована до зливоспуску, визначають за формулою:

$$q' = q_{\text{ст}} + q'_c, \quad (2.17)$$

а для ділянки, яка розташована нижче зливоспуску — за формулою

$$q'' = q_{\text{ст}} + n_0 \cdot q_{\text{ст}} + q''_c, \quad (2.18)$$

де $q_{\text{ст}}$ — витрати стічних вод у суху погоду; q'_c — розрахункові витрати дощових вод, що надходять у дощову мережу; q'' — те ж саме після зливос-

пуску до розрахункової ділянки; $n_0 \cdot q_{\text{ст}}$ — витрати дощових вод, які пройшли зливоспуск; n_0 — коефіцієнт розбавлення (береться в межах 0,5-5 залежно від гідрологічної характеристики водотоку та місця розташування зливоспуску).

Діаметри труб загальносплавної мережі призначають з розрахунку повного заповнення труби при розрахункових витратах усіх видів стічних вод під час дощу. Гідравлічний розрахунок загальносплавної мережі перевіряють на пропускання тільки виробничих та побутових вод. У цьому випадку швидкості течії потоку повинні бути не меншими за мінімальні, тобто має бути забезпечене самоочищення мережі в суху погоду.

2.3. Перекачування стічних вод

2.3.1. Насоси для перекачування стічних вод

У випадках, коли неможливо здійснити відвід стічних вод самопливом на очисні споруди, застосовують насоси. При цьому, виходячи із особливостей рідини, яка перекачується (наявності в ній паперу, ганчір'я та інших домішок), до насосів ставлять такі вимоги:

- 1) вони не мають засмічуватись покидьками, які знаходяться в стоках;
- 2) їх конструкція повинна забезпечувати можливість прочищення робочого колеса, корпусу та патрубків;

З урахуванням цих вимог насоси, які застосовуються для перекачування стічних вод, мають ряд конструктивних особливостей:

- а) насоси будуються тільки з одним робочим колесом і без напрямних апаратів;
- б) робочі колеса мають всього дві-чотири лопаті;
- в) на корпусі насосу і вхідному патрубку встановлюються люки-ревізії.

Для перекачування стічних вод промисловість випускає насоси марки СМ. Окрім цих використовують насоси, розраховані на перекачування рідин з великим вмістом завислих речовин: землесоси, шламові, торфонасоси, шнекові насоси та інші.

2.3.2. Схеми та конструкції насосних станцій

Каналізаційні насосні станції за призначенням бувають головними (перекачують стічні води зі всієї території), районними (перекачують стічні води з окремих басейнів каналізування), лінійними або підкачу-

вання (перекачують стічні води з максимально заглибленого колектора до колекторів з меншим заглибленням) та місцевими (перекачують стічні води від одного або декількох будинків).

Каналізаційні насосні станції мають машинне відділення, приймальний резервуар, побутові та допоміжні приміщення. В машинному залі розташовують основні та резервні насоси, а також все допоміжне обладнання для нормальної роботи насосів. Приймальний резервуар утворює регулюючу ємність, яка забезпечує найбільш ефективну рівномірну подачу насосів.

Регулюючий об'єм визначається за поєднаним графіком притоку і відкачування стічних вод і повинен бути не меншим за 5-тихвилинну подачу найбільшого із встановлених насосів. Приймальний резервуар обладнують решітками для затримання великих механічних домішок. Затримані домішки подрібнюють у спеціальних апаратах і скидають в канал перед решітками. Машинний зал та інші службові приміщення відділяють від приймального резервуару суцільною водо- і газонепроникною стінкою.

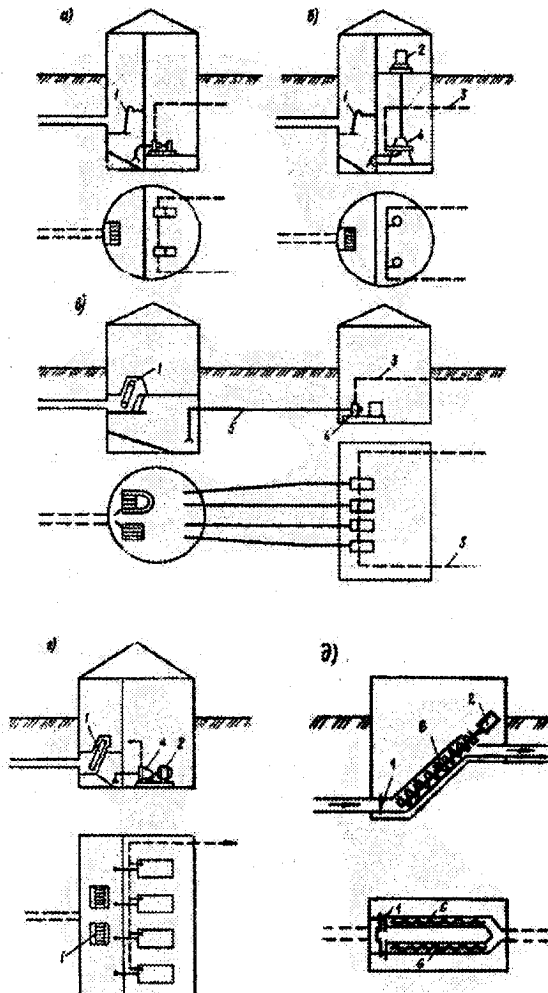
Схеми та конструкції насосних станцій залежать від гідрогеологічних умов, глибини підвідного колектору, типу та кількості насосів, особливості розташування насосних агрегатів тощо.

Як правило, насосні станції розташовані в понижених місцях, мають значне заглиблення і часто нижче рівня підземних вод. В цьому випадку доцільно застосовувати каналізаційні насосні станції шахтного типу і круглі в плані (мал. 2.21а,б). Опускний спосіб будівництва дозволяє долати труднощі зведення споруди, обумовлені складними гідрогеологічними умовами та значною глибиною станції. Кругла форма в плані вигідна і в конструктивному відношенні.

При перекачуванні стічних вод, що містять пожежо- та вибухонебезпечні речовини, приймальні резервуари відокремлюють від машинного відділення, яке може розміщатися на меншій глибині (мал. 2.21в).

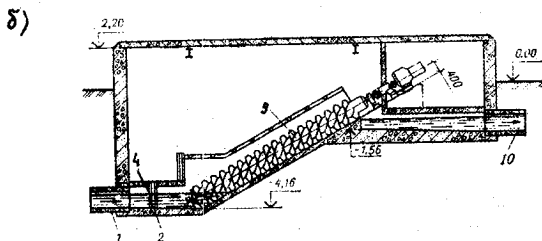
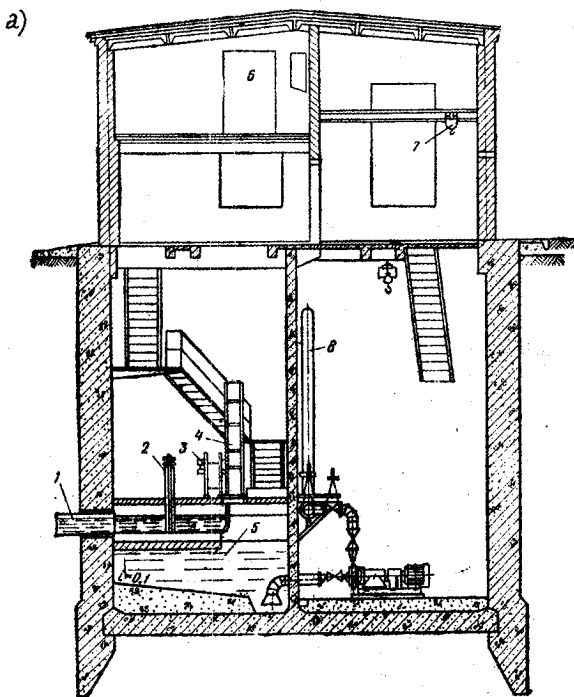
Значно спрощується схема та конструкція насосної станції, якщо вона має невелику глибину і зводиться в сухих ґрунтах. Станція може бути прямокутної форми, а резервуар — поєднуватись з машинним відділенням (Рис. 2.21г).

Каналізаційні насосні станції, що перекачують невелику кількість стічних вод (місцеві або розташовані в сільських населених пунктах), будують підземними і повністю автоматизованими. Доступ для огляду і проведення профілактичних заходів здійснюється через люк.



Мал. 2.21. Схеми насосних станцій:

а, б — шахтного типу відповідно з горизонтальними та вертикальними насосами; в — з окремо розташованим приймальним резервуаром; г — прямокутна в плані; д — з шнековими насосами: 1 — решітка; 2 — електродвигун; 3 — напірний трубопровід; 4 — насос; 5 — всмоктувальний трубопровід; 6 — шнековий підйомник.



Мал. 2.22. Каналізаційні насосні станції:

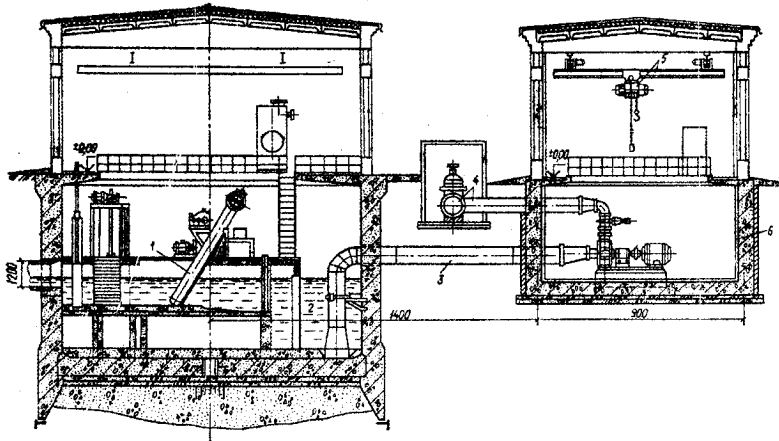
а) шахтного типу з горизонтальними фекальними насосами; б) із шнековими насосами. 1 — подвійний трубопровід; 2 — щитовий затвор; 3 — молоткова дробарка; 4 — решітки; 5 — приймальний резервуар; 6 — щит управління; 7 — кран-балка; 8 — напірний трубопровід; 9 — шнековий підйомник; 10 — вихідний трубопровід.

В тих випадках, коли при перекачуванні невеликих витрат стічних вод висота підйому не перевищує 4 м, рекомендується приймати насосні станції з шнековими насосами (мал. 2.21д).

Насоси вибирають за максимальною подачею насосних станцій і потрібним напором, який визначається:

$$H_{\text{потр}} = \Delta Z + h_{\text{нс}} + \Sigma h_{\text{п}} + h_{\text{т}} \quad (2.19)$$

де ΔZ — геометрична висота підйому води; $h_{\text{нс}}$ — внутрішньо-станційні втрати напору (вираховуються або приймаються в межах 1,5–0,5 м); $h_{\text{п}}$ — втрати напору в напірних трубопроводах; $h_{\text{т}}$ — вільний напір на вилів води (приймається в межах 0,5–1,0 м).



Мал. 2.23. Каналізаційна насосна станція з окремо розташованим резервуаром: 1 — решітки; 2 — приймальний резервуар; 3 — всмоктувальні труби; 4 — напірні труби; 5 — кран-балка; 6 — машинне відділення.

Максимальна подача насосних станцій встановлюється за поєднаними графіками притоку та відкачування стічних вод. У більшості випадків її приймають рівною максимальному притоку стічних вод.

Розміри насосних станцій визначають виходячи з об'єму приймального резервуару, габаритів обладнання, складу допоміжних та побутових приміщень. Підземна частина каналізаційних насосних станцій виконується з бетону або залізобетону, а наземна — з цегли.

Насосні станції повинні бути обладнані внутрішнім водопроводом, опаленням, освітленням та вентиляцією. Для практичного застосування розроблені типові проекти насосних станцій різної потужності з різною

глибиною підвідного трубопроводу. На мал. 2.22, 2.23 наведені приклади насосних станцій.

Напірні трубопроводи від насосних станцій виконують, як правило, в дві лінії. Швидкість руху води в них приймається близько 1,5 м/с.

2.4 Очищення стічних вод

2.4.1. Склад стічних вод та умови скидання їх у водні об'єкти

Ступінь забруднення стічних вод характеризується кількістю мінеральних, органічних та бактеріальних домішок, що містяться в розчиненому або нерозчиненому стані.

Нерозчинені речовини, які затримуються при фільтруванні через паперовий фільтр, називають завислими. Загальна кількість завислих речовин у побутових стічних водах складає близько 65 г сухої речовини за добу від однієї людини, що користується каналізацією. Із цієї кількості осідає в середньому близько 40 г, тобто 60–75 %, а легкі домішки (жири, нафтопродукти та інше) в спокійному стані спливають на поверхню води.

Значні труднощі при вирішенні питання очищення стічних вод викликають органічні домішки. Ці домішки в стічних водах, як правило, при наявності кисню мінералізуються під дією мікроорганізмів. За кількість витраченого для окислення органічних речовин кисню судять про забруднення стічної рідини органічними речовинами. Цю величину називають біохімічною потребою в кисні, скорочено позначають “БПК” і виражають кількість кисню в мг/л. На практиці БПК визначають через 5 і 20 діб і позначають відповідно БПК₅ і БПК₂₀.

Для міських стічних вод БПК₂₀ знаходиться в межах 100 — 400 мг/л, для виробничих — коливається в широкіх межах залежно від технологічного процесу.

Оскільки не всі органічні речовини окислюються біохімічним шляхом, для повної оцінки забруднень ними стічних вод визначають хімічну потребу в кисні (ХПК). Значення ХПК завжди більше за БПК. Для побутових стічних вод значення ХПК в 1,2 — 1,5 рази більше за БПК₂₀. Для виробничих стічних вод, що містять важкоокислювані органічні речовини, це перевищення може бути ще більшим.

Концентрація забруднень стічних вод у практиці проектування систем водовідведення населених пунктів встановлюється з урахуванням норм водовідведення. При більшій нормі водовідведення концентрація забруднень побутових стічних вод менша.

Концентрація забруднень побутових стічних вод у міліграмах на літр за кількістю завислих речовин, БПК, кількістю амонійного азоту, фосфатів (P₂O₅), хлоридів, поверхнево-активних речовин (ПАР) визначається за формулою:

$$C = \frac{a \cdot 1000}{q_n}, \quad (2.20)$$

де a — кількість забруднень, що надходить за добу від однієї людини, г; q_n — норма водовідведення, л, на одну людину за добу.

Нормативна кількість забруднень за добу від однієї людини для побутових стічних вод наведена в нормативних документах і складає в г/добу:

Завислі речовини	65
БПК _{повне} непросвітленої рідини	75
БПК _{повне} просвітленої рідини	40
Азот амонійних солей (N)	8
Фосфати (P ₂ O ₅)	3,3
Хлориди (Cl)	9
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	2,5

Побутові стічні води надходять на очисні споруди разом з виробничими. Знаючи кількість побутових та виробничих стічних вод і концентрацію забруднень в них, визначають концентрацію забруднень в суміші стоків

$$C_{\text{mid}} = \frac{C_n \cdot Q_n + C_p \cdot Q_p}{Q_n + Q_p}, \quad (2.21)$$

де C_n , C_p — концентрація забруднень побутових і виробничих стічних вод; Q_n , Q_p — середньолобові витрати побутових та виробничих стічних вод.

При визначенні концентрації забруднень у виробничих стічних водах користуються результатами аналізів або даними, що наведені в довідковій літературі.

При проектуванні каналізаційних очисних споруд використовують так звані еквівалентне та приведене число жителів.

Еквівалентне число жителів $N_{\text{екв}}$ — це умовна кількість жителів, які вносять таку ж масу забруднень, що і дані витрати виробничих стічних вод, і визначається за формулою:

$$N_{\text{екв}} = \frac{\sum Q_p \cdot C_p}{a} \quad (2.22)$$

де a — кількість аналогічних забруднень, що вносяться в стічні води однією людиною за добу.

Еквівалентне число жителів визначається за завислими речовинами, БПК та іншими видами забруднень.

Приведене число жителів дорівнює сумі еквівалентного та розрахункового числа жителів.

$$N_{\text{пр}} = N + N_{\text{екв}}, \quad (2.23)$$

де N — розрахункове число жителів, яке приймається за проектом забудови населеного пункту.

Умови скидання стічних вод у водні об'єкти регламентуються нормативними актами та правилами, а саме Законом України “Про охорону навколишнього природного середовища”, “Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами” та “Правилами санітарної охорони прибережних районів морів”.

Згідно з цими правилами встановлені нормативи якості води для водойм за двома категоріями водокористування. До першої належать ділянки водойм, що використовуються як джерело централізованого чи децентралізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості. До другої категорії належать ділянки водойм, що використовуються для купання, занять спортом і відпочинку населення, а також ті, що знаходяться в межах населених пунктів. Крім того, встановлені більш жорсткі нормативи якості стічних вод, що скидаються у водойми, які використовують з рибогосподарською метою.

Загальні показники якості промислових вод, що скидаються у відкриті водойми господарсько-питного і культурно-побутового призначення, наведено нижче.

Розчинений кисень. У воді водойми після змішування з нею стічних вод кількість розчиненого кисню не повинна становити менше ніж 4 мг/л у будь-який період року в пробі, відібраній до 12 години дня.

Біохімічна потреба в кисні (БПК). Повна потреба води в кисні при біохімічному окисленні домішок за 20°С не повинна перевищувати 3 мг/л для водойм першої і другої категорій, а також для морів.

Завислі речовини. Вміст завислих речовин у воді водойми після скидання стічних вод не повинен зростати більше ніж на 0,25 і 0,75 мг/л для водойм відповідно першої і другої категорій. Для водойм, які в межах містять понад 30 мг/л природних мінеральних речовин, допускається збільшення концентрації завислих речовин у воді не більше ніж на 5%. Забороняється скидати стічні води, які містять завислі речовини зі швидкістю осідання понад 0,4 мм/с для проточних водойм і понад 0,2 мм/с для водосховищ.

Запахи, присмаки. Вода не повинна мати запахів і присмаків інтенсивністю понад 3 бали для морів і 2 бали для водойм першої категорії, якщо ці показники розпізнаються безпосередньо або після хлорування води. Для водойм другої категорії ці показники не мають розпізнаватися безпосередньо. Вода не повинна надавати сторонніх запахів і присмаків риби.

Кольоровість не повинна виявлятися в стовпчику очищеної води заввишки 20 см для водойм першої категорії і 10 см — для водойм другої категорії та морів.

Водневий показник (значення рН) після змішування води водойми зі стічними водами має бути в межах $6,5 < \text{pH} < 8,5$.

Спливаючі речовини. Стічні води не повинні містити мінеральних масил та інших спливаючих речовин у таких кількостях, що здатні утворювати на поверхні водойми плівку, плями і нагромадження.

Мінеральний склад. Вміст неорганічних речовин для водойм першої категорії не повинен перевищувати за сухим залишком 1000 мг/л, у тому числі хлоридів — 350 мг/л і сульфатів — 500 мг/л; для водойм другої категорії мінеральний склад нормується за показником «Присмаки».

Збудники захворювань не повинні міститись у воді. Стічні води зі збудниками захворювань треба знезаражувати після попереднього очищення. Методи знезараження біологічно очищених стічних вод мають забезпечувати колі-індекс не більше 1000 при вмісті залишкового хлору не менше ніж 1,5 мг/л.

Температура води у водоймі внаслідок скидання в неї стічних вод не має підвищуватися влітку більше ніж на 3°С порівняно із середньомісячною температурою найтеплішого місяця року за останні 10 років.

Отруйні речовини не повинні міститися в стічних водах у концентраціях, які можуть чинити прямий чи опосередкований шкідливий вплив на здоров'я населення.

Нормативи якості води водойм рибогосподарського призначення встановлено також для двох видів водокористування: до першого належать водойми, що використовуються для відтворення і збереження цінних сортів риб, до другого — водойми, що використовуються для всіх інших рибогосподарських потреб.

Нормативи складу і властивостей води водойм, що використовуються для рибогосподарських потреб, можуть поширюватися на ділянку скидання стічних вод у разі швидкого змішування їх з водою водойми або на ділянку, розташовану нижче від місця скидання стічних вод (у цьому випадку береться до уваги можливість їх змішування і розбавлення на ділянці від місця скидання до найближчої межі рибогосподарської ділянки водойми). На ділянках масового нересту і нагулу риби скидання стічних вод не дозволяється.

У разі скидання стічних вод у рибогосподарські водойми до них висувають жорсткіші вимоги, ніж до стоків у водойми, що використовую-

ються для господарсько-питних і культурно-побутових потреб населення, а саме:

Розчинений кисень. Взимку кількість розчиненого кисню (після змішування стічних вод з водою водойми) не повинна становити менше ніж 6 і 4 мг/л для водойми відповідно першого і другого видів; влітку — менше ніж 6 мг/л у пробі, відібраній до 12 години дня, для обох видів водойм.

Повне біохімічне споживання кисню (БПК_{повне}). Повне БПК за температури 20°С не повинно перевищувати 3 мг/л у водоймах обох видів. Якщо взимку вміст розчиненого кисню у воді водойм першого і другого видів водокористування зменшується відповідно до 6 і 4 мг/л, то можна допустити скидання в них тільки таких стічних вод, що не змінюють БПК води.

Отруйні речовини не повинні міститись у концентраціях, що можуть чинити пряму або опосередковану шкідливу дію на риби чи водні організми, які споживають риби.

Температура води внаслідок скидання стічних вод не повинна підвищуватись влітку більше ніж на 3°С, взимку — більше, ніж на 5°С (слід взяти до уваги, що з підвищенням температури сприйнятливість організмів токсичних речовин збільшується).

Якість очищення стічних вод повинна бути такою, щоб якість води у водоймі після скидання в неї стічних вод була не нижче ніж для води, що обумовлена правилами охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами.

Правила містять загальні вимоги до складу та властивостей води (після скидання в неї стічних вод) водних об'єктів. Всі ці вимоги повинні виконуватись при проектуванні скидання стічних вод у водойми.

В практиці санітарно-гігієнічної охорони водойм користуються гранично допустимими концентраціями (ГДК) речовин, що впливають на якість води. За ГДК приймається та максимальна концентрація речовини, при якій не порушуються (не погіршуються) процеси мінералізації органічних речовин, органолептичні властивості води та промислових мікроорганізмів (риб, раків, молосків) і не допускається токсичний вплив речовини на життєдіяльність (виживання, ріст, розмноження, плодovitість, якість потомства) основних груп водних організмів (рослин, безхребетних, риби), що відіграють важливу роль у формуванні якості води, утворенні та трансформації органічної речовини.

Якщо є декілька випусків стічних вод у водойму, і надходять речовини з однаковими лімітуючими ознаками шкідливості (токсикологічні, санітарно-токсикологічні і рибогосподарські), то сума відношень концентрацій речовин в одному об'єкті з відповідним ГДК не повинна перевищувати одиниці:

$$\sum_1^n \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1, \quad (2.24)$$

При визначенні необхідного ступеня очищення стічних вод враховують витрати стічних вод, ступінь змішування стоків з водою водоймища, склад стічних вод і якість води водоймища, здатність води самоочищуватись, гранично допустимі концентрації забруднень, лімітуючі ознаки шкідливості речовин, санітарні вимоги, відстань до найближчого пункту водокористування та інше.

Усі природні водойми мають здатність до самоочищення, під яким розуміють сукупність біохімічних, фізико-хімічних та гідродинамічних (розбавлення) процесів, що зумовлюють зниження концентрації (або повне видалення) забруднюючих речовин у воді водойми, що потрапили туди із стічними водами чи іншим шляхом, і повернення якості води до первісного стану. До процесів самоочищення можуть бути віднесені: сорбція розчинених сполук планктоном і донними відкладеннями, агрегація і осідання частинок, взаємодії лугів та кислот з гідрокарбонатними речовинами водойми, дегазація легколетких речовин, розбавлення забрудненого потоку чистими потоками водойми тощо.

Однак здатність водойми до самоочищення має свої межі. Значні обсяги скидів стічних вод, наявність у них токсичних для водних біоценозів речовин та інші причини перешкоджають процесам самоочищення, і тому скидання стічних вод у водойми здійснюють лише за умови виконання спеціальних вимог, встановлених для цих водойм. Якість очищення стічних вод повинна бути такою, щоб якість води у водоймі після скидання в неї стічних вод була не нижче ніж для води, що обумовлена правилами охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами.

Для проточної водойми умова скидання стічних вод за нормативним показником вмісту шкідливих домішок визначається нерівністю:

$$C_{з.з} q + C_{з.в} a Q \leq (aQ + q) C_{ГДК}, \quad (2.25)$$

де $C_{з.з}$ - концентрація забруднювача в стічних водах, якої потрібно досягти в результаті очищення; $C_{з.в}$ - концентрація того самого виду забруднювача у воді водойми до скидання стічних вод; $C_{ГДК}$ - ГДК забруднювача; a - коефіцієнт змішування, що показує, яка частина води у водоймі змішується зі стічними водами в розрахунковому створі водойми; Q - витрата води у водоймі; q - витрати стічних вод, що надходять у водойму.

Значення Q визначають за даними гідрометеорологічної служби; q - за технологічними розрахунками, а значення $C_{з.в}$ - на основі натурних замірів або за довідковими даними. Коефіцієнт змішування a залежить від багатьох чинників: конструкції випуску, відстані до розрахункового

створу водойми, гідравлічних характеристик потоку та гідрологічних параметрів водойми.

Умови скидання стічних вод до непроточної водойми визначають за співвідношенням:

$$C_z \leq C_{z.e.} + n_p (C_{ГДК} - C_{z.e.}), \quad (2.26)$$

де n_p — кратність найменшого розбавлення.

Поділивши обидві частини нерівності на q , дістанемо:

$$C_z + C_{z.e.} \frac{aQ}{q} \leq \left(\frac{aQ + q}{q} \right) C_{ГДК}, \quad (2.27)$$

Вираз у дужках означає кратність розбавлення в проточних водоймах. Тоді значення n_p і a визначаються виразами:

$$n_p = \frac{(aQ + q)}{q} \quad (2.28)$$

$$a = \frac{(n_p - q)}{Q} \quad (2.29)$$

Підставивши значення a з (2.29) у (2.27), маємо:

$$C_z + (n_p - 1)C_{z.e.} \leq n_p C_{ГДК}, \quad (2.30)$$

Аналіз рівняння (2.30) показує, що у разі відсутності забруднювача даного виду в проточній водоймі цей вираз набуває вигляду

$$C_z \leq n_p C_{ГДК}, \quad (2.31)$$

тобто концентрація забруднень у стічних водах повинна бути такою, що дорівнює або менша від добутку кратності розбавлення на ГДК. Іншими словами, добуток розбавлення має бути таким, щоб концентрація забруднень у проточній водоймі не перевищувала гранично допустимої концентрації.

Необхідну ступінь очищення стічних вод від певного забруднення, $E_{\text{потр}}$, (наприклад, від завислих речовин або за величиною БПК_{повне}) у відсотках визначають за виразом:

$$E_{\text{потр}} = \frac{C - C_z}{C} \cdot 100, \quad (2.32)$$

Слід зазначити, що забороняється скидати у водні об'єкти: стічні води, що можуть бути усунуті шляхом удосконалення технології виробництва; стічні води, що можуть бути використані в замкненій або зворотній системі технічного водопостачання підприємств; стічні води, що

можуть бути використані для зрошення. Якщо таке неможливо з тих чи інших причин, то допускається випуск очищених стічних вод у водойми при виконанні вимог нормативних актів та правил.

2.4.2. Методи та схеми очищення стічних вод

Для очищення стічних вод використовують механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні методи. При цьому використовують комплекс окремих споруд, в яких по ходу руху стічна вода послідовно очищається спочатку від крупних, а потім від все менших за розмірами забруднень.

Механічне очищення (проціджування, відстоювання, прояснення та фільтрування) застосовують для видалення з води в основному завислих речовин, використовуючи решітки, пісковловлювачі, відстійники, жироловлівачі, нафтовловлювачі, гідроциклони, фільтри та інші споруди.

Ганчір'я, папір, кістки, рештки овочів та фруктів, різні промислові відходи затримуються на решітках і подрібнюються в дробарках. Вода після решіток направляється в пісковловлювачі, в яких затримуються забруднення мінерального походження (пісок, зола, шлак). Основна маса забруднень органічного походження, що знаходяться в завислому стані, відділяється від стічної рідини у первинних відстійниках. Речовини, питома вага яких більша за питому вагу води, осідають на дно. Речовини, легші за воду (жири, масла, нафта та нафтопродукти, різні смоли), спливають на поверхню.

Осад з пісковловлювачів зневоднюють на піскових майданчиках або в піскових бункерах. Осад з первинних відстійників схильний до гниття і тому його направляють на спеціальні споруди обробки осаду. В деяких спорудах механічного очищення (септики, двоюрсні відстійники, прояснювачі-перегнивачі) поєднуються процеси освітлення стічної рідини та обробки осаду, що випав.

Досить рідко механічне очищення є кінцевою стадією. Частіше воно буває попереднім перед біологічним очищенням.

Біологічні методи очищення полягають в окисленні мікроорганізмами органічних речовин, що знаходяться в стічних водах у вигляді дрібних суспензій, колоїдів та розчинів. Внаслідок біохімічних процесів відбувається мінералізація органічних речовин. Біохімічним шляхом стічні води майже повністю звільняються від органічних забруднень, що залишаються в стічних водах після механічного очищення.

Споруди, які служать для біологічного очищення стічних вод, поділяють на дві групи. До першої належать споруди, в яких біологічне очищення проводиться в умовах, близьких до природних (поля зрошення, поля фільтрації та очисні біоставки). У другій групі споруд очищення про-

водиться у штучно утворених умовах (біологічні фільтри та аеротенки). В спорудах першої групи стічні води очищуються досить повільно за рахунок запасу кисню в ґрунті та воді біоставків, а також внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів-мінералізаторів, що окислюють органічні забруднення. В спорудах другої групи у штучно створених умовах процеси очищення стічних вод протікають значно інтенсивніше. Відокремлення біомаси від очищеної води здійснюється у вторинних відстійниках.

Перед спуском до водойм очищену стічну воду для знепшкодження та знищення патогенних мікроорганізмів, що залишилися після біологічного очищення, слід дезинфікувати. Дезинфекцію здійснюють різними способами: хлоруванням, електролізом, бактеріцидним опроміненням та іншими.

Оскільки вимоги до ступеня очищення стічних вод підвищуються і не завжди біологічне очищення забезпечує ці вимоги, доводиться застосовувати доочищення стічної води. Для забезпечення останнього використовують різні фільтри, контактні освітлювачі та біоставки.

Іноколи виникає потреба видалити із стічних вод біогенні елементи — азот та фосфор, які, потрапивши до водойми, можуть сприяти посиленому розвитку водних рослин. Азот видаляють фізико-хімічними та біологічними методами. При фізико-хімічному методі очищення в стічну воду додають вапно, після чого здійснюють віддування аміаку повітрям на градирнях. При біологічному методі видалення азоту проводять тривалу аерацію води в присутності вуглемістких забруднень у спеціальних спорудах, де інтенсивно проходять процеси нітрифікації, а потім проводять денітрифікацію. Бактерії-денітрифікатори використовують для забезпечення своєї життєдіяльності кисень нітратів і нітритів, виділяючи при цьому атомарний азот. Фосфор видаляють із стічних вод хімічними методами, застосовуючи при цьому реагенти: вапно, солі заліза та алюмінію.

На відміну від очищених міських стічних вод для деяких видів виробничих стоків доцільно застосовувати хімічні або фізико-хімічні методи очищення, наприклад, при видаленні зі стічної води іонів важких металів або токсичних сполук. При хімічному очищенні забруднення зі стічних вод видаляються в результаті реакцій між забрудненнями та реагентами, які вводять у воду. В цьому випадку можуть утворюватись сполуки, що випадають в осад, або має місце газовиділення.

Пропесами хімічного очищення є також нейтралізація та хімічне окислювання. До фізико-хімічних методів очищення стічних вод відносять сорбцію, екстракцію, евапорацію, коагуляцію, флотацію, електроліз, іонний обмін, кристалізацію та інші.

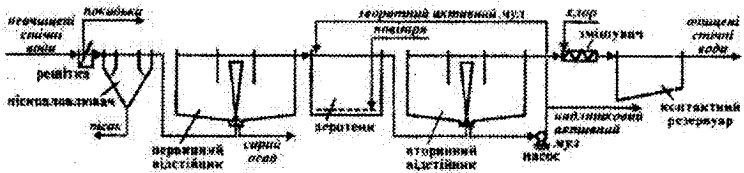
Вибір методу очищення стічних вод і підбір складу очисних споруд є досить складним завданням і залежить від ряду факторів і необхідного ступеня очищення стічних вод, потреби забезпечення економічної екс-

луатації очисних споруд, можливості утилізації зі стічних вод цінних речовин та використання очищеної води в системах технічного водопостачання підприємств, рельєфу місцевості, гідрогеологічних умов, чисельності населення, кількості стічних вод та ін.

Досить широке застосування для очищення міських стічних вод знайшли схеми, в яких поєднуються механічне та біологічне очищення. Блок-схема такої технології наведена на мал. 2.24. На основі цієї схеми можливі різні варіанти набору споруд. Одна з типових схем очищення міських стічних вод наведена на мал. 2.25.



Мал. 2.24. Блок-схема очищення міських стічних вод



Мал. 2.25. Типова технологічна схема очищення міських стічних вод

2.4.3. Споруди для механічного очищення стічних вод

Решітки встановлюються у приймальних резервуарах насосних станцій і на очисних спорудах в каналах, що підводять стічну рідину. Для попередження засмічення або утворення значних підпорів води, решітки повинні систематично очищуватись від покидьків.

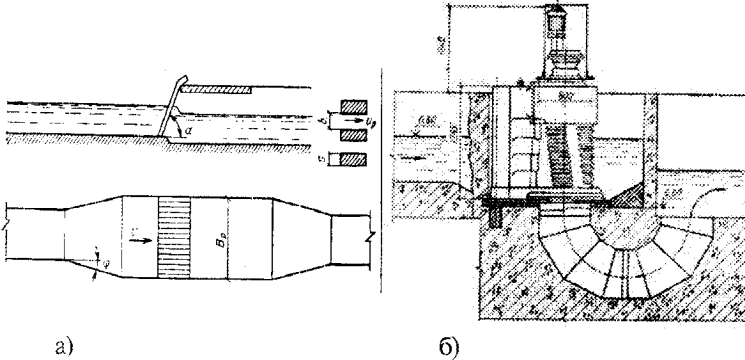
Решітки поділяють за:

- шириною щілин — на грубі — з щілинами від 30 до 200 мм та звичайні — від 5 до 25 мм;
- конструктивними особливостями — на нерухомі й рухомі, які періодично або безперервно піднімають зі стічних вод для очищення від відходів;
- способами очищення від відходів — з ручним та механічним очищенням.

Решітки, встановлені перед очисними спорудами, повинні мати ширину щілин не більше 16 мм. Стрижні решітки можуть мати круглу, прямокутну або іншу форму у перерізі, але найчастіше їх виготовляють з штабової сталі розмірами 60х10 мм. При напірній подачі стічних вод на очищення застосування решіток на очисних спорудах не обов'язкове, якщо на насосній станції встановлені решітки з щілинами 16 мм або решітки-дробарки. У випадку встановлення на насосних станціях решіток із більшими щілинами на очисних спорудах також встановлюються решітки.

Для зручності обслуговування решітки часто встановлюють під кутом 60–70° до горизонту (мал. 2.26а). Якщо кількість забруднень, що затримується на решітках, складає 0,1 м³/добу і більше, то очищення решіток повинно бути механізованим. На решітках з щілинами у 16 мм затримується в середньому 8 л в рік на одну людину; об'ємна маса відходів становить — 750 кг/м³, вологість — 80 %. Забруднення, що затримані на решітках, повинні подрібнюватись в дробарках і повертатись в потік води перед решітками.

Вданий час досить велике поширення отримали комбіновані апарати — решітки-дробарки (комінатори), в яких затримані забруднення подрібнюються без їх видалення з потоку (мал. 2.26 б).



Мал. 2.26. Схеми встановлення:

- а — звичайні решітки;
б — решітки-дробарки РД

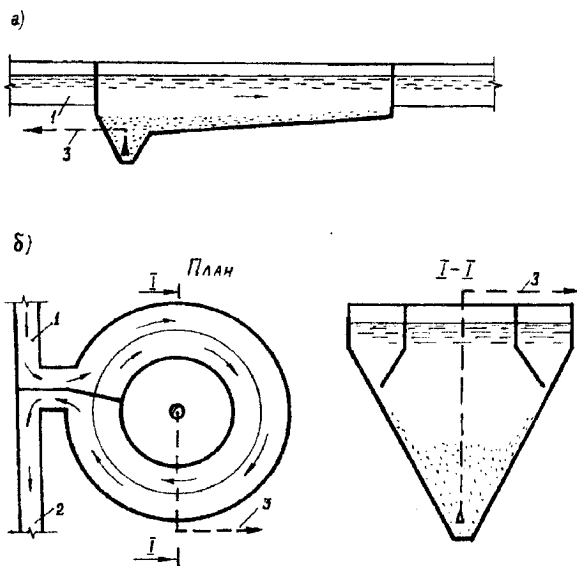
При розрахунку решіток визначають їх розміри та втрати напору, що виникають при проходженні через них стічних вод. Конструктивні розміри решітки пов'язані з витратами стічних вод таким співвідношенням:

$$q_m = \omega \cdot v = b \cdot n \cdot h \cdot v, \quad (2.33)$$

де $q_{\text{в}}$ — витрати стічних вод, $\text{м}^3/\text{с}$; ω — площа живого перерізу потоку, м^2 ; v — швидкість руху води в щілинах решітки (приймається за $0,8 - 1 \text{ м/с}$ для звичайних решіток і $1,2 \text{ м/с}$ — для решіток-дробарок); b — розмір щілин решітки, м ; h — глибина потоку, м ; n — число щілин решітки.

Звичайні решітки встановлюються в приміщеннях, що опалюються, а решітки-дробарки допускається встановлювати в каналах без надбудови над ними. Крім робочих встановлюють резервні решітки.

Пісковловлювачі призначені для затримання мінеральних домішок, що містяться в стічних водах. Застосування пісковловлювачів зумовлене тим, що при спільному видаленні у відстійниках мінеральних та органічних домішок виникають значні труднощі при відводі осаду з відстійників та при подальшому його зброджуванні у метантенках чи інших спорудах.



Мал. 2.27. Горизонтальні пісковловлювачі:

а — з прямолінійним рухом води; б — з рухом води по колу;
 1 — підвід води; 2 — відвід води; 3 — відвід осаду

Пісковловлювачі влаштовують для видалення із стічних вод нерозчинених мінеральних речовин, переважно піску. Наявність піску в стічних водах несприятливо позначається на роботі очисних споруд, оскільки пісок може накопичуватися у відстійниках, септичних камерах, дво-

ярусних відстійниках, метантенках та інших спорудах, зменшувати їх корисний об'єм, перешкоджати випуску осаду і порушувати технологічний процес роботи очисної станції. Тому пісковловлювачі є обов'язковими у складі очисних станцій потужністю більше 100 м³/доб.

Робота пісковловлювача базується на використанні гравітаційних сил. Розраховують пісковловлювачі таким чином, щоб в них випадав пісок та інші мінеральні частинки, але не випадав легкий осад органічного походження. Встановлено, що при горизонтальному русі води в пісковловлювачі швидкість повинна бути не більше 0,3 м/с і не менше 0,15 м/с.

Найбільше поширення отримали горизонтальні пісковловлювачі, в яких вода рухається прямолінійно або по колу (мал. 2.27). Значно рідше застосовують вертикальні та тангенціальні пісковловлювачі. В деяких випадках для підвищення ефективності роботи пісковловлювачів застосовують аерацію води з метою більш повного відмивання піску від органічних домішок. У таких пісковловлювачах має місце гвинтовий рух води.

Поступальну швидкість руху води в аерованих пісковловлювачах рекомендується приймати в межах 0,08 — 0,12 м/с (з врахуванням обертової швидкості сумарна швидкість руху води в цьому випадку буде становити близько 0,3 м/с).

Розрахунок пісковловлювачів полягає в тому, що потрібно визначити їх розміри залежно від розмірів піщинок, які підлягають затриманню, і прийнятого типу споруди. Площу живого перерізу пісковловлювача (чи його відділення) визначають за формулою:

$$\omega = \frac{q_{\omega}}{v_s \cdot n}, \quad (2.34)$$

де q_{ω} — максимальні витрати стічних вод, м³/с; n — число пісковловлювачів (відділень), яке приймається не менше двох; v_s — швидкість руху стічних вод, м/с.

Довжина робочої частини пісковловлювача:

$$L_s = \frac{1000 \cdot k \cdot h_s \cdot v_s}{u_0}, \quad (2.35)$$

де k — коефіцієнт, який приймається залежно від типу пісковловлювача; h_s — розрахункова глибина пісковловлювача, м; u_0 — гідравлічна крупність піску, мм/с.

Після визначення всіх основних розмірів у горизонтальному пісковловлювачі перевіряють тривалість перебування води в споруді при максимальному притоці стічних вод, яке повинно бути не менше 30 секунд.

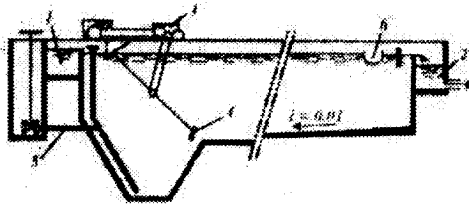
Як свідчить досвід, у добре працюючих горизонтальних пісковловлювачах затримується 65 — 75 % всіх мінеральних забруднень, що містяться у побутових стічних водах.

Видалення піску з пісковоловлювачів передбачають переважно за допомогою гідроелеваторів, спеціальних насосів або спеціальних механізмів (шнеків, шкребків тощо). Якщо кількість осадів менша $0,1 \text{ м}^3/\text{добу}$, такі пісковоловлювачі дозволяється очищати вручну.

Зневоднення піску здійснюють на піскових майданчиках або в піскових бункерах.

Відстійники є основною спорудою механічного очищення стічних вод. Вони використовуються для видалення грубодисперсних речовин, що осідають або спливають. Розрізняють первинні відстійники, які встановлюють перед спорудами біологічного очищення, та вторинні відстійники — для відділення активного мулу або біоплівки. Залежно від напрямку потоку води відстійники поділяють на горизонтальні, вертикальні та радіальні.

Горизонтальний відстійник (мал. 2.28) — це прямокутний у плані резервуар із співвідношенням ширини і довжини не менше $1:4$ та глибиною до 4 м . Стічні води підводяться каналом до торцевої стінки відстійника, де за допомогою поперечного лотка 1 з водозливом рівномірно розподіляються по ширині відстійника. З протилежного боку відстійника влаштовується лоток для збору просвітленої рідини 2 .



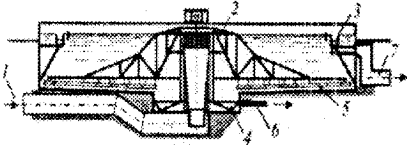
Мал. 2.28. Горизонтальний відстійник:

1 — розподільчий лоток; 2 — водозбірний лоток; 3 — візок; 4 — шкребок; 5 — трубопровід випуску осаду; 6 — жирозбірний лоток.

Радіальні відстійники, зазвичай, виконують круглими в плані діаметром від 16 до 40 м (інколи до 60 м) і глибиною, що дорівнює $1/6$ — $1/10$ діаметру. Радіальними ці відстійники називають тому, що вода в них рухається в радіальному напрямку. Радіальні відстійники можна розглядати як різновид горизонтальних, проте швидкість руху води в них змінна — від максимальної в центральній частині до мінімальної у периферійній, тоді як в горизонтальних відстійниках вона є постійною вздовж всієї довжини споруди.

Конструкція радіального відстійника наведена на мал. 2.29. Підведення забрудненої води здійснюється знизу по трубопроводу 1 , звідки вона потрапляє через центральний розподільчий пристрій 2 у відстійну зону, а просвітлена вода збирається в круговий периферійний жолоб 3 . Плаваючі речовини видаляються з поверхні рідини за допомогою напівзануреної дошки, закріпленої під кутом до осі ферми, що обертається, і

подаються трубою у плаваючий бункер, звідки направляються у муловий колодязь.

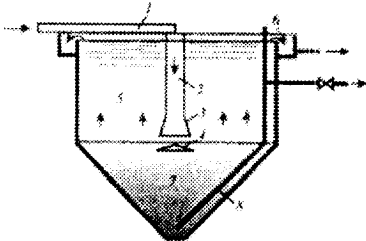


Мал. 2.29. Радіальний відстійник: 1 — подача забрудненої води; 2 — центральний розподільчий пристрій; 3 — збірний лоток; 4 — приямок; 5 — шкребок; 6 — відведення осаду; 7 — відведення просвітленої води.

Осад згрібають у приямок 4, розташований у центрі відстійника, шкребками у вигляді жалюзі 5, закріпленими знизу рухомої ферми під кутом 45° до її осі. При обертанні ферми із закріпленими на ній шкребками відбувається переміщення осаду по дну відстійника від периферії до центру. Приямок має форму перевернутого зрізаного конусу. Днище відстійника влаштовують з ухилом 0,02 від периферії до приямку.

Вторинний радіальний відстійник для видалення осаду замість шкребків найчастіше обладнують мулосмоками.

Вертикальний відстійник — це круглий (інколи квадратний) в плані резервуар діаметром до 10 м з днищем у вигляді перевернутого зрізаного конусу (мал. 2.30). Стічні води подаються по лотку 1 у круглу центральну трубу 2, що закінчується розтрубом 3. Досягаючи відбійного щита 4, потік стічних вод змінює напрямок з вертикального низхідного на горизонтальний, а потім — на вертикальний висхідний. Рухаючись рівномірно по площі робочої частини відстійника 5, просвітлені стічні води переливаються через круглий водозлив у збірний лоток 6.



Мал. 2.30. Вертикальний відстійник: 1 — лоток; 2 — центральна труба; 3 — розтруб; 4 — відбійний щит; 5 — відстійна зона; 6 — збірний лоток; 7 — осадова зона; 8 — осадова труба.

До відстійників також належать просвітлювачі, в яких одночасно з відстоюванням вода фільтрується через шар завислого осаду (див. мал. 1.52), а також просвітлювачі-перегнивачі та двоярусні відстійники, де одночасно з просвітленням води проходить стабілізація та ущільнення осаду, який випав.

У більшості випадків ефективність видалення грубодисперсних речовин із стічних вод у відстійниках складає 40-60% при тривалості відстоювання

у 1 — 1,5 години. Для підвищення ефективності видалення осаду в стічні води вводять коагулянти та флокулянти, тобто речовини, що збільшують швидкість осідання завислих речовин. Такий прийом в основному застосовують для виробничих стічних вод і досить рідко — для міських стоків.

Тип відстійника приймають на основі прийнятої технологічної схеми очищення стічних вод і обробки осаду, потужності споруд, черговості будівництва, геологічних та гідрогеологічних умов. Число первинних відстійників приймають не менше двох, а вторинних — не менше трьох. При мінімальному числі їх розрахунковий об'єм необхідно збільшити на 20 — 30 %. Наявність декількох відділень дозволяє ремонтувати або очистити одне з відділень без суттєвого зниження якості очищення.

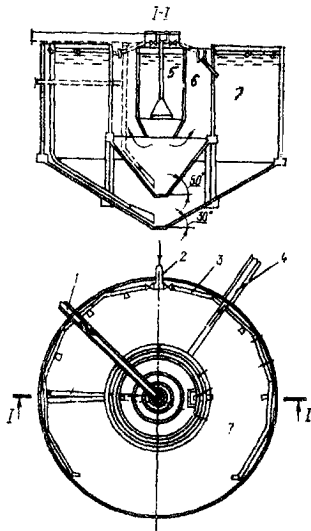
Швидкість руху води у відстійниках становить 5-10 м/с — в горизонтальних і 0,7 — 1,5 м/с — у вертикальних. Розрахунок відстійників, крім вторинних, проводиться за кінетикою випадання завислих речовин з врахуванням необхідної ефективності очищення та умов роботи споруд біологічної обробки води.

Горизонтальні відстійники, як правило, застосовують на станціях очищення потужністю від 15 до 100 тис. м³/добу. На відміну від горизонтальних в радіальних відстійниках швидкість руху рідини змінюється по радіусу. Радіальні відстійники в порівнянні з горизонтальними більш економічні в будівництві та надійніші в експлуатації. Їх використовують в основному на станціях потужністю більше за 20 тис. м³/добу. На станціях потужністю до 20 тис. м³/добу рекомендуються приймати вертикальні відстійники, а до 10 тис. м³/добу — двоярусні.

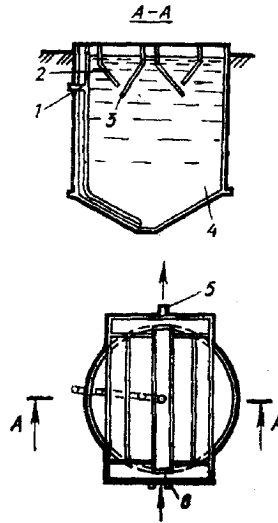
Двоярусні відстійники можуть бути циліндричної або прямокутної форми з конічним або пірамідальним дном. У верхній частині споруди знаходяться відстійні лотки, у нижній — мулові камери. Відстійні лотки працюють як горизонтальні відстійники (мал. 2.31).

Просвітлювач-перегнивач складається з двох циліндричних концентрично розташованих резервуарів. Внутрішній резервуар виконує роль просвітлювача, зовнішній — камери зброджування осаду (мал. 2.32). Просвітлювачі-перегнивачі проєктують на очисних спорудах потужністю до 30 тис. м³/добу.

Для зниження вмісту завислих речовин у просвітленій воді зверх того, що забезпечують первинні відстійники, застосовують преаератори та біокоагулятори. В ці споруди вводять надлишковий активний мул або біоплівку, що забезпечує не тільки підвищення ефективності видалення у відстійниках завислих речовин, а також за рахунок сорбції пластівцями активного мулу чи біоплівки — зниження вмісту іонів важких металів та інших забруднень, що несприятливо впливають на процес біологічного очищення. Крім того, суміш води та надлишкового активного мулу або біоплівки аерується протягом 20 хв.



Мал. 2.31. Двоюрисний відстійник:
1 — подача стічних вод; 2 — відстійні жолоби; 3 — поздовжні отвори; 4 — мулова камера; 5 — випуск прояснених вод; 6 — мулова труба.



Мал. 2.32. Провітлювач-перегнівач:
1 — подвійний лоток; 2 — подача на зброжування; 3 — мулорозподільча труба; 4 — лоток для відводу очищеної води; 5 — камера флокуляції; 6 — відстійна частина; 7 — камера зброжування осаду.

Преаератори влаштовують перед первинними відстійниками у вигляді окремо прибудованих або вбудованих споруд, біокоагулятори — у вигляді споруд, поєднаних з відстійниками або флотаторами. Преаератори застосовують на станціях очищення стічних вод з аеротенками, а біокоагулятори — на станціях як з аеротенками, так і з біологічними фільтрами.

Ефективність затримання забруднень за БПК_{повне} та завислими речовинами в первинних відстійниках після попередньої аерації та біокоагуляції підвищується на 20 — 25 %.

2.4.4. Споруди для біологічного очищення стічних вод

Біологічні методи очищення стічних вод полягають в окисленні найдрібніших частинок суспензій, колоїдів і розчинених органічних речовин мікроорганізмами, які здатні використовувати як поживне середовище багато органічних і деякі неорганічні забруднення, що містяться

в стічних водах. У процесі біологічного очищення стічних вод частина забруднень, що окислюються мікроорганізмами, використовується в процесах біосинтезу (утворення біомаси), а інша частина перетворюється на нешкідливі продукти окислення: воду, CO_2 , NO_3 та інші. Принципи дії сучасних апаратів та споруд біологічного очищення стічних вод базуються на методах безперервного культивування мікроорганізмів.

Широке використання біологічних методів для очищення зумовлене їх перевагами: можливістю видаляти зі стічних вод різноманітні органічні сполуки, в тому числі токсичні; простотою апаратурного оформлення; відносно невеликими експлуатаційними витратами. До недоліків методу слід віднести високі капітальні витрати, необхідність суворого дотримання технологічного режиму очищення, токсичну дію на мікроорганізми ряду органічних та неорганічних з'єднань, необхідність розбавляти стічні води у випадках високих концентрацій домішок.

Спори, призначені для біологічного очищення стічних вод, поділяють на дві групи. До першої групи належать спори, в яких очищення води проводиться в умовах, близьких до природних: поля зрошення та поля фільтрації, споруди підземної фільтрації та біоочисні ставки. У другій групі споруд очищення проводиться в штучно створених умовах в біологічних фільтрах та аеротенках.

Полями зрошення називають спеціально підготовлені та сплановані земельні ділянки, що призначені для очищення стічних вод і одночасно використання цих ділянок для сільськогосподарських цілей.

Поля фільтрації — земельні ділянки, що призначені лише для очищення стічних вод без вирощування на них сільськогосподарських культур.

Суть процесу очищення стічних вод у ґрунті полягає в тому, що при фільтруванні стічних вод через ґрунт у його верхньому шарі затримуються завислі та колоїдні речовини, які утворюють на поверхні частинок ґрунту густонаселену мікроорганізмами плівку. Ця плівка адсорбує своєю поверхнею розчинені органічні речовини, що знаходяться в стічних водах. Мікроорганізми використовують кисень атмосфери при окисленні забруднень і переводять ці забруднення на мінеральні. Інтенсивне окислення проходить у верхніх (0,2-0,4 м) шарах ґрунту. В більш глибокі шари надходження кисню досить обмежене, і тому процеси окислення там відбуваються значно повільніше. Ґрунтові води на території, що використовується для полів, повинні знаходитись не вище ніж 1,5 м від поверхні.

Ступінь очищення побутових стічних вод на полях зрошення та фільтрації в середньому складає 95 — 98 % за завислими речовинами та БПК

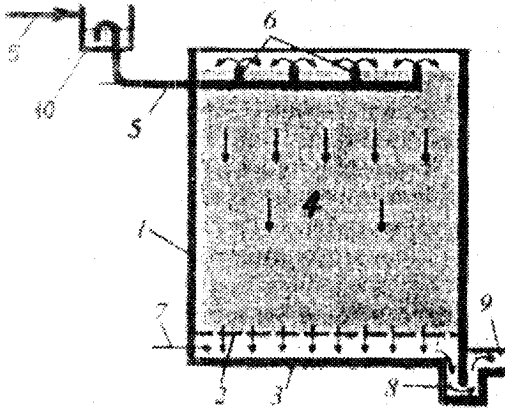
^{дуже} Біоочисні ставки застосовують для очищення або доочищення стічних вод. Окислення органічних домішок проходить під дією мікро-

організмів. Для очищення використовують анаеробні або аеробні ставки. В свою чергу, аеробні ставки можуть бути з природною або примусовою аерацією. В ставках з природною аерацією тривалість обробки стічних вод залежить від виду та концентрації домішок і коливається в межах 7 — 60 діб. Ставки з примусовою аерацією мають значно менший об'єм і потрібний ступінь очищення води в них досягається за 1 — 3 доби.

Біоочисні ставки мають ряд суттєвих недоліків, що обмежують їх застосування: низьку окислювальну здатність; розташування на значній території; сезонність роботи; наявність застійних зон; погану керованість процесом очищення; складність чищення споруди.

Біоочисні ставки використовуються переважно для доочищення стічних вод, що пройшли споруди біологічного очищення. Доочищення дозволяє покращити санітарно-гігієнічні показники очищеної води, знижує концентрацію забруднень, підвищує концентрацію розчиненого кисню у воді.

Біофільтри використовують для часткового або повного біологічного очищення стічних вод з доведенням БПК_{повне} до 15 мг/л. Біофільтр — це споруда (мал. 2.33), завантажена фільтруючим матеріалом, на поверхні якого розвиваються мікроорганізми (біоплівка).



Мал. 2.33. Біофільтр:

1 — огорожувальні стіни; 2 — дірчасте днище; 3 — суцільне днище; 4 — фільтруюче завантаження; 5 — подача води; 6 — розподільчий пристрій; 7 — подача повітря; 8 — гідравлічний затвір; 9 — водовідвідний лоток; 10 — дозуючий пристрій з сифоном.

При проходженні стічної води через завантаження біофільтра забруднення адсорбуються біоплівкою і окислюються мікроорганізмами в

присутності кисню повітря. У товщі біофільтру безперервно відбувається приріст і відмирання мікроорганізмів. Очищена вода з частинками змертвої біоплівки надходить до вторинних відстійників. Основними мікроорганізмами, що окислюють забруднення стічних вод, є бактерії. Крім того, мікрофлора та мікрофауна біоплівки представлені різними пліснявими грибами, черв'яками, комахами тощо. Для завантаження біофільтру використовують щебінь, гравій, керамзит, шлак, керамічні, азбестоцементні, пластмасові елементи, металеві сітки, синтетичні плівки та ін. Звичайно висота завантаження приймається 1,5 — 4 м, але може бути і значно більшою.

Розрізняють біофільтри з природною та примусовою аерацією. За пропускною здатністю біофільтри поділяють на крапельні (малої потужності — до 1000 м³/добу) та високонавантажені (до 50000 м³/добу).

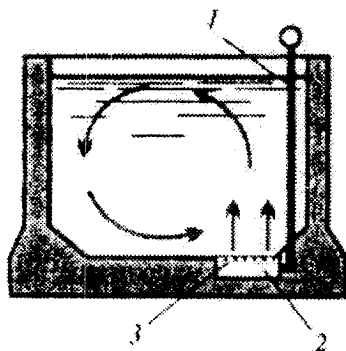
Надійна робота біофільтрів може бути досягнута лише при рівномірному зрошуванні стоками його поверхні. Зрошування здійснюється спеціальними розподільчими пристроями рухомого або нерухомого типу (дірчасті труби, спеціальні розбризкувачі, реактивні зрошувачі).

Ступінь очищення стічних вод у біофільтрах в основному залежить від складу стічних вод, висоти завантаження, температури стоків, питомої кількості повітря та гідравлічного навантаження.

В аеротенках, як і в біофільтрах, відбувається біохімічне окислення органічних речовин стічних вод мікроорганізмами. Аеротенки — це споруди, в яких постійно протікає стічна вода, змішана з активним мулом. Активний мул — це суміш аеробних мікроорганізмів, які здатні сорбувати і окислювати забруднення стічних вод. Якість активного мулу залежить від виду і кількості органічних забруднень, наявності токсичних домішок, повноти попереднього відстоювання, тривалості та інтенсивності аерації, навантаження на активний мул.

Якісний активний мул здатний швидко і добре осідати. Така здатність оцінюється муловим індексом, який виражає об'єм активного мулу в кубічних сантиметрах (мілілітрах) після відстоювання протягом 30 хв. по відношенню до 1 г сухої речовини мулу. Муловий індекс при нормальному стані активного мулу для міських стічних вод не перевищує 130 см³/г. Якщо його значення більше, то відстоювання мулової суміші у вторинних відстійниках проходить повільно і має місце значний винос мулу.

В аеротенк повинен безперервно надходити кисень для забезпечення нормальної життєдіяльності мікроорганізмів. Для цього суміш стічних вод з активним мулом безперервно аерується системами аерації (мал. 2.34). Системи забезпечують подачу та розподіл кисню чи повітря в аеротенку і підтримують активний мул в завислому стані для кращого контакту мулу із забрудненнями стічних вод.



Мал. 2.34. Аеротенк з пневматичною аерацією:

1 — повітряний стояк; 2 — фільтросний канал; 3 — фільтросні пластини.

Процес біологічного очищення стічних вод в аеротенку можна поділити на три стадії. На *першій*, початковій, стадії одразу після змішування свіжих стічних вод з активним мулом відбувається адсорбція останнім забруднень стічних вод та окислення легкоокислюваних речовин. В результаті спостерігається різке зниження БПК стічних вод (на 40 — 80 %) і повне споживання розчиненого кисню на процесі окислення, і, таким чином, його дефіцит наближається до одиниці. Перша стадія, зазвичай, триває 0,5 — 2 год.

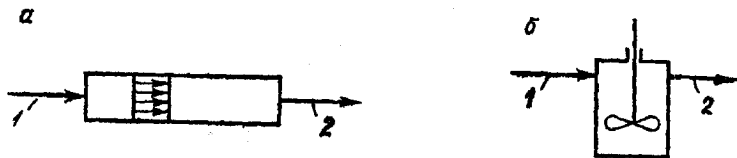
На *другій* стадії процесу відбувається окислення повільноокислюваних речовин та регенерація активного мулу, тобто відновлення його властивостей, які значно послабилися наприкінці першої стадії. Швидкість споживання кисню на другій стадії значно нижча, ніж на першій.

На *третьій* стадії процесу відбувається нітрифікація амонійних солей, і швидкість споживання кисню знову зростає.

Аеротенки можуть бути класифіковані за гідравлічним режимом їх роботи (аеротенки ідеального витиснення, аеротенки ідеального змішування, аеротенки проміжного типу) або за величиною навантаження на активний мул (високонавантажені, звичайні та низьконавантажені). Як правило, високонавантажені забезпечують неповне очищення, а низьконавантажені при повному очищенні забезпечують самоокислення надлишкового активного мулу.

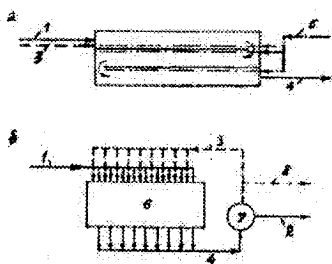
З аеротенків суміш води та активного мулу спрямовується до вторинних відстійників для осідання (відокремлення) активного мулу. В процесі очищення стічних вод об'єм активного мулу збільшується за рахунок приросту його біомаси. Частина активного мулу безперервно перекачується в аеротенки для підтримання необхідної концентрації

(циркулюючий активний мул), а решта направляється в мулоуціплювачі (надлишковий активний мул).



Мал. 2.35. Схеми аеротенків:

а — ідеального витиснення; б — ідеального змішування.



Мал. 2.36. Схеми роботи аеротенків:

а — коридорного ідеального витиснення; б — змішувача з розсіюючою подачею стічних вод і активного мулу: 1 — подача стічних вод; 2 — очищена вода; 3 — циркуляційний мул; 4 — мулова суміш; 5 — повітря; 6 — аеротенк; 7 — вторинний відстійник; 8 — надлишковий мул.

Досить часто циркуляційний активний мул містить неокислені забруднення, і тому цей мул направляють у регенератори, де окислюються забруднення і відновлюється сорбційна здатність активного мулу. Як правило, під регенератори відводять частину аеротенку. Окремі споруди, в яких проходить мінералізація активного мулу, називають аеробними мінералізаторами.

Якщо суміш стічних вод з активним мулом аерувати довше, ніж звичайно, об'єм активного мулу зростає спочатку до максимуму, а згодом зменшується і досягає початкових величин. Таке трапляється тому, що частина активного мулу при тривалій аерації встигає мінералізуватись (самоокислитись). Цей процес називається повним окисленням або продовженою аерацією. Аеротенки дозволяють досягти високого ступеня очищення стічних вод із доведенням вмісту органічних речовин в очищених стічних водах до 15 мг/л за БПК_{повне}. Об'єм аеротенку визначають за середньогодинним припливом стічних вод за період аерації в години максимального припливу. Існуючі методи розрахунку аеротенків враховують процес біологічного очищення в них до початку стадії нітрифікації. Тривалість аерації міських стічних вод при цьому становить близько 6–8 год. Витрати циркуляційного активного мулу при розрахунку об'єму вторинних відстійників та аеротенків без регенераторів не враховуються.

2.4.5. Знезаражування і випуск очищених стічних вод

Знезаражування стічних вод здійснюють з метою знищення патогенних бактерій (тих, що викликають захворювання). Найчастіше знезаражування здійснюють газоподібним хлором або речовинами, що містять активний хлор — хлорне вапно, гіпохлорити тощо. Доза хлору для дезинфекції стічних вод після механічного очищення становить 10 мг/л, після повного біологічного очищення — 3 мг/л. В кожному конкретному випадку ці дози потрібно уточнювати в процесі експлуатації з таким розрахунком, щоб кількість залишкового хлору у знезараженій воді після контакту не перевищувала 1,5 мг/л.

Установка для знезаражування стічних вод хлором складається з хлораторної, змішувачів та контактних резервуарів. У хлораторній встановлюють хлоратори або інше обладнання для отримання хлорної води. Для змішування хлорної води із стічною використовують змішувачі будь-якого типу. Контактні резервуари для забезпечення необхідного бактерицидного ефекту розраховують на 30-тихвилинний контакт води з хлором. Резервуари проєктують як первинні відстійники, і осад з них направляють на мулові майданчики.

Випуски призначені для перемішування очищеної та знезараженої води з водою водойми. Конструкція випуску має забезпечувати добре перемішування стічних вод з водою водойми, що дозволяє краще використати самоочищуючу здатність останньої.

Випуски бувають зосереджені, коли стічні води випускаються через один отвір, і розсіюючі, коли є декілька випускних отворів. Розрізняють також берегові та руслові випуски.

Вибір конструкції випуску і місце його розташування визначається техніко-економічними розрахунками.

2.4.6. Методи та споруди для обробки, зневоднення, знезаражування та утилізації осадів стічних вод

На каналізаційних очисних станціях утворюється значна кількість осадів. Вони випадають у первинних відстійниках, а також отримуються при біологічному очищенні стічних вод у вигляді біологічної плівки після біофільтрів або надлишкового активного мулу після аеротенків.

Осад, що видаляють з первинних відстійників, називають «сирим». Він має сірий колір і містить 92 — 96 % води. Його об'ємна вага становить від 1,004 до 1,01 т/м³. У складі осадів побутових стічних вод міститься до 80 % органічних речовин. Відсоток вмісту органічних речовин в осадах міських стічних вод залежно від домішок виробничих стічних вод

може коливатися від 65 до 85 %. Органічна частина осаду приблизно на 80 % складається з вуглеводів, жироподібних речовин та білків. В осаді міститься до 3,5 % азоту, до 1,4 % фосфору та до 0,2 % калію, що характеризує його як цінне органічне добриво.

Сирий осад становить небезпеку в санітарному відношенні, оскільки він може загнитися, виділяти газ, створювати сприятливі умови для розвитку бактерій, у тому числі хвороботворних, а також містить яйця гельмінтів. Тому перед утилізацією осад має бути стабілізованим і знепкодженим. Для цього використовують аеробне зброджування з використанням аеробних бактерій (аеробні стабілізатори) та анаеробне зброджування за участю анаеробних бактерій (метантенки, септики, двоярусні відстійники). При анаеробному зброджуванні розпад органічних речовин осаду відбувається в дві фази.

Перша фаза характеризується утворенням значної кількості жирних кислот (мурашиної, оцтової, масляної тощо). Крім того, в цій фазі утворюються вуглекислота, спирти, амінокислоти, аміак, сірковуглець. Активна реакція середовища рН менша за 7, тому перша фаза носить назву «кислого» бродіння. Вона здійснюється анаеробними бактеріями типу дріжджів, маслянокислими, пропіоновими, бутиловими бактеріями тощо. В результаті кислого бродіння осад майже не зменшується в об'ємі, погано підсихає, неприємно пахне і може загнитися.

Друга фаза характеризується руйнуванням утворених на першій фазі кислот з виділенням вуглекислоти, метану та в невеликих кількостях — водню і кисню вуглецю. Активна реакція рН становить 7 — 8, тому ця фаза має назву *лужного*, або метанового бродіння. Збудниками другої фази є метаноутворюючі анаеробні бактерії. Зброджений чи зрілий осад після другої фази бродіння підсушується на мулових майданчиках. Він має чорний колір через вміст сульфиду заліза та гумінових речовин; для зрілого осаду характерний слабкий запах сургучу або асфальту.

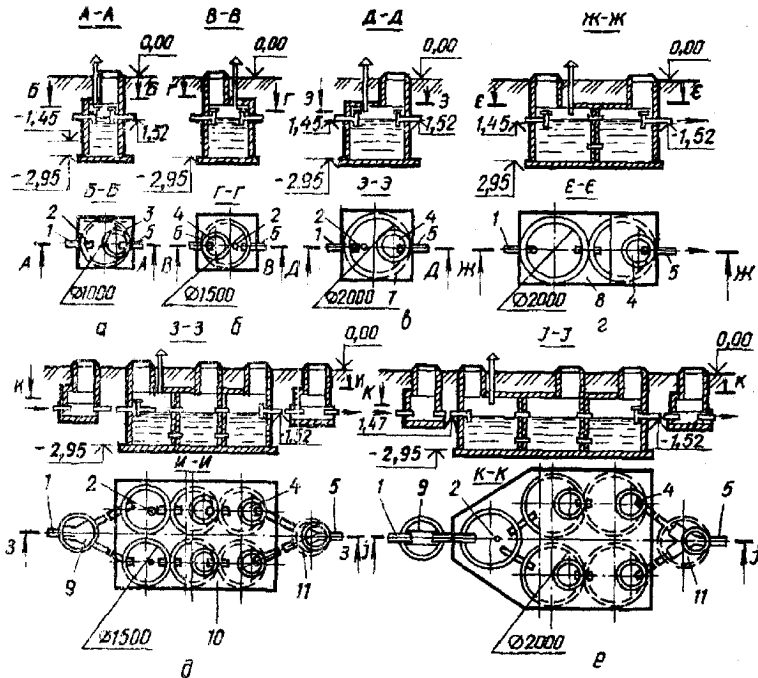
Вміст органічних речовин у збродженому осаді зменшується з 80 — 75 % до приблизно 50 %. Кінцевими продуктами розпаду жирів є вуглекислота і метан, тобто ці компоненти органічної частини осаду газифікуються. При розпаді білків тільки частина утворених продуктів переходить на газ, решта — зв'язується між собою чи з іншими компонентами та залишається в розчині.

Залежно від місцевих умов, потужності станції та схеми очищення для зброджування органічного осаду застосовують септики, двоярусні відстійники, метантенки та інші споруди.

Для очищення стічних вод і обробки осаду при добовій витраті стічних вод до 25 м³/добу рекомендується використовувати септики, від 25 до 10000 м³/добу — двоярусні відстійники. При більшій потужності застосовують метантенки або аеробні стабілізатори.

Вологість осаду побутових стічних вод з первинних відстійників складає 93,8 — 95,0 %, а з вторинних: після аеротенків — 99,2 — 99,7 %, після біофільтрів — 96 — 96,5 %.

Септики — це прямокутні або круглі в плані проточні резервуари, в яких проходить прояснення стічної води і зброджування осаду (мал. 2.37). Час перебування стічної рідини в септику — 1 — 3 доби, а час зброджування осаду, що випав, — 6 — 12 місяців.



Мал. 2.37. Схема влаштування септиків:

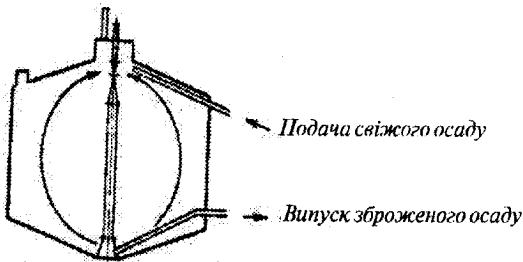
а, б, в — однокамерних; г, е — двокамерних; д — трикамерних: 1 — подача стічних вод; 2 — вентиляційна труба; 3 — плита днища; 4 — горловина; 5 — відведення очищених стічних вод; 6 — стіни септика зі збірних залізобетонних кілець; 7, 8, 10, 12 — плита днища; 9 — розподільчий колодязь; 11 — дозуюча камера

Двоюрисні відстійники також служать для прояснення стічної води і зброджування осаду, що випав. Двоюрисний відстійник має у верхній частині проточні лотки, а в нижній — септичну камеру (мал. 2.31). Час зброджування осаду в двоюрисних відстійниках — 2 — 6 місяців. За цей період розкладається 40 — 50 % органічної речовини.

Метантенк — це круглий або прямокутний в плані резервуар, в якому зброджується осад з відстійників або надлишковий активний мул. Процес розкладу органічної речовини в метантенку проходить, як і в септичній камері двоярусного відстійника, але з більшою інтенсивністю завдяки підігріву та перемішуванню.

Метанове бродіння стічних вод може відбуватися в *мезофільних* умовах, якщо температура зброджуваної маси не перевищує 35°C , чи в *термофільних* умовах, якщо температура зброджуваного осаду підтримується в межах $45 - 65^{\circ}\text{C}$. Кожен із цих видів бродіння забезпечується діяльністю відповідних анаеробних бактерій — мезофільних і термофільних. Для мезофільного бродіння оптимальною є температура 33°C , а для термофільного — 53°C .

В метантенках ступінь розкладу органічної речовини складає в середньому 40 %, що є достатнім. Осад при цьому втрачає гнилий запах, набуває однорідної пористої структури, добре віддає при підсушуванні вологу. Зброджений осад містить азот, фосфор, калій, які добре засвоюються рослинами, і тому осад використовують у сільському господарстві як добриво.



Мал. 2.38. Схема метантенка.

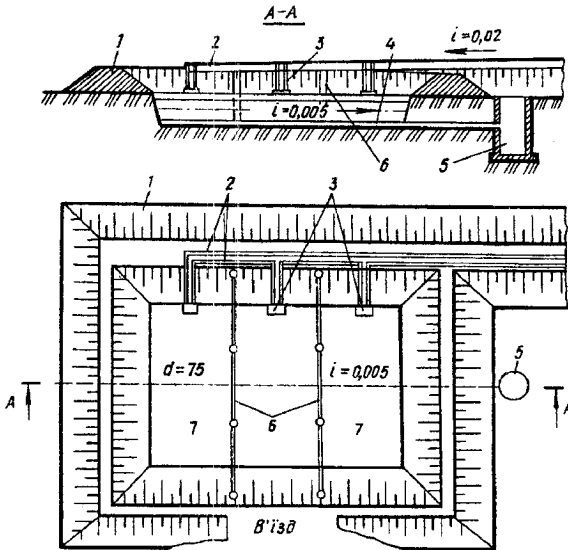
здійснюється безперервно (мал. 2.38).

В деяких випадках для обробки осаду пропонують аеробні стабілізатори або комбіновані технології, що містять анаеробне та аеробне зброджування.

Слід відзначити, що подальше використання вологого осаду мало-ефективне і тому його підсушують (зневоднюють). Найчастіше для зневоднення осаду використовують мулові майданчики на природній або штучній основі (мал. 2.39). Осад, який перегнів у метантенку, має вологість в середньому $94 - 97\%$. На мулових майданчиках він підсихає до вологості $75 - 80\%$. При цьому об'єм осаду суттєво зменшується, і стає можливим його перевезення.

При бродінні в метантенках виділяється газ. Цей газ відводять в газгольдери для зберігання і потім спалюють у котельних установках.

Найбільш раціональною є експлуатація метантенків за прямою схемою, при якій завантаження і вивантаження осаду



Мал. 2.39. Мулові майданчики:

1 — огорожувальний вал; 2 — лоток для подачі мулу; 3 — відбійні щити; 4 — дренаж; 5 — збірний колодязь; 6 — розподільчі перегородки; 7 — робочі карти.

Розміри мулових майданчиків визначають залежно від кількості осаду, його характеристики (збролжений чи сирий) та кліматичних умов. У зимовий період осад намерожеється. Мулову воду, яку відділили від осаду, перекачують на водоочисні споруди.

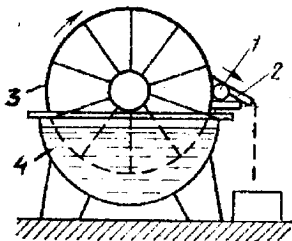
Для механізованого збору, навантаження та транспортування підсушеного осаду на мулових майданчиках проектують дороги для автотранспорту та засобів механізації.

На великих станціях замість підсушування осаду на мулових майданчиках застосовують механічне сушіння осаду у вакуум-фільтрах, центрифугах, фільтр-пресах або термічне сушіння. Вакуум-фільтр (мал. 2.40) — це горизонтальний циліндричний барабан, обтягнутий фільтрувальною тканиною.

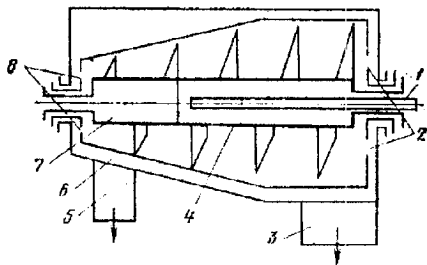
Барабан поділяється на сектори і, частково занурений в корито з осадом, повільно обертається. В секторах, що занурюються в осад, вакуум-насосом утворюється вакуум. Осад прилипає до тканини, а вода просочується всередину барабану і відводиться. Осад відділяється від тканини ножем. Зневоднений осад має вологість 78 — 80 %.

У безперервно діючих горизонтальних центрифугах зі шнековим вивантаженням зневодненого осаду можливо досягти вологості осаду в 50 — 80%.

Термічне сушіння та спалювання осаду вимагають значних витрат і тому застосовуються досить рідко.



Мал. 240. Схема вакуум-фільтру: 1 — ролик, що обертається; 2 — відвід фугату; 3 — барабан; 4 — осад.



Мал. 241. Схема центрифуги типу НОШ: 1 — подача осаду; 2 — відвід фугату; 3 — бункер для фугату; 4 — отвори подачі осаду в ротор; 5 — бункер для вивантаження кеку; 6 — ротор; 7 — шнек; 8 — отвори для вивантаження кеку.

2.4.7. Споруди глибокого очищення стічних вод

Споруди повного біологічного очищення забезпечують ступінь очищення до 15 — 20 мг/л за БПК_{повне} очищеної води. У ряді випадків, як при скиданні у водойми, так і при повторному використанні води, такий ступінь очищення не задовольняє вимоги органів держнагляду. В такому разі передбачається доочищення (глибоке очищення) стічних вод.

Для доочищення використовують біологічні ставки, фільтри, мікрофільтри та споруди фізико-хімічного очищення стічних вод.

При використанні фільтрів для доочищення біологічно очищених стічних вод забезпечується зниження забруднень у воді за завислими речовинами на 70 — 75 %, за БПК_{ловне} — на 50 — 60 %. Застосування мікрофільтрів для тих же вод дозволяє отримати дещо меншу глибину доочищення — відповідно за завислими речовинами — 50 — 60 %, за БПК_{ловне} — 25 — 30 %. Для доочищення застосовують фільтри зі звичайним зернистим і плаваючим завантаженням.

При наявності значних площ для доочищення можуть застосовуватись біологічні ставки, що забезпечують зниження БПК_{повне} до 4 — 6 мг/л. Перевагами застосування біологічних ставків (особливо з природною аерацією) є простота їх влаштування і обслуговування, мінімальні експлуатаційні витрати. Якщо біоставки додатково засаджені культурами ви-

щикх водних рослин (очерет, єлодея, рогоза тощо), це підвищує надійність роботи споруди.

Достатньо широке практичне застосування для доочищення біологічно очищених стічних вод знайшли реагентні методи, що дозволяють вирішувати завдання прояснення води, зниження БПК та видалення фосфору, одного з біогенних елементів, який зумовлює евтрофікацію водоєм та інтенсивне біологічне обростання трубопроводів і обладнання. Технологічні схеми реагентного доочищення стічних вод, як правило, аналогічні тим, що застосовуються у водопостачанні для очищення води із природних джерел. В якості реагентів використовуються сірчаноокислий алюміній, алюмініат натрію, хлорне залізо, сульфати дво- та тривалентного заліза, кремнієва кислота, вапно, синтетичні флокулянти різних видів.

Якість стічних вод, доочищених з допомогою коагулянтів, може бути поліпшена при подальшій сорбції залишкових забруднень на активному вугіллі і цеолітах, а також при використанні окислювальних методів із застосуванням озону, хлору та інших сильних окислювачів.

2.4.8. Особливості очищення невеликої кількості стічних вод

При виборі схеми та споруд очищення невеликої кількості стічних вод (індивідуальна забудова, дачні ділянки, бази відпочинку тощо) при відсутності централізованої каналізації користуються, як правило, типовими рішеннями.

Для повного біологічного очищення невеликої кількості стічних вод використовують септики, фільтруючі колодязі, фільтруючі траншеї, компактні установки та інші споруди.

Септик — це горизонтальний проточний резервуар, до якого надходять неочищені стічні води з об'єктів каналізування. Експлуатується септик без очищення протягом чотирьох — шести місяців. Осад, який перегнів у септику, періодично один-два рази за рік вивозять на поля як органічне добриво. Проте септики мають ряд істотних недоліків: їх необхідно будувати досить великих розмірів, оскільки вони розраховані на дво-, тридобовий, приплив стічних вод. Крім того, бульбашки газу, що виділяються в процесі анаеробного розкладу осаду, сіплявають у стічних водах і несуть на їхню поверхню легкі частинки мулу, з яких утворюється ущільнена товста кірка, що ускладнює експлуатацію септика. Для ліквідації повторного забруднення септик поділяють на камери поперечними перегородками, які мають вікна для переходу стічних вод з однієї камери в другу. Повний розрахунковий об'єм септика, кількість та об'єм камер визначають залежно від добової витрати стічних вод, що надходять на очисну споруду. Септики будують зі збірного залізобетону або цегли, з лока-

ми з подвійними кришками. Септики розміщують на відстані 5 — 20 м від будівель залежно від добової витрати стічних вод.

Фільтруючі колодязі (мал. 2.42) застосовують при розрахунковому притоку стічних вод до $1 \text{ м}^3/\text{добу}$ та при наявності піщаних або супіщаних ґрунтів. Фільтруючий колодязь — це шахта круглого або квадратного перерізу в плані до 2,5 м завглибшки, діаметром до 2 м, перерізом до $2 \times 2 \text{ м}$. Колодязь будують із залізобетону, цегли або бутового каменю. У його нижній частині роблять фільтр з гравію, щебеню, коксу або інших фільтруючих матеріалів до 1 м завтовшки. Ззовні фільтруючий колодязь обсіпають таким самим фільтруючим матеріалом, що й фільтр. Товщина шару обсіпання — 20 — 25 см, що відповідає висоті фільтруючої частини колодязя. На дні та стінках колодязя в межах фільтру роблять отвори. В залізобетонних колодязях отвори мають діаметр до 30 мм і розміщені по фільтруючій поверхні в шаховому порядку через 250 мм. В стінках колодязів з цегли і бутового каменю залишають вертикальні шви до 2 см завширшки, які не заповнені цементним розчином.

Фільтруючі колодязі, призначені для біологічного очищення стічних вод, будують за септиками і розміщують на відстані 8 — 10 м від житлових будинків. Розрахункова площа фільтруючої поверхні колодязів залежить від навантаження стічних вод на 1 м^2 , а також від ґрунтів, у яких передбачається будівництво фільтруючих колодязів. Навантаження на 1 м^2 фільтруючої поверхні колодязя для піщаних ґрунтів беруть рівним 80 л/добу , а для супіщаних — 40 л/добу .

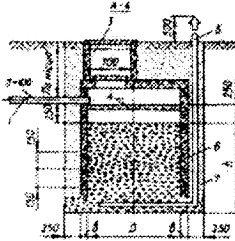
Фільтруючі траншеї (мал. 2.44) — це траншеї прямокутної форми, заповнені фільтруючим матеріалом у $0,8 — 1,0 \text{ м}$ завтовшки та обладнані мережею зрошувальних і дренажних труб. Зрошувальні труби укладають у шарі гравію або щебеню. На дні траншеї укладають труби дренажної мережі з похилом $0,005$ в бік відведення фільтрату. Фільтруючі траншеї будують у ґрунтах з малою фільтрацією або в зовсім нефільтруючих ґрунтах (глина, суглинок).

Розміри фільтруючих траншей залежать від витрат стічних вод та навантаження на зрошувальні труби. Навантаження на 1 м зрошувальних труб дорівнює $50 — 70 \text{ л/добу}$. Довжина фільтруючих траншей має бути до 30 м , а ширина — не менше $0,5 \text{ м}$.

Замість фільтруючих траншей можуть використовуватись поля підземної фільтрації (мал. 2.45) — земельні ділянки, де на глибині $0,5 — 1,8 \text{ м}$ вище від рівня ґрунтових вод укладено розподільчу та зрошувальну мережі з дренажних керамічних, азбестоцементних або пластмасових труб діаметром $75 — 100 \text{ мм}$. Ці поля розміщують на території з піщаними та супіщаними ґрунтами.

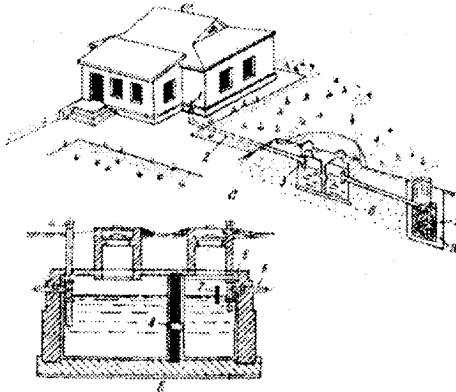
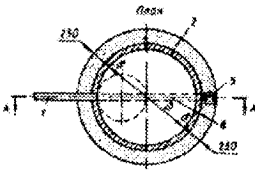
Зрошувальну мережу з керамічних труб укладають із щілинами між стиками труб $15 — 20 \text{ мм}$. Стики труб зверху перекривають накладками з

водостійкого листового матеріалу (топо, руберойду тощо). При укладанні зрошувальної мережі з азбестоцементних або пластмасових труб в цих трубах знизу вздовж труби роблять розрізи на відстані до 0,2 м один від одного, довжина розрізів дорівнює половині діаметра труби, ширина — 15 мм. Зрошувальні труби спочатку укладають на шар гравію, щебеню або шлаку 5 см завтовшки, а потім обсипають. Товщина шару обсипання — 17 — 20 см.



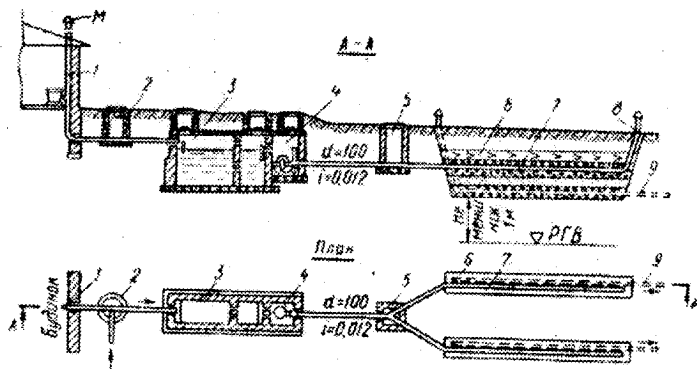
Мал. 2.42. Фільтруючий колодязь з круглих залізобетонних кілець:

1 - випускна труба із септика; 2 - залізобетонні кіля; 3 - горловина; 4 - розподільний жолоб з зубчатим водозанвом; 5 - вентиляційний стояк; 6 - фільтр; 7 - обсипка; 8 - вентиляційний канал.

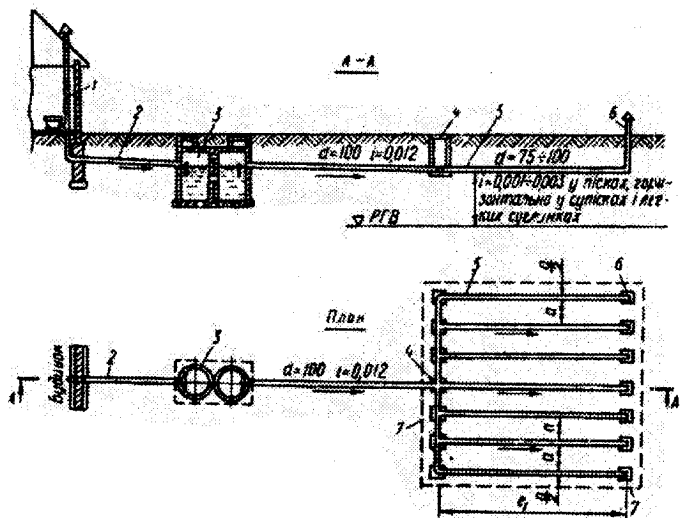


Мал. 2.43. Очищення стічних вод в септиках і фільтруючих колодязях:

а - загальний вигляд; б - двокамерний септик; 1 - каналізаційний стояк; 2 - випуск з будинку; 3 - септик; 4 - вентиляційний стояк; 5 - трійник; 6 - відвідний трубопровід; 7 - занурена дошка; 8 - перепускний отвір; 9 - фільтруєче завантаження; 10 - фільтруючий колодязь.



Мал. 2.44. Схема очисних споруд із фільтруючими траншеями:
 1 — стояк; 2 — колодязь; 3 — септик; 4 — дозуюча камера; 5 — розподільчий колодязь; 6 — фільтруюча траншея; 7 — зрошувальна мережа; 8 — вентиляційний стояк; 9 — дренажна мережа.



Мал. 2.45. Схема очисних споруд місцевої каналізації з ділянками підземної фільтрації:

1 — стояк внутрішньої каналізації; 2 — випуск з будинку; 3 — септик; 4 — розподільчий колодязь; 5 — зрошувальні труби; 6 — вентиляційні труби; 7 — межа підземної фільтрації.

Відстань між паралельними зрошувальними трубами у пісках — 1,5 — 2,0 м, у супісках — 2,5 м. Труби укладають у пісаних ґрунтах з похилом 0,001 — 0,003, а в супісаних — горизонтально. Загальну довжину зрошувальних труб визначають діленням середньодобової витрати стічних вод об'єкта каналізування на норму їх навантаження на 1 м. Довжина зрошувачів не має перевищувати 20 м. Величина навантаження труби залежить від типу ґрунтів, середньорічної температури повітря і глибини найвищого рівня ґрунтових вод. Її визначають при глибині рівня ґрунтових вод у 2 м і середньорічній температурі повітря від 6,1 до 11°С на 1 м дрени: для піску — 24 л/добу, для супісків — 12 л/добу. Очищені в септиках стічні води через дозуючий пристрій надходять до розподільчого колодязя та зрошувальну мережу.

2.4.9. Компонування очисних споруд

Розміщення (компонування) очисних споруд у плані визначається складом споруд, що входять в очисну станцію, та рельєфом площадки.

Майданчик під очисні споруди обирається з врахуванням планування та забудови населеного пункту. Місце розташування очисних споруд планують нижче за течією річки від міста, і його обов'язково погоджують з органами держнагляду. Рельєф майданчику повинен мати нахил для забезпечення самопливного руху стічних вод по спорудах.

Майданчик обирається в сприятливих геологічних та гідрогеологічних умовах. При цьому враховують санітарно-захисні зони (розриви), перспективи розвитку міста і розу вітрів. Ширина санітарно-захисної зони залежить від методу очищення стічних вод і потужності очисної станції.

При проектуванні площадки очисних споруд звертають увагу на рівномірний розподіл стічних вод між спорудами, максимально можливе об'єднання окремих споруд в блоки, черговість будівництва і можливість нарощування потужності станції в перспективі.

Розташування споруд повинне забезпечувати доступ до них при обслуговуванні та ремонті, а також мінімальну довжину комунікацій: лотків, каналів, трубопроводів тощо.

Генеральний план очисної станції розробляють в масштабі 1:1000 або 1:500. На нього наносяться основні та допоміжні споруди і трубопроводи, а також дороги, мережі водопроводу та теплопостачання, електро-розподільні пристрої, кабельна мережа низької та високої напруги та інше. Генеральний план враховує санітарні вимоги, протипожежну профілактику та техніку безпеки.

На генеральному плані обов'язково повинні бути витримані нормативні відстані між окремими спорудами.

За висотним розташуванням майданчик очисних споруд має бути вищим не менше ніж на 0,5 м від максимального горизонту води в повінь з врахуванням висоти наката вітрової хвилі.

Територія станції повинна бути упорядкована, озеленена, освітлена і загороджена. Відведення дощових вод має забезпечуватись вертикальним плануванням.

2.4.10. Експлуатація каналізаційних очисних споруд

Експлуатацію каналізаційних очисних споруд здійснюють відповідно до правил технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації. Основним завданням експлуатації очисних споруд є забезпечення якості очищення стічних вод і обробки осадів до меж, що передбачені проектом очисних споруд і відповідними нормативними документами.

Перед експлуатацією очисних споруд, під час пускового періоду перевіряють роботу окремих споруд та станції в цілому, а також проводять заняття з обслуговуючим персоналом з вивчення технології очищення й правил технічної експлуатації, техніки безпеки та ведення необхідної документації. Після закінчення пускового періоду складають вказівки щодо експлуатації окремих споруд з описом режиму їх роботи, обладнання та способів усунення можливих порушень.

Каналізаційні очисні споруди вводять в експлуатацію після приймання їх Державною комісією, яка видає письмовий дозвіл на експлуатацію. Під час приймання встановлюють відповідність побудованих споруд затвердженому проекту, перевіряють розміри, наявність всіх приладів, обладнання та арматури та оцінюють якість будівельних і монтажних робіт. Після цього перевіряють споруди на герметичність та дають оцінку роботи всіх приладів і споруд з технологічної точки зору.

Роботу каналізаційних очисних споруд характеризують такі основні показники: витрати стічних вод в цілому і по окремих спорудах; маса відходів, що затримані на решітках, їх вологість, склад, густина, зольність; кількість осаду з пісковловлювачів, його густина, зольність, кількість піску; об'єм сирого осаду з первинних відстійників, його вологість та зольність, виніс завислих речовин з відстійників; кількість і температура осаду і активного мулу в метантенках, а також осаду, що вивантажується з метантенків, його вологість та зольність; маса активного мулу (доза) в аеротенках, об'єм повітря, що подається в споруди тощо.

Для забезпечення нормальної роботи каналізаційних очисних споруд необхідно мати технологічні паспорти на всі споруди, на підставі яких плануються всі поточні та капітальні ремонти. Первинний облік роботи очисних споруд веде черговий персонал по змінах. Крім експлуатацій-

них показників у журнали обов'язково заносяться дані про всі несправності та відхилення в роботі механізмів та споруд.

Залежно від потужності та складності очисних споруд при них організують диспетчерську службу, повне або часткове дистанційне управління спорудами та агрегатами і контроль за їх роботою, повне або часткове програмне управління спорудами та агрегатами, повну або часткову автоматизацію технологічних процесів на спорудах або окремих їх частин. Для забезпечення безперебійної експлуатації всіх споруд на випадок аварії джерела живлення або виходу з ладу окремих елементів автоматики дистанційне або автоматичне управління очисними спорудами дублюється ручним управлінням.

3. Санітарно-технічне обладнання будинків

3.1. Водопостачання будинків та окремих споруд

Внутрішній водопровід — це трубопроводи та інженерне обладнання, та призначені для забезпечення подачі води від зовнішніх мереж водопроводу до всіх внутрішніх водорозбірних приладів, технологічного обладнання і пожежних кранів. Системи водопостачання будинків повинні забезпечувати споживачів водою заданої якості, в потрібній кількості та під необхідним напором. Як правило, внутрішній водопровід влаштовують лише в тих будинках та спорудах, які підключені до централізованої або місцевої каналізації.

3.1.1. Системи та схеми внутрішніх водопроводів

До системи внутрішнього водопроводу житлового будинку входять: ввід, водомірний вузол, розвідна мережа (магістральні лінії, стояки, підводки до санітарних приладів і технологічного обладнання), арматура. Залежно від місцевих умов і призначення будинку до системи внутрішнього водопроводу можуть бути включені насосні установки, водонапірні резервуари та інше обладнання.

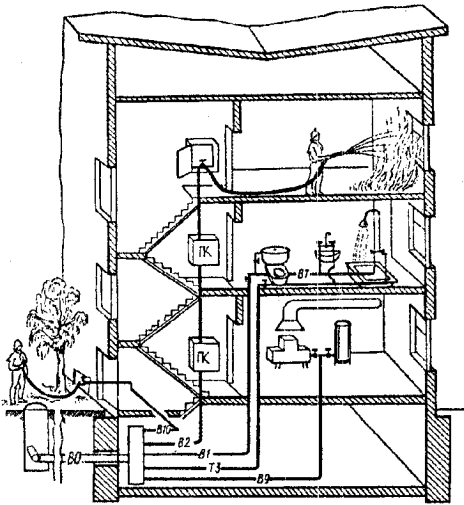
Системи внутрішнього водопроводу (мал. 3.1) поділяють за: призначенням (господарсько-питні, протипожежні, виробничі); сферою обслуговування (роздільні та об'єднані); температурою води, що транспортується (холодні та гарячі); забезпеченням напором з урахуванням встановленого обладнання; способом використання води (прямоточні, зворотні та з повторним використанням води).

Господарсько-питні системи водопостачання подають воду для пиття, приготування їжі та проведення санітарно-гігієнічних процедур. Вода в цій системі повинна бути питної якості.

Виробничі водопроводи подають воду на технологічні цілі. Вимоги до якості води визначаються за технологічним процесом. Виробничий водопровід може складатись з декількох водопроводів, що подають воду різної якості.

Противопожежні системи водопостачання призначені для гасіння пожежі або локалізації вогню. Вода в противопожежних водопроводах може бути і не питної якості.

Взаємне розташування окремих елементів у кожній конкретній системі водопостачання називають схемою внутрішнього водопроводу. Схеми можуть бути простими (ввід-водомір-мережа-арматура, мал. 3.2а), з регулюючими та напірними баками, з насосними та іншими установками. За розташуванням магістральних ліній розрізняють схеми: тупикові, кільцеві, комбіновані, з нижнім і верхнім розведенням труб, зонні (мал. 3.2).



Мал. 3.1. Системи внутрішніх водопроводів:
 В0 — загальна; В1 — господарсько-питна; В2 — противопожежна; В3 — виробнича; В10 — поливальна; Т3 — гаряче водопостачання.

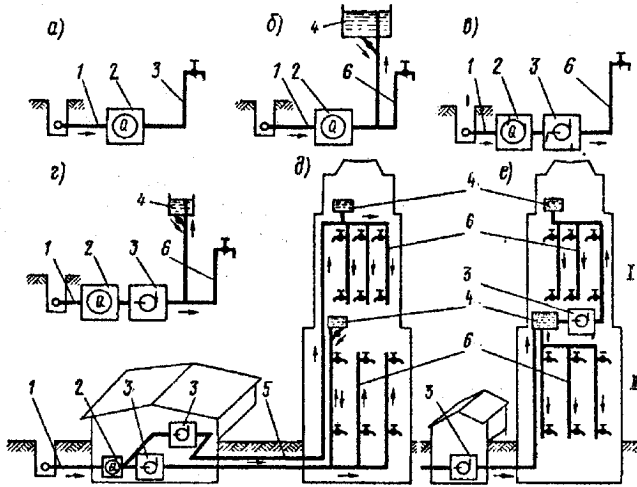


Рис. 3.2. Схеми систем внутрішніх водопроводів:

a — проста; *б* — з водорегулюючими баками; *в* — з обладнанням для підвищення тиску; *г* — з водорегулюючими баками і обладнанням для підвищення тиску; *д*, *е* — зонні: 1 — ввід; 2 — водомірний вузол; 3 — обладнання для підвищення тиску; 4 — водорегулюючий бак; 5 — квартальна мережа; 6 — внутрішня мережа; 7 — водорозбірна арматура.

Вибір системи та схеми внутрішнього водопостачання здійснюють залежно від призначення будинку, технологічних, протипожежних та санітарно-гігієнічних вимог, режиму водопостачання, техніко-економічних показників. Наприклад, у житлових будинках висотою до 12 поверхів влаштовують тільки господарсько-питний водопровід, від 12 до 16 поверхів — об'єднаний господарсько-питний і протипожежний; при висоті більше 16 поверхів, як правило — роздільні господарсько-питний і протипожежний водопроводи.

Прості схеми водопостачання застосовуються у тих випадках, коли тиск у зовнішній мережі завжди більший за потрібний для водопостачання даного будинку. Схему з регулюючими баками застосовують тоді, коли тиск в зовнішній мережі менший за потрібний лише протягом декількох годин. В період підвищеного тиску в зовнішній мережі вода накопичується в баку і в години зниження тиску нижче потрібного живлення верхніх поверхів системи здійснюється із баку.

При постійній недостатці тиску використовують насосні установки. Регулюючі (водонапірні) баки доцільно також використовувати при нерівномірному водоспоживанні як самостійно, так і в поєднанні з насос-

ними установками. В висотних будинках (17 поверхів і вище) досить часто застосовують зонні системи водопостачання для того, щоб максимальний тиск перед водорозбірними приладами не перевищив допустимих величин (0,6 МПа — для господарсько-питних водопроводів і 0,9 МПа — для протипожежних).

3.1.2 Матеріали та обладнання внутрішніх водопроводів. Арматура

Основним елементом водопровідної мережі є труби. Вони повинні пропускати задані витрати води, витримувати максимальний робочий тиск, забезпечувати тривалу експлуатацію до капітального ремонту, мати невеликий гідравлічний опір, незначну масу і вартість, не впливати на якість води.

Для внутрішніх водопровідних систем застосовують сталеві, пластмасові, металопластикові, чавунні, мідні, азбестоцементні та скляні труби. Вибір типу та матеріалу труб для кожної мережі здійснюється залежно від вимог до якості води, її температури, тиску та інших показників.

Сталеві труби отримали найбільше поширення для влаштування мереж завдяки великій міцності, невеликій вартості, простоті монтажу, можливості згинання та зварювання. Для прокладання мереж всередині будинку, як правило, використовують водогазопровідні труби звичайні та легкі $d_s = 10-150$ мм, захищені на умовний тиск $P_s = 1$ МПа. Господарсько-питний водопровід необхідно проєктувати з оцинкованих сталевих водогазопровідних труб, оскільки вони менше піддаються корозії та мають більш тривалий строк служби. Але навіть і такі труби забруднюють воду цинком і залізом. Концентрацію заліза у сталевих оцинкованих водопровідних системах добре видно при відкриванні кранів у помешканнях після тривалої перерви у користуванні або волопостачанні.

Для виробничих водопроводів, де санітарні вимоги дещо нижчі, ніж в господарсько-питних, використовують чорні (неоцинковані) труби.

Пластмасові (пластикові, полімерні) труби ($d_s = 10-250$ мм) у порівнянні зі сталевими мають ряд переваг: меншу вагу, їх простіше транспортувати, легко і швидко монтувати.

Полімери відзначаються високою електро-, гідро-, звуко- і теплоізоляційністю.

При транспортуванні гарячої води пластиковими трубами тепловтрати є зовсім незначними, а при транспортуванні холодної труби не “запотявають”. Електроізоляційність виключає гальванічну і електрохімічну корозію, що надзвичайно важливо при прокладанні трубопроводів у групі. Завдяки особливій структурі матеріалів трубами не передаються коливання, глушаться вібрації та шуми.

Внутрішня поверхня пластмасових труб та їх фасонних частин є надзвичайно гладкою, системи з них відзначаються мінімальним гідравлічним опором. Пластмасові водопровідні труби фізично й бактеріологічно інертні, тому якість, смак, запах і колір води не змінюються. Труби стійкі до корозії, в них не накопичуються й не затримуються жодні відкладення: ані вапняні, ані кремнієві, ані будь-які інші сполуки.

Порівняно з металевими пластмасові труби мають значно меншу механічну міцність, особливо при коливаннях температури, та значно вищий коефіцієнт лінійного розширення, що вимагає пристроїв для компенсації термічних видовжень. Крім того, полімери руйнуються або втрачають частину своїх унікальних властивостей від ультрафіолетового опромінення. Ці недоліки обмежують використання пластмасових труб і тому їх не використовують для відповідальних мереж, наприклад, протипожежних.

Різновидом пластмасових труб є металопластикові (багатошарові) труби (мал. 1.38), в яких поєднані переваги металевих та пластмасових труб. Такі труби витримують значно більший тиск (до 4 МПа), більш стійкі до перепаду температур (робоча температура від 0°С до 95°С), жорсткі до згинання і мають низький коефіцієнт лінійного розширення (лише вдвічі більший, ніж у сталі).

Мідні трубопроводи ($d = 10-64$ мм) знаходять широке застосування для внутрішніх систем водопостачання і опалення. Мідь характеризується експлуатаційною довговічністю, має високу антикорозійну стійкість та не піддається кисневій дифузії, витримує високі та особливо низькі температури, протистоїть впливу ультрафіолетового випромінювання, не старіє і не кришиться, має мінімальний коефіцієнт лінійного розширення, є екологічно чистою, має антибактерицидні властивості і тому рекомендована для використання у водопроводах.

Мідні системи трубопроводів дають неперевершену надійність при порівняно невеликих витратах; розраховані на тиск у системі до 40 бар. Тиск на розрив — 240 бар.

Чавунні ($d_v = 65-500$ мм) та *азбестоцементні* напірні труби ($d_v = 100-500$ мм) в основному використовують для мереж, що прокладаються в землі. Труби випускають у вигляді прямих відрізків довжиною 2 — 12 м.

Для з'єднання коротких труб в єдині розгалужені мережі водопроводу застосовують такі основні види з'єднань:

- зварне — базується на поєднанні розігрітих і надплавлених поверхонь з'єднуваних елементів, у результаті чого утворюється полідифузійне з'єднання матеріалів;

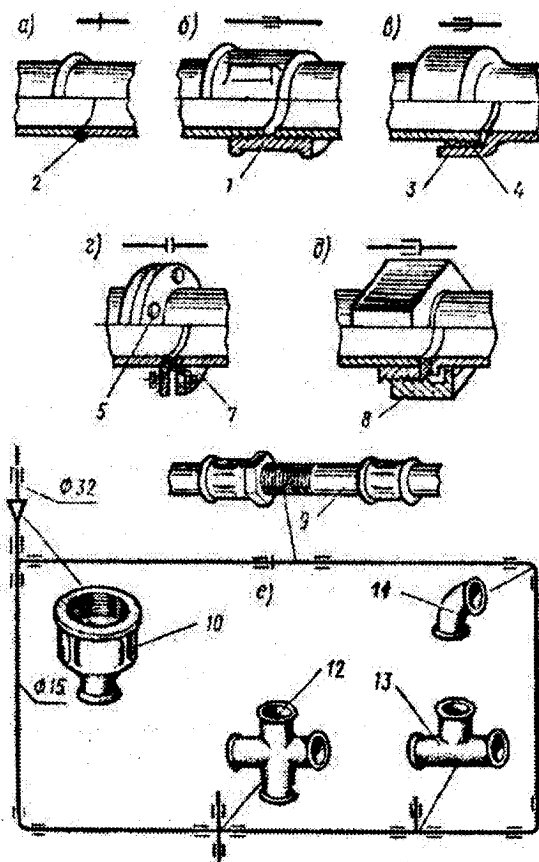
- механічне — затискне, розтрубне, фланцеве, різьбове. З'єднувані елементи спочатку прикручуються з відповідними ущільнювачами, а потім дотискаються з певним зусиллям, визначеним виробником;

- клейове — спеціальний клей наноситься на відповідні поверхні елементів, заздалегідь очищені та знежирені, — суворо за інструкцією виробника. Клей повинні мати відповідні сертифікати і обов'язково бути свіжими. Склеювання має проводитись при температурі, не нижчій за +5°C.

Правильне виконання з'єднань є надзвичайно важливим елементом монтажу, який забезпечує надійне функціонування водопровідної мережі. Місця з'єднань труба та стики повинні бути такими ж міцними, герметичними і довговічними, як і самі труби. З'єднання труб виконують переважно нерозбірними, але для демонтажу труб під час ремонту, а також у місцях встановлення арматури передбачаються розбірні з'єднання. З'єднання сталевих труб здійснюють зварюванням, за допомогою нарізних муфт, фланців і накладних гайок (мал. 3.3). Зміна напрямку трубопроводу, приєднання бічних відгалужень, перехід від одного діаметру до іншого здійснюється за допомогою з'єднувальних частин (фітингів). Їх виготовляють з ковкого чавуну, сталі, бронзи, латуні, міді.

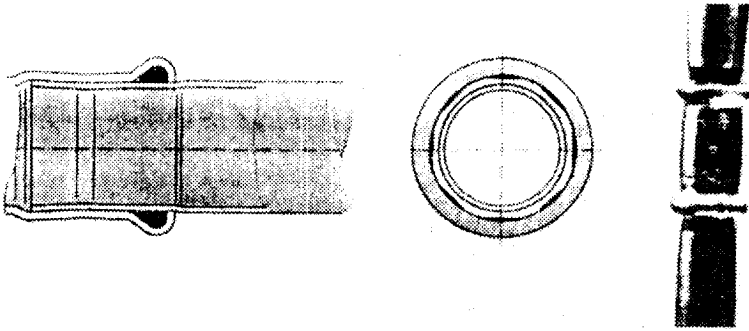
Мідні труби у водопровідних системах зазвичай спаюються м'яким (при температурі нижче за 450°C) або твердим (при температурі вище за 450°C) припоєм. Такі з'єднання є нероз'ємними та безпечними. Для спаювання міді необхідні капілярні розтрубні фітинги заводського виготовлення. Щілина між з'єднуваними елементами має бути рівномірною і настільки малою, щоб виникав капілярний ефект.

Однією з новинок, що дозволяє помітно заощадити час при з'єднанні мідних труб, є розробка фірми *SANHA Kaimer* (Німеччина) — SANHA-прес-фітинг (мал. 3.4, 3.5). Сутність нової технології полягає в тому, що під час процесу пресування краї фітингу просто впресовуються в трубу з восьми боків спеціальними прес-щипцями. Таким чином улічені секунди утворюється з'єднання, яке за міцністю відповідає найсуворішим вимогам техніки безпеки. Складна геометрія деформації фітингу після пресування забезпечує механічну міцність з'єднання, а вкладене у фітинг і притиснуте щільно до труби кільце із спеціальної високоміцної і тривкої гуми сприяє герметичності.

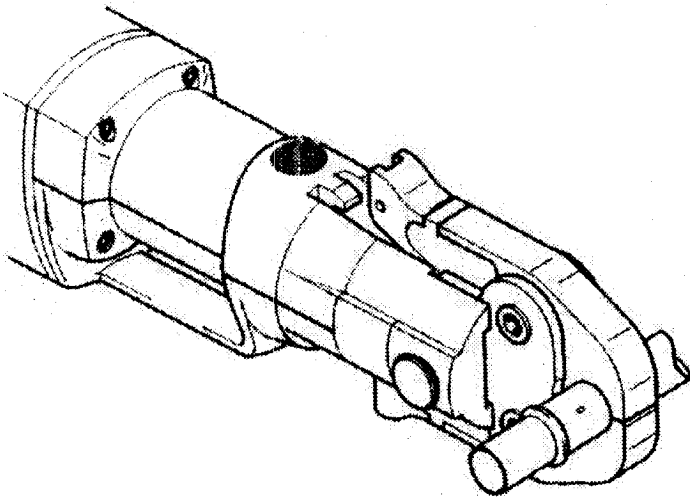


Мал. 3.3. З'єднання труб:

a — зварне; *б* — муфтове (на різьбі); *в* — розтрубне; *г* — на фланцях; *д* — з накладною гайкою; *е* — з'єднувальні частини та їх умовні позначення: 1 — муфта; 2 — зварний шов; 3 — розтруб; 4 — ущільнення; 5 — болт з гайкою; 7 — фланець; 8 — накладна гайка; 9 — згін; 10 — муфта перехідна; 11 — кутник; 12 — хрестовина; 13 — трійник.



Мал. 3.4. З'єднання труб за допомогою прес-фітингу SANHA:
а — у розрізі; б — зовнішній вигляд.



Мал. 3.5. Прес-фітинг SANHA, вкладений у щипці

Процес пресування триває — залежно від типу прес-щипців, але незалежно від діаметру труби — від 6 до 15 секунд. Що стосується підготовчих робіт, то, на відміну від паяння, зникає необхідність зачищення кінців труби та фітингу, нанесення флюс-засобу та розігрівання місця з'єднання до температури плавлення припою. Перед пресуванням необхідно лише відрізати трубу під прямим кутом і зняти фаску та задирки із зов-

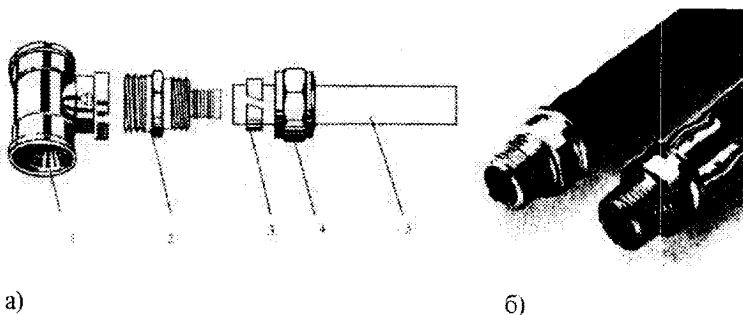
нішнього краю труби (це необхідно, щоб не пошкодити гумове кільце всередині фітингу).

Гумове кільце всередині фітингу виготовлене із спеціального еластомеру — EPDM етилен-пропілен-дієн каучуку, що допущений до використання в питному водопостачанні і має термін служби 50 років. Допустимий робочий тиск складає 16 бар (16 атмосфер при допустимій робочій температурі 120°С).

З'єднання пластмасових труб здійснюється зварюванням, розтрубним та муфтовим склеюванням, фланцями, накидними гайками і затискними з'єднаннями (мал. 3.6, 3.7).

При монтажі металопластикових труб використовуються латунні з'єднувачі заводського виготовлення із затисканням або запресовуванням.

Латунні затискаючі з'єднувачі з O-подібною ущільнюючою прокладкою (мал. 3.7а) влаштовуються таким чином: спочатку за допомогою спеціальної розгортки готують кінець труби, накладають на нього затискну гайку, потім насаджують корпус з'єднувача і затягують гайку. Такий спосіб з'єднання не вимагає додаткового ущільнення при підключенні до інших елементів системи.

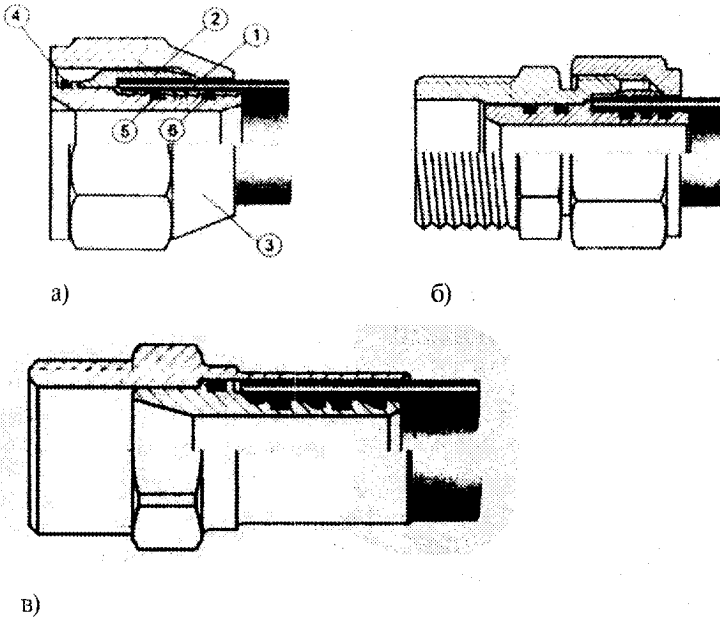


Мал. 3.6. Затискні з'єднання:

а — розбірне, б — щільне: 1 — трійник; 2 — корпус з'єднувача; 3 — кільце затискне пружне; 4 — гайка затискна; 5 — пластмасова труба.

Арматуру внутрішніх водопроводів поділяють на трубопровідну і водорозбірну. Трубопровідну арматуру встановлюють на водопровідній мережі для управління потоком води. Водорозбірна арматура регулює подачу води водоспоживачам. Якість і параметри арматури повинні бути не нижчими, ніж у трубопроводів, на яких вона встановлюється. Арматура має витримувати максимальний тиск, не менший, ніж труби системи водопостачання. В закритому положенні арматура не повинна пропускати

воду. На корпусі не допускається поява стікаючих крапель води. Діаметри арматури повинні мати ті ж величини умовних проходів, що і труби для їх з'єднання.

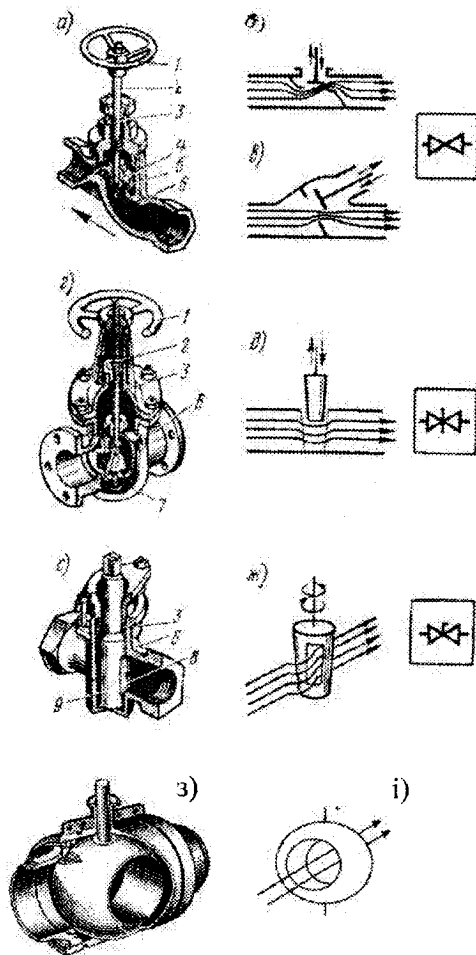


Мал. 3.7. З'єднувачі з латуні:

а) типу VESTOL з O-подібною ущільнюючою прокладкою: 1 — корпус з'єднувача; 2 — затискна втулка; 3 — гайка; 4, 5, 6 — прокладки; б) типу VESTOL ZBK; в) з'єднувачі, які запресовуються.

Залежно від призначення трубопровідна арматура поділяється на запірну, регулюючу та запобіжну. Запірна арматура перекриває потік рідини і відключає окремі ділянки трубопроводу для огляду та ремонту (мал. 3.8). На системах водопостачання в основному використовуються запірна арматура з сірого ковкого чавуну, сталі, бронзи та латуні. Ущільнюючі елементи (сідла, клапани) виготовляють з латуні, бронзи, гуми, що забезпечує їх корозійну стійкість та довговічність.

Регулююча арматура підтримує на мережі витрати або тиск на рівні, що забезпечує роботу мережі в оптимальному режимі. До регулюючої арматури належать регулятори тиску та витрат. Регулятори тиску знижують тиск і підтримують його "після себе", тому їх встановлюють на вво-

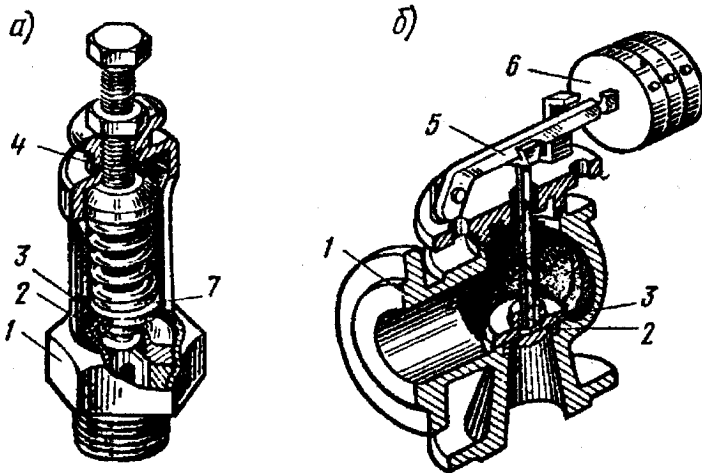


Мал. 3.8. Запірна арматура:

а — вентиль; б — схема прямого вентиля; в — схема вентиля «Косва»; г — засувка; д — схема засувки; е — кран корковий звичайний; ж — схема коркового крана; з — кран корковий кульовий; и — схема кульового крана.

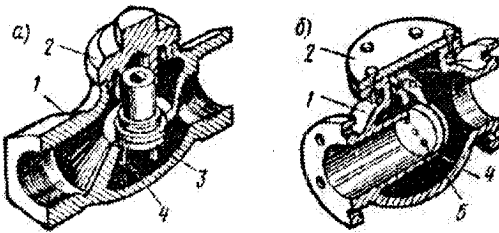
дах в будинки, квартири, на окремих поверхах. В якості регулюючої арматури у внутрішніх водопроводах використовують також запірні вентиля та діафрагми, що встановлені перед водорозбірною арматурою, на розгалуженнях і стояках. Регулююча арматура виготовляється з тих же матеріалів, що і запірні.

Запобіжна арматура захищає систему від пошкоджень при випадковому перевищенні параметрів рідини, що транспортується, над гранично допустимими. До запобіжної арматури належать запобіжні та зворотні клапани. Запобіжні клапани (мал. 3.9) автоматично випускають воду з труб та резервуарів при появі тиску зверх допустимого. При зниженні тиску вони закриваються. Зворотні клапани (мал. 3.10) запобігають руху води в зворотному напрямку при зупинці насосів чи при зниженні тиску в зовнішній мережі нижче, ніж у внутрішній системі з баками.



Мал. 3.9. Запобіжні клапани:

a — пружинний; *б* — з важелем: 1 — корпус; 2 — сідло; 3 — клапан; 4 — регулюючий гвинт; 5 — важіль; 6 — вантаж; 7 — пружина.



Мал. 3.10. Зворотні клапани:

a — підйомні; *б* — поворотні: 1 — корпус; 2 — кришка; 3 — клапан; 4 — сідло; 5 — поворотний клапан.

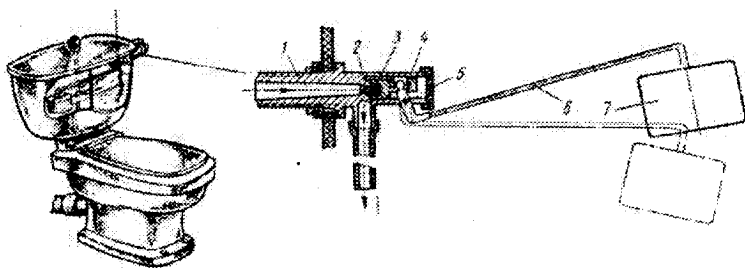
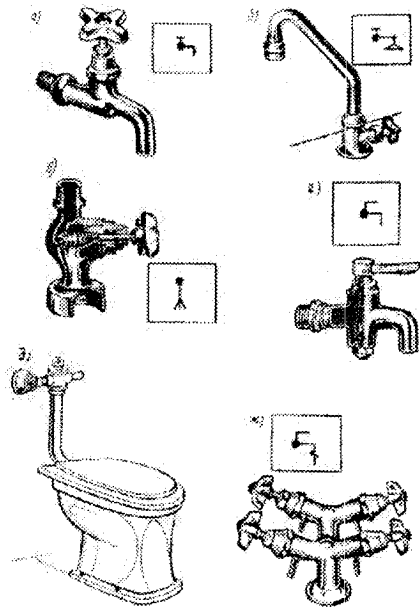
Водорозбірна арматура призначена для відбору води із системи. Вона повинна бути зручною і надійною в користуванні, довговічною, не допускати втрат води, забезпечувати плавне перекриття потоку води без гідравлічних ударів, мати привабливий зовнішній вигляд, необхідні гідравлічні та акустичні характеристики.

До водорозбірної арматури належать: крани, що подають воду однієї температури (холодну або гарячу); змішувачі, які мають два підведення води (холодна і гаряча) і дозволяють змінювати витрати і температуру води, що подається; поплавкові клапани, які призначені для наповнення ємностей до певного рівня.

Розрізняють крани водорозбірні, туалетні, лабораторні, пісуарні, змивні та пожежні (мал. 3.11). Водорозбірні крани встановлюють біля раковин, мийок та технологічного обладнання; туалетні — з умивальниками та рукомийниками; лабораторні — в лабораторіях; пісуарні — у верхній частині пісуарів; зливні — використовують для промивання унітазів; пожежні — для відбору води для гасіння пожежі.

Мал. 3.11. Крани:

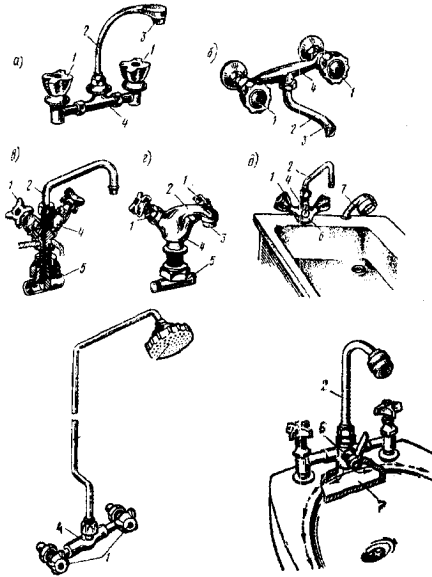
а — водорозбірний звичайний; *б* — туалетний; *в* — пісуарний; *г* — водорозбірний корковий; *д* — змивний; *ж* — лабораторний.



3.12. Поплавковий клапан:

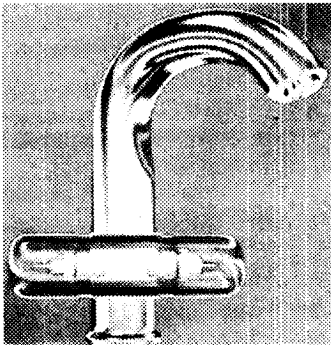
1 — корпус; 2 — сідло; 3 — прокладка; 4 — поршень; 5 — вісь; 6 — важіль; 7 — поплавок.

Змішувачі виготовляють з підведеннями гарячої і холодної води настінного, настільного і вмонтованого типів. Залежно від приладу, з яким встановлюють змішувач, розрізняють змішувачі для ванн, умивальників, мийок, душів, біде тощо (мал. 3.13).

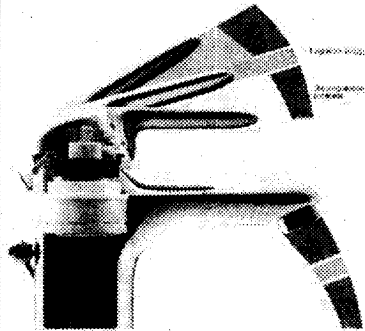


Мал. 3.13. Змішувачі:

а — настільний з нижньою камерою змішування; *б* — настінний; *в, г, д* — центральні; *е* — для душа; *ж* — для біде: 1 — вентильна головка; 2 — вилив; 3 — аератор; 4 — корпус; 5 — трійник; 6 — перемикач; 7 — борт приладу.



а)



б)

Мал. 3.14. Сучасна водорозбірна арматура:

а — двовентильний змішувач для мийки, *б* — одноважільний змішувач для умивальника.

Сучасна водорозбірна побутова арматура розробляється з урахуванням роботи не лише на пропуск розрахункових витрат води, але й на експлуатацію цієї арматури в так званому економічному режимі, тобто з обмеженою подачею води. Клапани регулювання витрат води в такій арматурі виготовляють з керамічними шайбами, які є досить стійкими до зношування і на довгий час забезпечують легке управління арматурою без витрат води (мал. 3.14).

3.1.3. Визначення розрахункових витрат води у внутрішніх системах водопостачання

Системи холодного і гарячого водопостачання повинні забезпечувати подачу води відповідно до розрахункового числа водоспоживачів або встановлених санітарно-технічних приладів. При проектуванні внутрішніх систем водопостачання використовують секундні, годинні та добові витрати води.

Максимальні секундні витрати води на розрахунковій ділянці внутрішньої водопровідної мережі, л/с, визначають за формулою:

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha \quad (3.1)$$

де α — коефіцієнт, який визначається за будівельними нормами [14] (додаток 4), залежно від загальної кількості приладів N , які обслуговує розрахункова ділянка мережі, і ймовірності їх одночасної дії P ; q_0 — секундні витрати води, л/с, віднесені до одного приладу. Розрізняють $q_0^{ог}$ — загальні секундні витрати води (холодної і гарячої); q_0^h — витрати гарячої води; q_0^c — витрати холодної води.

Секундні витрати води q_0 , л/с, водорозбірною арматурою (приладом), віднесені до одного приладу, слід визначати для:

- окремого приладу — за табл. 3.1;
- різних приладів, які обслуговують однакових водоспоживачів на ділянці тупикової мережі — за табл. 3.2;
- житлових і громадських будинків та споруд, де відсутні відомості про витрати води і технічні характеристики санітарних приладів, дозволяється приймати: $q_0^{ог} = 0,3$ л/с; $q_0^h = q_0^c = 0,2$ л/с;
- різних приладів, які обслуговують різних споживачів, за формулою:

$$q_0 = \frac{\sum N_i P_i q_{0i}}{\sum N_i P_i}, \quad (3.2)$$

де N_i — число однотипних водорозбірних приладів; q_{0i} — секундні витрати води (загальні, холодної, гарячої), л/с, водорозбірною арматурою (приладами) (табл. 3.2); P_i — ймовірність одночасної дії санітарно-технічних приладів, яка визначається за формулами:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600}, \quad (3.3)$$

$$P = \frac{\sum N_i \cdot P_i}{\sum N_i}. \quad (3.4)$$

Таблиця 3.1.

Нормативні характеристики водорозбірної арматури

Прилад	Секундні витрати води, л/с		Годинні витрати води, л/год		Робочий напір, Н _г , м	Витрати стічних вод від приладу q ₀ ^с , л/с	Мінімальний діаметр, мм	
	загальні q ₀ ^{tot}	холодної q ₀ ^с або гарячої q ₀ ^h	загальні q _{0,hr} ^{tot}	холодної q _{0,hr} ^с або гарячої q _{0,hr} ^h			підвідних труб	відвідних труб
Водорозбірний кран біля мийки або раковини	0,15	0,15	50	50	2	0,3	10	40
Змішувач біля мийки	0,12	0,09	80	60	2	0,6	10	40
Змішувач біля умивальника	0,12	0,09	60	40	2	0,15	10	32
Змішувач ванни (в тому числі спільний для ванни і умивальника)	0,25	0,18	300	200	3	0,8	10	40
Умивальник з водорозбірним краном	0,1	-0,1	30	-30	2	0,15	10	32
Змішувач душу в кабіні	0,12	-0,09	100	-60	3	0,2	10	50
Те саме в групових установках	0,2	-0,14	500	270 230	3	0,2	10	50
Поплавковий клапан зливного бачка	0,1	-0,1	83	-83	2	1,6	8	85
Зливний кран унітаза	1,4	-1,4	81	-81	4	1,4	-	85
Поплавальний кран	0,3	0,3 0,2	1080	1080 720	2	0,3	15	-

Формулу (3.3) використовують при однакових водоспоживачах у будинку або споруді без урахування зміни співвідношення U/N , формулу (3.4) — при відмінних групах водоспоживачів у будинках або спорудах різного призначення.

При розрахунках кільцевої мережі витрати води q_0 визначають для мережі в цілому і приймають однаковими для всіх ділянок.

В інженерних розрахунках дозволяється значення коефіцієнта α при $N \cdot P \geq 0,0015$ визначати за формулою:

$$\alpha = 0,2 + 0,777(N \cdot P - 0,015)^{0,686}. \quad (3.5)$$

Для скорочення витрат часу при визначенні розрахункових секундних витрат води користуються номограмами (додаток 6).

Максимальні годинні витрати води, м³/год:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0,hr} \cdot \alpha_{hr}, \quad (3.6)$$

де $q_{0,hr}$ — годинні витрати води санітарно-технічним приладом, л/год;
 α_{hr} — коефіцієнт, який визначається за нормами [14] залежно від загальної кількості приладів N і ймовірності їх одночасного використання P .

Таблиця 3.2.

Норми витрат води в житлових і громадських будинках

Водоспоживачі	Одиниця	Норми витрат води, л				Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в добу максимального водоспоживання		в годину максимального водоспоживання		загальні	холодної або гарячої
		загальні (холодної і гарячої води)	гарячої	загальні	гарячої		
Житлові будинки з водопроводом і каналізацією без ванн	1 житель	120	—	6,5	—	0,2 (50)	0,2 (50)
Те ж саме з ваннами і газовими нагрівачами	1 житель	225	—	10,5	—	0,3 (300)	0,3 (3000)
Те ж саме з багатоточковим водорозбором	1 житель	250	—	13	—	0,3 (300)	0,3 (300)
Житлові будинки з централізованим постачанням гарячої води (душі)	1 житель	230	100	12,5	7,9	0,2 (100)	0,14 (60)
Те ж саме з ваннами, обладнаними душами	1 житель	300	120	15,6	10,0	0,3 (300)	0,2 (200)
Лікарні	1 ліжко	115	75	8,4	5,4	0,2 (100)	0,14 (60)
Дитячі ясла-садки	1 дитина	105	35	18	8	0,2 (100)	0,14 (60)
Загальноосвітні школи	1 учень	11,5	3,5	3,1	1	0,14 (100)	0,1 (60)
Бані	1 відвідувач	180	120	180	120	0,2 (180)	0,2 (180)
Адміністративні будинки	1 робітник	16	7	4	2	0,14 (80)	0,1 (60)

Годинні витрати води санітарно-технічним приладом $q_{0,hr}$ ($q_{0,hr}^{0r}$; $q_{0,hr}^{h}$; $q_{0,hr}^c$), л/год, слід визначати:

- а) при однакових водоспоживачах у будинку або споруді — за табл. 3.2;
 б) при відмінних водоспоживачах — за формулою:

$$q_{0,hr} = \frac{\sum N_i \cdot P_{hr,i} \cdot q_{0,hr,i}}{\sum N_i \cdot P_{hr,i}}, \quad (3.7)$$

Ймовірність одночасного використання санітарно-технічних приладів для системи в цілому визначається за формулою:

$$P_{\text{вр}} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_{\text{в}}}{q_{\text{в,вр}}}, \quad (3.8)$$

У будівлях і спорудах виробничого призначення максимальні годинні витрати на виробничі потреби вираховують за добутком відповідних середньогодинних витрат води на коефіцієнт годинної нерівномірності.

Середні годинні витрати води q_{T} , м³/год, за період (доба, зміна) максимального водоспоживання T визначають за формулою:

$$q_{\text{T}} = \frac{\sum q_{\text{в,і}} \cdot U_{\text{і}}}{1000 \cdot T}, \quad (3.9)$$

де i — порядковий номер групи водоспоживачів у будинку або споруді; $U_{\text{і}}$ — кількість однотипних водоспоживачів у i -тій групі; $q_{\text{в,і}}$ — добова норма витрат води i -тим споживачем, л; T — період, год.

Добові витрати води визначають як суму витрат води всіма споживачами з урахуванням витрат води на поливання. Добові витрати води в будинку $Q_{\text{в}}$, м³/добу, використовуються при розрахунках напірних і безнапірних регулюючих смонтей, а також при визначенні техніко-економічних показників:

$$Q_{\text{в}} = \frac{\sum q_{\text{в,і}} \cdot U_{\text{і}}}{1000}, \quad (3.10)$$

Використовуючи в формулі (3.10) різні добові норми водоспоживання (на добу найбільшого водоспоживання, середню добу, загальну норму витрат води, норму витрат холодної або гарячої води), визначають відповідні розрахункові добові витрати води.

Якщо в будинку або споруді тільки однотипні водоспоживачі, то добові витрати води в будинку:

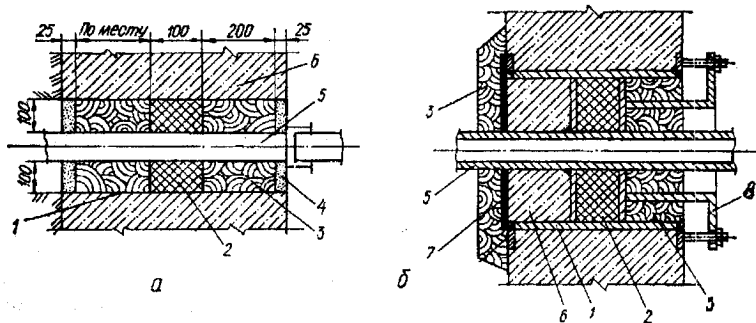
$$Q_{\text{в}} = \frac{q_{\text{в}} \cdot U}{1000}. \quad (3.11)$$

3.1.4. Вводи та водомірні вузли

Ввід — це трубопровід, який з'єднує зовнішню водопровідну мережу з водомірним вузлом будинку. Найчастіше використовують сталеві ($D \geq 50$ мм), чавунні ($D = 65$ – 300 мм) і пластмасові труби, які прокладають з ухилом 0,003–0,005 до зовнішніх мереж.

У місцях перетину трубопроводів водопровідні труби прокладають мінімум на 0,4 м вище за каналізаційні труби, а при необхідності прокладання ввідів нижче каналізаційних трубопроводів ввід виконують із ста-

левих труб, розміщених у футлярі. При цьому віддаль від стінок каналізаційних труб до кінця футляру не повинна бути меншою ніж 5 м в кожен бік в глинистих ґрунтах і 10 м — у фільтруючих. У цьому випадку каналізація також проектується із металевих труб. При паралельному прокладанні водопроводу та інших підземних комунікацій відстань у плані між вводом питного водопроводу і витуском каналізації має бути не меншою за 1,5 м при діаметрі водопроводу до 200 мм включно і одночасно не меншою за 3–5 м від фундаменту будинку.



Мал. 3.15. Ввід водопроводу через стіни підвалу:

a — в сухих ґрунтах; *б* — у водонасичених ґрунтах: 1 — металева гільза; 2 — просмолене пасмо (каболка); 3 — м'ята глина; 4 — цементна стяжка; 5 — труба вводу; 6 — бетон; 7 — гідроізоляція; 8 — затискач сальника.

Кількість вводів залежить від призначення будинку. Найчастіше в невеликих житлових будинках проектують один ввід, який краще розташовувати в тій частині будинку, де розміщена найбільша кількість водорозбірних приладів. Ввід повинен бути якомога коротшим і підходити до будинку із зовнішньої мережі під прямим кутом.

Перетин вводу зі стінами підвалу слід виконувати в сухих ґрунтах із зазором 0,2 м між трубами і будівельними конструкціями, який заповнюється водо- і газонепроникними еластичними матеріалами, а в мокрих ґрунтах у зазор встановлюються сальники. Як правило, ввід через отвір фундаменту будинку або стіни підвалу виконують у металевій гільзі (мал. 3.15).

Розрахунок вводу полягає у визначенні діаметру труб і втрат напору води на вводі. Ввід закінчується водомірним вузлом, основним елементом якого є водолічильник. За допомогою водолічильників здійснюють облік витрат води.

Водолічильники (водоміри) за методом вимірювання поділяють на 5 категорій: тахеометричні, дифманометричні, вихрові, ультразвукові та електромагнітні.

Тахеометричні водолічильники. В приладах цього типу в якості чутливого елементу використовується крильчатка або турбіна. Потік води обертає її, при цьому кожному оберту відповідає певна кількість води. Тахеометричні водолічильники прості за конструкцією і мають невелику вартість. До недоліків належать наявність рухомих елементів у потоку води та суттєвий вплив на точність вимірювань твердих частинок та в'язких домішок, які можуть попадати в потік води. Для надійності роботи цих водолічильників необхідно встановлювати на вході приладу фільтр.

Дифманометричні водолічильники. В основу роботи покладено метод перемінного перепаду тиску. При русі рідини по трубах на місцевому опорі (звужуючі пристрої, сопла, діафрагми тощо) має місце перепад тиску, пропорційний квадрату швидкості руху рідини. Вимірювання перепаду тиску за допомогою дифманометра дозволяє отримати сигнал, пов'язаний зі швидкістю руху рідини та втратами води. Незважаючи на універсальність та простоту дифманометричних водомірів, сфера їх застосування обмежена через недоліки (достатньо вузький діапазон вимірювання, потреба в значних прямолінійних ділянках трубопроводів до і після приладу).

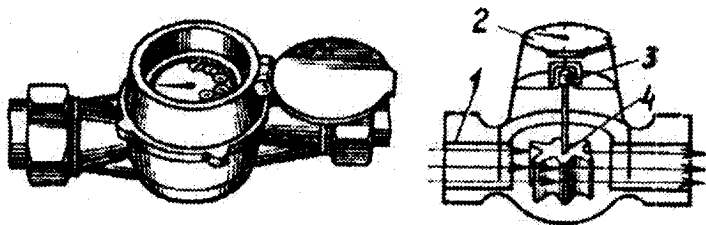
Вихрові водолічильники. Принцип дії цих водолічильників полягає в тому, що, якщо в потік помістити тверде тіло, то за ним утворюється вихровий слід. Частота вихроутворення пропорційна швидкості течії. Перетворення частот пульсації у вихровому сліді дозволяє отримати сигнал, пропорційний швидкості руху потоку. Перевагою лічильників цього типу є відсутність рухомих елементів у воді. Але, як і при встановленні дифманометричних водомірів, необхідні значні прямолінійні ділянки трубопроводів до і після встановлення тіла обтікання.

Ультразвукові водолічильники. У водолічильниках такого типу потік рідини пронизується ультразвуком, і швидкість руху потоку визначається за часом проходження ультразвуком шляху від генератора до приймача. Основна перевага цих водолічильників у тому, що їхні конструктивні елементи не потрібно розташовувати в потоці води. Крім того, окремі різновиди водолічильників не потребують стаціонарного закріплення на трубопроводі. До недоліків належать суттєвий вплив на точність вимірювання рихлого осаду, який може утворюватись на внутрішній поверхні діючих водопроводів.

Електромагнітні водолічильники. Принцип дії базується на взаємодії потоку води із зовнішнім магнітним полем. Електромагнітний метод характеризується високою точністю та широким діапазоном вимірювань. Датчики при монтажі не потребують прямолінійних ділянок, не мають конструктивних елементів у потоці і не викривляють напрямку руху води.

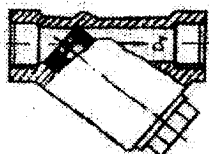
В сучасних умовах найчастіше для врахування кількості води, яку витрачають у житловому будинку, окремих цехах і невеликих підприєм-

ствах, застосовують крильчасті водолічильники (мал. 3.16) з робочим ко-
лесом у вигляді крильчатки з вертикальною віссю.



Мал. 3.16. Схема крильчастого водоміру:

1 — корпус; 2 — циферблат; 3 — лічильний механізм; 4 — крильчатка.



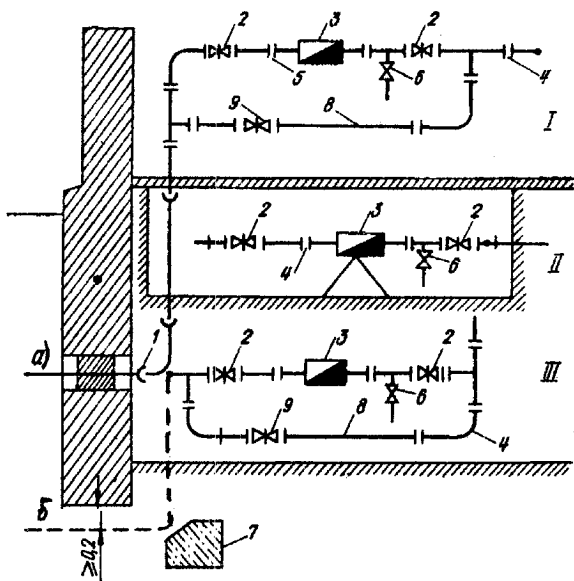
Мал. 3.17. Магнітний
муфтовий фільтр

З кожного боку водолічильника розміщено
прямі ділянки трубопроводів довжиною не мен-
ше 8 і 3 діаметрів труби відповідно до і після во-
доміра, а також засувки або вентиля. Між водо-
лічильником і другим за рухом води вентилям
або засувкою встановлюють спускний кран.

На вхідному патрубку водолічильника після
запірної арматури потрібно встановлювати
фільтр, який затримує тверді частинки, що
містяться у воді. Зазвичай використовуються магнітні муфтові фільтри
ФММ діаметром у 20, 25, 32 і 40 мм (мал. 3.17).

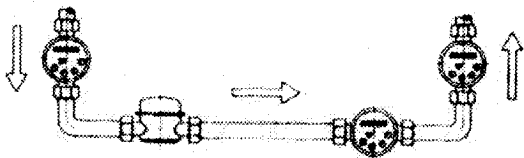
Обвідна лінія водоміра обов'язкова при наявності одного вводу в бу-
динок, а також якщо водоміри не розраховані на пропуск води при по-
жежі. Звичайно засувка на обвідній лінії закрита і опломбована.

Водоміри встановлюють у будинках поблизу зовнішньої стіни в не-
житловому приміщенні, яке має бути теплим і сухим. Найчастіше водо-
міри розміщують у підвалах. Висота встановлення водоміра становить 0,3—
1,0 м від рівня чистої підлоги, температура повітря в приміщенні — не
нижче +5°C. В окремих випадках дозволяється встановлювати водоміри
зовні будинку в спеціальних колодязях. Деякі з можливих варіантів роз-
міщення водомірних вузлів наведені на мал. 3.18.



Мал. 3.18. Схеми влаштування введів у будинок і монтажу водомірних вузлів: *a* — прокладка труби вводу через фундамент; *b* — прокладка труби вводу під фундаментом. Монтаж водомірного вузла: *I* — на першому поверсі; *II* — у монтажному колодязі; *III* — у підвалі. 1 — ввід водопроводу; 2 — запірні арматура; 3 — водомір; 4 — монтажні фланці; 5 — згін; 6 — спускний кран; 7 — підпора; 8 — обвідна лінія; 9 — опломбована заслінка.

Як правило, крильчасті вододільчильники встановлюють у горизонтальному положенні, але окремі типи дозволяється встановлювати як на горизонтальних, так і на вертикальних ділянках трубопроводу (мал. 3.19).



Мал. 3.19. Можливі варіанти встановлення вододільчильників

Напрямок руху води повинен збігатися з напрямком стрілки вододільчильника. В квартирах вододільчильники встановлюють після запірної арматури на відгалуженні від стояка.

Діаметр умовного проходу водолічильника обирають, виходячи із середньогодинних витрат води за період водоспоживання (добу, зміну), ці витрати які не повинні перевищувати експлуатаційні (додаток 7). Обраний водолічильник належить перевірити на:

а) пропуск максимальних розрахункових секундних витрат води на господарсько-питні, виробничі та інші потреби; при цьому втрати напору в крильчастих водолічильниках не повинні перевищувати 2,5 м, в турбінних — 1 м;

б) пропуск максимальних розрахункових секундних витрат води на внутрішнє пожежегасіння, при якому втрати напору в водолічильнику не повинні перевищувати 10 м.

Витрати напору в водомірі визначають за номограмами (додаток 7) або за формулою:

$$h_v = S \cdot q^2 \quad (3.12)$$

де S — гідравлічна характеристика водоміра (додаток 7).

Якщо втрати напору в крильчастому або турбінному водомірі виявляються меншими за 25 % допустимих значень, необхідно перевірити можливість встановлення водоміра меншого калібру, щоб були враховані малі витрати води. При середніх витратах води в будинку менше за 0,1 м³/год водоміри дозволяється не встановлювати.

3.1.5. Трасування водопровідних мереж всередині будинку

Правильний вибір місць прокладання мереж внутрішнього водопроводу знижує вартість влаштування системи і полегшує її експлуатацію. Трубопроводи прокладають паралельно стінам і лініям колон і за можливістю прямолінійно.

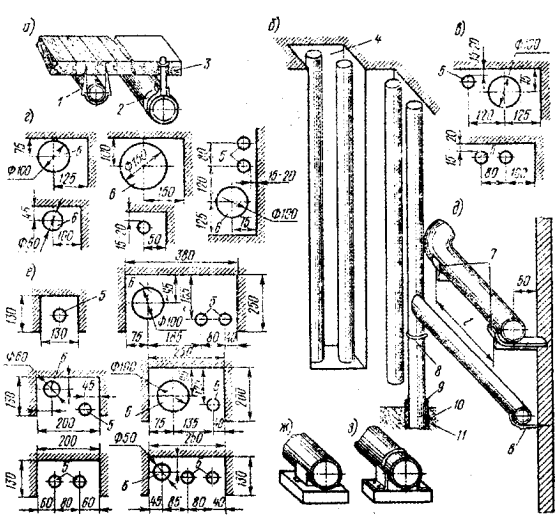
Магістральні трубопроводи прокладають таким чином, щоб об'єднати всі стояки і трубопровід, що подає воду в будинок. У мережах з нижнім розведенням їх розміщують в підпіллях, підвалах, на технічних поверхах або підпільних каналах. При верхньому розведенні магістралей трубопроводи прокладають на горищі або у міжфермовому просторі промислових будинків.

Для захисту труб від конденсації вологи і промерзання їх утеплюють. Для спуску води магістралі прокладають з уклоном 0,002-0,005 у бік вводу або водорозбірних точок. У нижніх точках мережі встановлюють водовипускні пристрої (крани або трійники з заглушками).

На магістральних лініях у житлових і громадських будинках слід передбачати підключення поливальних кранів діаметром 25 мм, які розміщують на цоколі зовнішніх стін із розрахунку 1 кран на 60 — 70 м пере-

метра будинку. Трубопроводи від магістралей до поливальних кранів прокладають по найкоротшій відстані з ухилом для їх спорожнення на зиму через відключаючі і спускні вентиля.

Водопровідні стояки прокладають за можливістю в місцях розташування найбільшої кількості водорозбірних приладів таким чином, щоб кількість стояків і довжина підведень до санітарних приладів були мінімальними. Для зручності стояки водопроводу розмішують поряд з іншими трубопроводами, використовуючи для цього спільні отвори у перекриттях, спільні ніші, шахти і блоки. Залежно від призначення та ступеня благоустрою будинку трубопроводи прокладають двома основними способами: відкрите прокладання — по колонах, балках, фермах, стінах та приховане прокладання — в борознах, каналах, нішах, блоках і панелях (мал. 3.20). Прокладати водопровідні труби у вентиляційних і димових каналах забороняється.

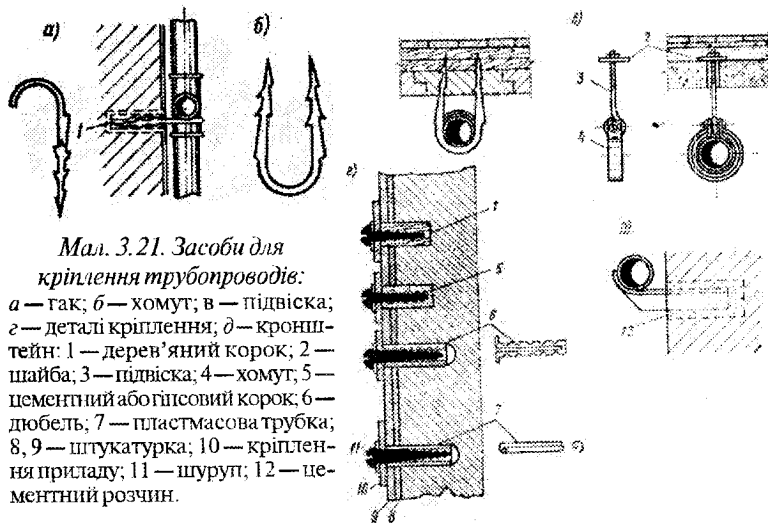


Мал. 3.20. Прокладання труб:

1 — хомут; 2 — підвіска; 3 — перекриття; 4 — борозна; 5 — водопровідний стояк; 6 — каналізаційний стояк; 7 — кронштейн; 8 — кріплення; 9 — бітум; 10 — гільза; 11 — просмолене пасмо.

До будівельних конструкцій труби кріплять за допомогою гаків, хомутів, кронштейнів, підвісок, закладних деталей, дерев'яних корків або дюбелів (мал. 3.21). При перетині трубопроводів з перекриттями на трубах влаштовують гільзи з толю, листового заліза або обрізків труб.

Підведення від стояків до санітарних приладів прокладають у житлових будинках в основному відкрито, по стінах кухонь і санвузлів. Доцільно розміщувати їх під санітарними приладами на висоті 15 — 40 см над підлогою. Горизонтальні ділянки підведень з'єднуються вертикальними трубопроводами з водорозбірною арматурою, яка встановлюється з кожним санітарно-технічним приладом, як правило, по осі приладу на нормованій висоті.



Мал. 3.21. Засоби для кріплення трубопроводів:

а — гак; б — хомут; в — підвіска; г — деталі кріплення; д — кронштейн: 1 — дерев'яний корок; 2 — шайба; 3 — підвіска; 4 — хомут; 5 — цементний або гіпсовий корок; 6 — дюбель; 7 — пластмасова трубка; 8, 9 — штукатурка; 10 — кріплення приладу; 11 — шуруп; 12 — цементний розчин.

Встановлення запірної арматури на внутрішніх водопровідних мережах належить передбачити: на кожному ввіді; на кільцевій мережі для відключення ремонтних ділянок; біля основи стояків господарсько-питної або виробничої мережі в 3-х поверхових будинках і вище; біля основи пожежних стояків з числом пожежних кранів у 5 і більше; на відгалуженні від магістральної лінії водопроводу; на відгалуженнях у кожному квартиру чи номер готелю; на підведеннях до зливних бачків, зливних кранів і водонагрівних колонок; перед зовнішніми поливальними кранами; перед приладами і апаратами спеціального призначення.

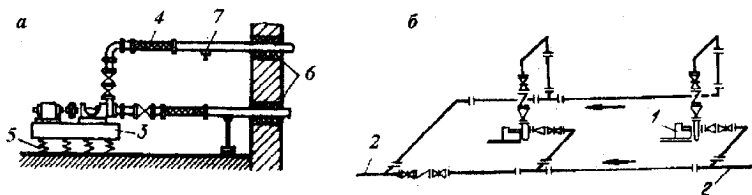
Для обліку витрат води на відгалуженнях у кожному квартиру обов'язково після запірної арматури слід встановлювати водолічильник.

При проектуванні внутрішніх водопроводів будують аксонометричну схему системи водопостачання, яка дає повне уявлення про систему і є основою для гідравлічного розрахунку.

3.1.6. Установки для підвищення тиску

При недостатньому напорі в зовнішній водопровідній мережі, для його підвищення в мережах внутрішніх водопроводів будинків і споруд передбачають підвищувальні установки, які можуть складатися з насосів, водонапірних баків з насосами або гідропневматичних установок. Найчастіше для житлових і громадських будинків проєктують тільки насоси, які розміщують у підвальних приміщеннях під під'їздами або в окремих приямках зовні будинку. Ці приміщення повинні бути сухими, теплими і висотою не менше ніж 2,2 м. Не дозволяється розташовувати насоси (крім пожежних) безпосередньо під житловими квартирами, дитячими або груповими кімнатами в дитячих дошкільних установах, під класами загальноосвітніх шкіл, лікарняними приміщеннями, робочими кімнатами адміністративних будинків. В окремих випадках, за погодженням місцевих органів санітарно-епідеміологічних служб, допускається розміщення насосних установок поряд з перерахованими приміщеннями, але при цьому сумарний рівень шуму в приміщеннях не повинен перевищувати 30 дБ.

Насоси під'єднують до мережі після водомірного вузла. Насосні агрегати встановлюють на фундаменти, що знаходяться вище підлоги на 20 — 30 см, і обладнують надійною звукоізоляцією, яка складається з амортизаторів під агрегатами, еластичних прокладок та еластичних патрубків довжиною у 0,8 — 1,2 м (віброставки) на всмоктувальному та напірному трубопроводах (мал. 3.22). Для протипожежних насосів звукоізоляція не обов'язкова.



Мал. 3.22. Схеми установки (а) та паралельного розташування насосів (б): 1 — насос; 2 — водопровідна мережа; 3 — фундамент; 4 — віброставки; 5 — амортизатори; 6 — еластичні прокладки; 7 — вантаж.

У системах внутрішнього водопроводу, як правило, застосовують відцентрові насоси на одному валу з електродвигуном, через те що вони надійніші в роботі та простіші в експлуатації. На напірній лінії кожного насоса встановлюють зворотний клапан, засувку або вентиль, манометр, а на всмоктувальній лінії — тільки засувку або вентиль. При встановленні

насосів доцільно також передбачити обвідну лінію з засувкою і зворотнім клапаном в обхід насосів.

Пуск насосів може бути автоматичним, дистанційним або ручним. Протипожежні насоси можуть включатись пусковими кнопками, що розташовані біля пожежних кранів або в диспетчерських пунктах.

Подачу насосних установок у господарсько-питних і виробничих водопроводах слід приймати: при відсутності регульовальних місткостей — не менше максимальних секундних витрат води; при наявності водонапірного або гідропневматичного бака і насосів — не менше максимальних годинних витрат води.

Напір насосів у внутрішніх водопровідних мережах, м:

$$H_n = H_{\text{потр.}} - H_{\text{гар.}} + H_{\text{н.у.}}, \quad (3.13)$$

де $H_{\text{н.у.}} = 1,5-2,5 \text{ м}$ — втрати напору в насосній установці; $H_{\text{гар.}}$ — гарантований напір води, м; $H_{\text{потр.}}$ — загальний потрібний напір для водопостачання будинку, м.

Гарантований напір у зовнішній мережі може бути заданим від відмітки осі труби вводу в місці її під'єднання до зовнішньої мережі або від відмітки землі у цьому місці.

Загальний потрібний напір для водопостачання будинку складається з геометричної висоти підйому води, яка визначається як різниця відміток диктуючого приладу і труб зовнішньої мережі водопроводу в точці підключення, втрат напору, що необхідний для здолення всіх опорів на шляху руху води від зовнішньої мережі до диктуючого приладу, і робочого напору перед арматурою водорозбірного пристрою.

Насоси слід підбирати за характеристиками $Q-H$ і $Q-\eta$, які наведені в діючих каталогах насосів. При необхідності безперебійної подачі води практикують встановлення резервних насосних агрегатів. Кількість резервних насосних агрегатів визначають за діючими будівельними нормами. Найменша кількість агрегатів в насосній установці: — робочий і резервний.

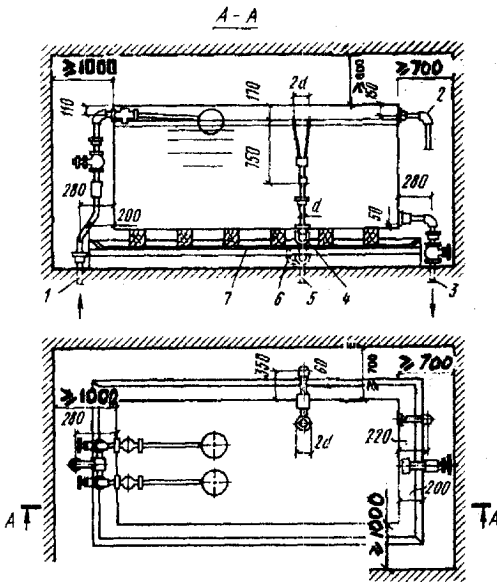
Гідропневматичні установки складаються з насосних установок і гідропневматичних баків. Як правило, вони автоматизовані. При пониженні рівня води в баку насоси вмикаються від датчика, при досягненні вищого рівня вимикаються. Тиск у заданих межах в гідропневматичних баках підтримується за допомогою компресора і насосів.

Гідропневматичні баки розміщують у підвалах, на перших поверхах або в окремих приміщеннях, що опалюються. В багатоповерхових будинках при зонному водопостачанні гідропневматичні установки можуть розташовуватись на верхніх поверхах. Гідропневматичні баки встановлюють вертикально або горизонтально. Відстань між баками, від баків до стін і перекриття має бути не меншою ніж 0,6 м.

3.1.7. Водонапірні баки

Водонапірні баки в будинках забезпечують необхідний запас води для регулювання нерівномірності водопостачання (при постійній чи періодичній недостатці напору в мережі), а при наявності протипожежного обладнання, крім того, і недоторканий протипожежний запас води.

Водонапірні баки розташовують на горищах або верхніх поверхах спеціальних приміщеннях. Вони можуть бути металічними або залізобетонними, круглими або прямокутними в плані. Баки встановлюються на спеціальні піддони і зверху закриваються спеціальними кришками з люкками. На мал. 3.23 показано схему встановлення баку і його обв'язки трубопроводами.



Мал. 3.23. Обладнання водонапірних баків:

1 — подаючий трубопровід; 2 — сигнальна труба; 3 — відповідний трубопровід; 4 — труба для спороження; 5 — переливна труба; 6 — злив з піддона; 7 — піддон

Відстані між баком і будівельними конструкціями повинні бути не меншими ніж 0,7 м, а збоку поплавкових клапанів — не меншими за 1,0 м; від верху баку до перекриття — не меншими за 0,6 м, від піддона до дна баку — не меншими 0,5 м.

В водонапірних баках передбачають циркуляцію води спеціальними пристроями, або, що частіше, за рахунок влаштування трубопроводів вводу і відводу води з протилежних сторін бака.

Повний об'єм W водонапірних баків у житлових і громадських будівлях визначають як суму регульовального W_p і недоторканного протипожежного W_p запасів води:

$$W = \beta \cdot W_p + W_{п}, \quad (3.14)$$

де β — 1, 1-1,3 — коефіцієнт запасу.

Регулювальний об'єм баку визначають за графіками подачі води і водоспоживання або за формулами, що враховують середньогодинні витрати води в будинку, період недостатнього тиску в мережі, продуктивність і ступінь автоматизації насосів. Недоторканий протипожежний запас води визначається із розрахунку 10-хвилинного гасіння пожежі.

При проектуванні внутрішнього водопроводу з баками слід врахувати їх суттєві недоліки: необхідність спеціальних приміщень, значні динамічні навантаження на перекриття, ретельна експлуатація баків (періодичне чищення, забезпечення циркуляції, захист від атмосферного забруднення тощо).

3.1.8. Протипожежне водопостачання

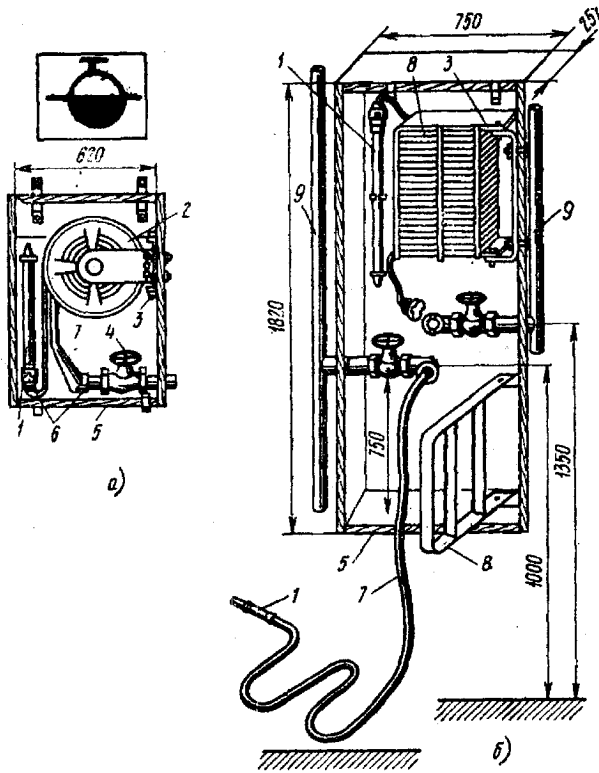
Протипожежні водопроводи подають воду для гасіння або локалізації вогню при виникненні пожежі в будинку. В зв'язку з тим, що пожежа може виникнути в будь-який час, система пожежегасіння повинна бути в постійній готовності.

Залежно від пожежебезпечності та вогнестійкості будинків влаштовують такі системи протипожежного водопостачання: системи з пожежними кранами і стояками в будинках з важкозгоряємих і згоряємих матеріалів з постійною присутністю людей, які можуть виявити пожежу і вжити заходів щодо її ліквідації до приїзду пожежної команди; автоматичні і напівавтоматичні системи (спринклерні та дренчерні) для будинків, де вогонь може швидко поширюватись, а також у малодоступних приміщеннях, що не охороняються, але небезпечних у пожежному відношенні.

В СНиП 2.04.01-85 вказані категорії будинків, у тому числі виробничого та складського призначення, в яких повинні бути передбачені системи внутрішнього протипожежного водопостачання. Так, наприклад, протипожежні водопроводи влаштовують в: житлових будинках висотою 12 поверхів та вище; у гуртожитках; готелях; пансіонатах; школах-інтернатах висотою у 4 поверхи та вище; лікарнях та лікувально-профілактичних закладах, дитячих садках та яслах, літніх таборах відпочинку, магазинах, підприємствах загального харчування та побутового обслуговування при об'ємі кожного будинку 5000 м² і більше та інших.

Найбільше поширення отримали протипожежні водопроводи, що складаються з мережі магістральних трубопроводів, пожежних стояків, пожежних кранів і, при необхідності, пожежних насосів. До складу обладнання пожежного крана входять (мал. 3.24): пожежний вентиль діаметром 50 або 65 мм, рукав (шланг) того ж діаметра довжиною 10, 15 або 20 м зі швидкоз'єднувальними напівгайками і пожежний ствол. Для промислових і громадських будинків пожежні крани повинні комплектува-

тися ручними вогнегасниками. Пожежні крани розташовують у шафах в місцях, легкодоступних для користування (вестибюлях коридорів, сходових клітинах тощо).



Мал. 3.24. Пожежні крани:

a — одиничний; *б* — спарений: 1 — ствол; 2 — котушка; 3 — кронштейн; 4 — вентиль; 5 — шафа; 6 — головка; 7 — рукав; 8 — полиця; 9 — стояк.

Струмін води з пожежного ствола мусить мати достатню енергію, щоб збити полум'я з поверхні, що горить, і тому робочою частиною струменя вважається лише його компактна частина, що є суцільним циліндром. Роздроблена частина струменя в рахунок не береться.

Кількість пожежних кранів у системі визначається з урахуванням зрощення всіх площин будинку компактними струменями. При гасінні пожежі може діяти один або декілька пожежних кранів одночасно. Проти-

пожежний водопровід має забезпечувати необхідну кількість води під повним напором до будь-якого пожежного крана. Кожен кран має розрахунковий радіус дії, який визначається за сумою довжини шланга і, як правило, половини довжини компактної частини струменя.

Витрати води на внутрішнє пожежегасіння і число струменів, що мають одночасно подаватися з пожежних кранів, визначаються за СНИП 2.04.01-85 залежно від призначення, кількості поверхів і об'єму будинку.

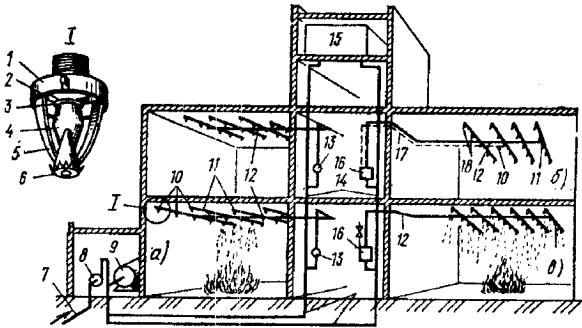
При трасуванні протипожежного водопроводу застосовують ті ж самі положення, що і при трасуванні холодного водопроводу, але використовують тільки металеві труби. Максимальний робочий тиск в системах протипожежного водопостачання приймають у 0,9 МПа; в об'єднаних з господарсько-питними — 0,6 МПа. В зв'язку з тим, що системи пожежегасіння будинків працюють рідко, доцільно їх об'єднувати з іншими системами водопостачання, оскільки в окремих системах вода застоюється в мережі, а насоси та арматура знаходяться без тиску.

Автоматичні спринклерні та дренчерні системи гасять вогонь без участі людини і одночасно подають сигнал пожежної тривоги. Їх влаштовують в театрах, гаражах, складських приміщеннях тощо.

Напівавтоматичні дренчерні системи та водяні завіси дистанційно вмикаються людьми при виникненні пожежі або небезпеці поширення вогню. Такі установки встановлюють для ізоляції окремих частин будинку: наприклад, сцени від залу глядачів, стоянки машин від ремонтно-профілактичних цехів тощо.

Спринклерна система будинку має джерела водопостачання (основне і автоматичне), магістральні трубопроводи, розподільчу мережу з спринклерами та вузол управління (мал. 3.25). Основне джерело водопостачання — зовнішня водопровідна мережа або пожежний резервуар. Автоматичне джерело водопостачання (водонапірний або гідропневматичний бак) служить для забезпечення витрат і напору води в системі до включення основного джерела водопостачання.

Спринклери (мал. 3.25а) спрацьовують при підвищенні температури і заливають вогнище. Вони мають корпус з штуцером, рамкою та розеткою. В корпусі є діафрагма з отвором, що закривається клапаном. Клапан притиснутий до отвору замком, який складається з частин, що скріплені легкоплавким сплавом. При підвищенні температури сплав розплавляється, замок розпадається, вода вибиває клапани і, розбризкуючись, зрошує площу у 9...12 м² приміщення.



Мал. 3.25. Автоматичні протипожежні системи:

а — спринклерна; б — автоматична дренчерна; в — дренчерна: 1 — корпус спринклера; 2 — діафрагма; 3, 13, 16 — клапани; 4 — замок; 5 — рама; 6 — розетка; 7 — ввід; 8 — насос; 9, 15 — баки для води; 10 — спринклери; 11, 12, 14, 17 — трубопроводи; 18 — дренчер.

Дренчери (мал. 3.25б,в) відрізняються від спринклерів тим, що не мають клапана та замка і вихідний отвір завжди відкритий. В автоматичних дренчерних системах теплочутливі замки (наприклад, термодатчик з електрозасувкою) встановлюються на трубопроводах групової дії, що подають воду одночасно до декількох зрошувачів.

У кожній секції число спринклерів не повинно перевищувати 800, а дренчерів — 70. На дренчерній мережі передбачають патрубков, що виводиться назовні для підключення пожежних машин.

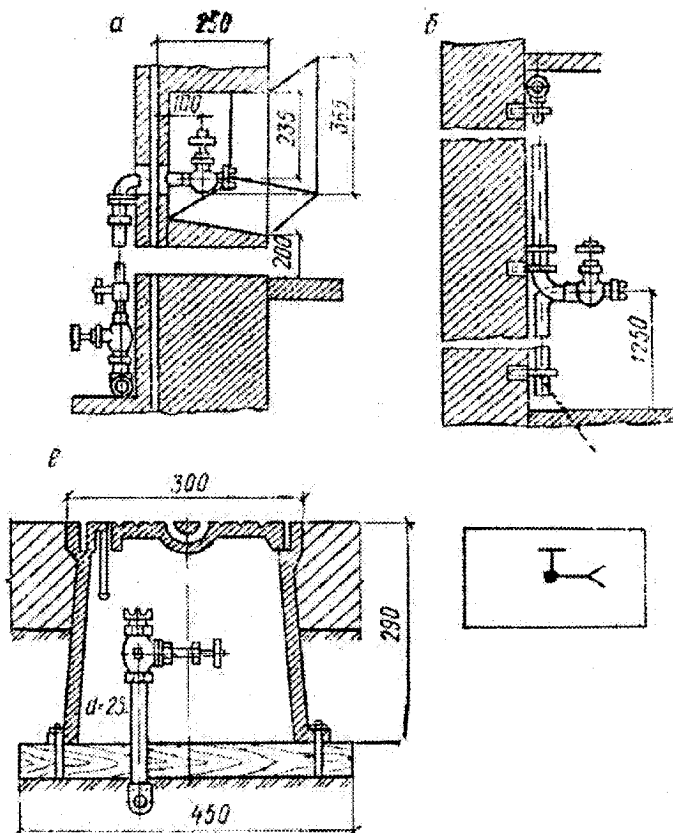
3.1.9. Поливальний водопровід

Для поливу територій навколо будинків, миття підлоги, стін і обладнання в приміщеннях проєктують поливальний водопровід, який під'єднують до мережі зовнішнього або внутрішнього водопроводу.

В житлових та громадських будинках поливальний водопровід об'єднують з господарсько-питним. В цьому випадку на мережі господарсько-питного водопостачання влаштовують поливальні крани. Ці крани виводять до зовнішніх стін (цоколя) будинку в ніші на висоті 0,3 — 0,35 м від поверхні вимощення через кожних 60 — 70 м по периметру будинку (мал. 3.26а). На підведеннях до кранів встановлюють запірні вентиля та спускні пристрої (вентилі або трійники з заглушками), що дозволяє відкочати крани на зиму і спускати з них воду. В окремих випадках поливальні крани можуть встановлюватись у землі — в чавунних колодязях (ковери) (мал. 3.26в).

Найчастіше в якості поливальних кранів використовують вентилі діаметром 25 мм, рідше — 15 і 32 мм.

Поливальні крани всередині приміщення (мал. 3.26б) встановлюють біля стін або колон на висоті 1,25 м від підлоги в душових приміщеннях при числі душів 3 і більше; в мильних відділеннях лазень; в умивальних кімнатах при числі умивальників 5 і більше; в туалетах з трьома і більше унітазами; в гардеробах робочого одягу забруднених виробництв, а також в інших приміщеннях, що потребують миття стін та підлоги.



Мал. 3.26. Схема розташування поливальних кранів

3.1.10. Особливості влаштування систем гарячого водопостачання

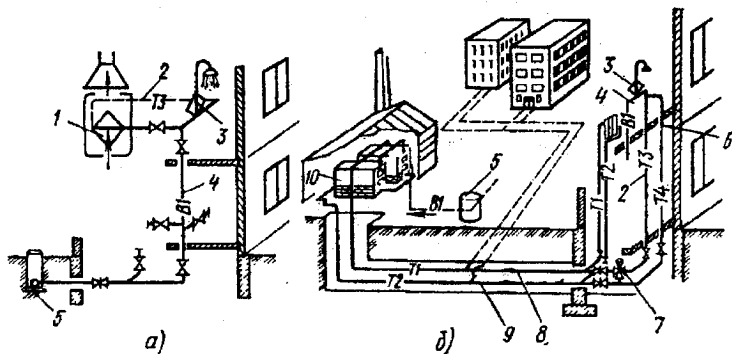
Системи гарячого водопостачання в житлових і громадських будинках призначені для подачі гарячої води, температура якої повинна бути не нижче 50°C і не вище 75°C . При користуванні гарячою водою споживач має можливість знижувати температуру до необхідної величини в змішувачах, що встановлюються в місцях водорозбору.

За необхідності більшої температури гарячої води (в лікувальних закладах, підприємствах громадського харчування тощо) влаштовують місцеві установки для нагріву води або кип'ятильники.

Залежно від призначення системи гарячого водопостачання поділяють на господарсько-побутові і виробничі. Ці системи допускається об'єднувати лише тоді, коли на технічні потреби використовується вода питної якості або коли внаслідок контакту з технологічним обладнанням не змінюється якість води.

У господарсько-побутових системах гарячого водопостачання якість води повинна відповідати вимогам державних стандартів на питну воду.

У виробничих системах якість води визначається за технологічними потребами. Системи гарячого водопостачання залежно від місця приготування гарячої води поділяють на місцеві і централізовані (мал. 3.27).



Мал. 3.27. Системи гарячого водопостачання:

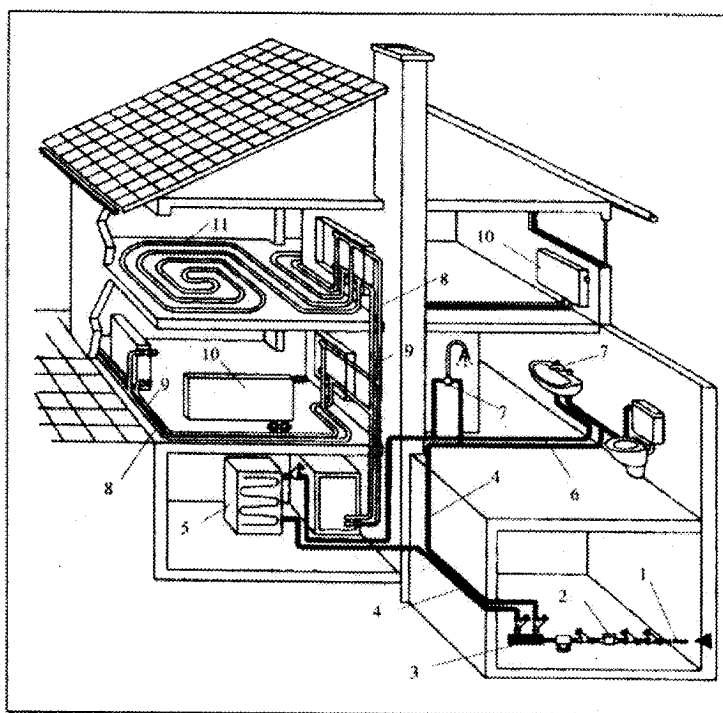
а — місцева; б — централізована (відкрита): 1 — водонагрівач; 2 — розподільча мережа; 3 — водорозбірна арматура; 4 — мережа холодного водопроводу; 5 — колодезь; 6 — циркуляційна мережа; 7 — терморегулятор; 8, 9 — трубопроводи; 10 — водогрійний котел; Т1 — трубопровід подачі гарячої води; Т2 — зворотний трубопровід гарячої води; Т3 — гаряче водопостачання; Т4 — циркуляційний трубопровід; В1 — трубопровід холодної води.

Місцеві системи (мал. 3.27а) влаштовують у невеликих будинках, де нагрівання води здійснюється для кожного споживача або групи споживачів.

Вода із системи холодного водопостачання подається на місцеву установку (місцевий водонагрівач), в якій використовуються газ, тверде паливо, електроенергія тощо.

За наявності в будинках газопостачання і централізованого опалення, приготування води може здійснюватись у швидкоістихних і ємнісних газових водонагрівачах.

У малоквартирних будинках інколи використовують систему гарячого водопостачання, поєднану з опаленням (мал. 3.28).



Мал. 3.28. Схема гарячого водопроводу, поєднаного з системою опалення:
1 — ввід холодного водопроводу; 2 — водолічильник; 3 — підключення санітарно-технічного обладнання; 4 — трубопровід холодної води; 5 — котел; 6 — трубопровід гарячої води; 7 — водорозбірна арматура; 8 — подаючий теплопровід опалення; 9 — зворотний теплопровід опалення; 10 — опалювальні прилади; 11 — опалення підлоги.

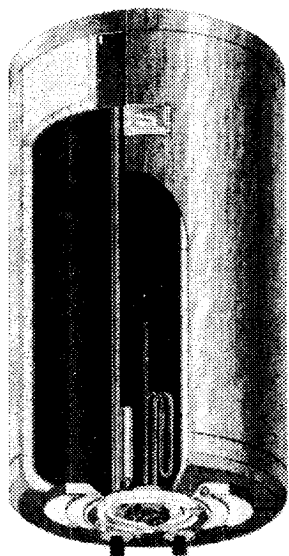
В цих системах найчастіше використовуються двоконтурні котли або газові проточні водонагрівачі, які працюють у двох режимах: опалення і гарячого водопостачання. Такі котли обладнані двома теплообмінниками (один призначений для приготування гарячої води в системі опалення, другий — для приготування гарячої води в системі водопостачання).

Використання теплогенератора, який обслуговує системи опалення і гарячого водопостачання, має певні незручності, адже режим теплопостачання цих систем суттєво відрізняється. Система опалення протягом дня має стабільне теплопостачання, тоді як гаряче водопостачання характеризується нерівномірним навантаженням з різко вираженими «піками» вранці і надвечір.

Згідно з тепловими розрахунками і даними спостережень пікове споживання тепла системою гарячого водопостачання, як правило, перевищує навантаження в системі опалення. Якщо встановити в будинку теплогенератор на сумарне теплове навантаження опалення і гарячого водопостачання, то його установлена потужність виявиться завищеною. Внаслідок цього в періоди, коли відсутній водорозбір, теплогенератор буде працювати недовантаженим. Тому при використанні ємнісного водонагрівача його продуктивність за теплом потрібно обирати, виходячи із витрати тепла на опалення, а його ємність — на приготування води для однієї ванни.

Вибір котельного обладнання потрібно здійснювати, ґрунтуючись на потрібній потужності, схемі системи (окреме гаряче водопостачання чи поєднане з системою опалення), ефективності котлів, виді палива, довговічності, технічних і економічних характеристиках. Серед них не останнє місце займає зовнішній вигляд агрегатів, компактність. Так, настінні котли дозволяють економити корисну площу помешкання. Зокрема, вироби французької фірми FRISQUET зарекомендували себе високою якістю і довготривалим терміном роботи теплообмінників, виготовлених з міді, що запобігає відкладенню продуктів горіння і зберігає високий ККД (до 95,3 %) понад 20 років.

Електричні водонагрівачі — найбільш гігієнічні і безпечні в пожежному відношенні пристрої. Широкого розповсюдження набули *ємнісні електроводонагрівачі* (мал. 3.29), які складаються з корпусу, що вміщує бак на 10 — 200 л води і більше, покритого теплоізоляцією, електронагрівного елемента — тону, регулятора температури, який відключає нагрівач у разі досягнення заданої температури, змішувача для заповнення нагрівача і відбору гарячої води. Зокрема, водонагрівач марки ТНЕКМЕХ складається з двох сталевих баків: внутрішнього і зовнішнього з теплоізоляційним прошарком з пінополіуретану, який надає водонагрівачу властивості термоса (за 12 годин випробовувань зниження температури становило всього 5°С). Теплоізоляція і тону пониженої потужності забезпечують



Мал. 3.29. Ємнісний електричний водонагрівач

економічну експлуатацію водонагрівача. Потужність тенів становить 1,2—2,4 кВт за напруги 220 В. Внутрішній сталевий бак зсередини покритий склофаянсом, який захищає його від окислення та корозії. Водонагрівач працює в автоматичному режимі, забезпечуючи заповнення бака водою, контроль за рівнем і температурою води, захист від закипання. Температура води задається в інтервалі від 26 до 78°С. Моделі різних об'ємів забезпечують різну інтенсивність надходження гарячої води: водонагрівачі місткістю 10, 15 і 30 л забезпечують безперерйну подачу гарячої води на кухонні потреби; 80 і 100 л — подачу гарячої води у ванну і на кухню; 150 і 200 л — подачу гарячої води тим споживачам, які ні в чому собі не відмовляють і полюбляють користуватися гарячою водою тривалий час (понад 3 години).

Електроводонагрівач влаштовують безпосередньо на стіні помешкання над приладом, в який подається гаряча вода, таким чином, щоб змішувач розташовувався на висоті 1—1,1 м від підлоги.

Централізовані системи гарячого водопостачання (мал. 3.27б) завдяки їх економічності, простоті експлуатації та обслуговування найчастіше використовуються в житлових і громадських будівлях. Їх влаштовують за наявності потужних джерел тепла (ТЕЦ, районних котельень тощо).

В централізованих системах гарячого водопостачання воду нагрівають для групи споживачів в одному місці і транспортують її трубопроводами до місць витрачання. Схема системи гарячого водопроводу, кількість елементів у системі та їх взаємне розташування залежать від режиму водоспоживання, типу пристроїв для нагрівання води, довжини трубопроводів тощо.

Вода в системах централізованого гарячого водопостачання може нагріватися за відкритою чи закритою схемами.

У відкритій схемі гаряча вода забирається безпосередньо з теплової мережі. Вода нагрівається в котлах, розташованих у центральних котельнях або теплообмінниках ТЕЦ, і квартальною мережею подається до системи опалення, а розподільчою мережею — на гаряче водопостачання

окремих будинків. Циркуляційні трубопроводи повертають охолоджену воду в котли для її підігріву.

Така схема є простою і довговічною, адже система живиться ретельно очищеною водою, що необхідна для роботи котлів без утворення накипу.

Недоліком схеми є велика потужність установок для водопідготовки, які повинні очищати всю воду, що подається в систему водопостачання. Через це схему використовують лише за низької карбонатної твердості природної води.

В закритих схемах тепло від котлів передається теплоносію (перегрітій воді, парові тощо), який теплофікаційною мережею подається до водонагрівача. Вода з системи холодного водопостачання проходить через водонагрівач, нагрівається і подається в розподільчу мережу. Недоліком закритої схеми є необхідність використання водонагрівачів та прокладання внутрішньоквартальної мережі трубопроводів. Проте в цій схемі установки для водопідготовки мають невелику потужність, адже теплоносій не витрачається, а повністю повертається в котел у той час, як споживач отримує гарячу воду питної якості з міського водопроводу. Крім того, котли перебувають під постійним тиском, який не залежить від тиску в системі гарячого водопостачання. Завдяки цим перевагам закриті системи гарячого водопостачання здобули широке використання в наш час.

Проточні електроводонагрівачі вимагають значних потужностей, що призводить до перевантаження електричних мереж, тому їх використання обмежене тільки виробничими та громадськими будівлями.

Місцеві установки для приготування гарячої води обслуговують один або декілька пристроїв (наприклад, в межах однієї квартири). Приготування гарячої води в таких системах здійснюють у малопотужних генераторах тепла (газові водонагрівачі, малооб'ємні котли тощо).

Всі централізовані системи гарячого водопостачання проєктують з циркуляційними трубопроводами. Без таких трубопроводів при відсутності водорозбору вода в подаючих остигає і споживачі отримують спочатку охолоджену воду, яку зливають в каналізацію. При цьому виникають втрати води і тепла, які тим більші, чим більші діаметри і довжини подаючих трубопроводів. Циркуляційні трубопроводи в системах гарячого водопостачання можуть функціонувати цілодобово (житлові будинки, готелі, лікарні тощо) або тільки перед початком водорозбору, якщо споживання гарячої води проходить періодично (наприклад, душові промислових підприємств). Слід зазначити, що в житлових будинках з числом поверхів до 4-х включно, при відсутності приладів для сушіння рушників циркуляцію води передбачають тільки в магістральних трубах до початку водорозбірних стояків.

У системах гарячого водопостачання може бути природна циркуляція води під дією гравітаційного напору, коли рух гарячої води зумовле-

ний зміною її густини при зміні температури, та примусова циркуляція, що здійснюється за рахунок роботи циркуляційних насосів.

Тупикові мережі гарячого водопостачання (без циркуляції) дозволяється застосовувати тільки в місцевих системах або в системах з тривалим безперервним розбором води (наприклад, у лазнях). Допускається також не передбачати циркуляцію в системах з регламентованим в часі споживанням гарячої води, якщо температура її в цей час в місцях водорозбору буде не нижчою, ніж потрібно.

Для мереж гарячого водопостачання використовують оцинковані сталеві труби. Рідше — пластмасові, металопластикові та мідні труби. Всі трубопроводи системи гарячого водопостачання, за виключенням квартирних підведень і рушникосушарок, повинні бути покриті ізоляцією, товщина і якість якої повинна забезпечувати нормовану величину тепловтрат.

3.1.11. Гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі та побудова її аксонометричної схеми

При проектуванні внутрішніх мереж водопроводу спочатку виконують трасування мережі на планах підвалу і поверхах. При цьому на плані поверху позначають місця прокладання стояків і підведень до приладів. Запроектовані стояки переносять на план підвалу і проектують там місця розташування водомірного вузла, магістральних труб і поливальних кранів.

Після трасування водопровідної мережі креслять її аксонометричну схему, яка враховує, що:

- горизонтально розміщені на планах лінії трубопроводів креслять також горизонтально;
- вертикально розміщені на планах лінії трубопроводів викреслюються з кутом нахилу 45° зліва направо без спотворень;
- стояки і вертикальні ділянки підводок до водорозбірної арматури, показані на планах точками, креслять вертикальними лініями.

Аксонометричну схему внутрішнього водопроводу креслять в масштабі планів поверху з позначенням усіх трубопроводів, приладів, запірної та регульовальної арматури, водорозбірних кранів. Ці елементи показують прийнятими умовними позначеннями.

Для подальших розрахунків на виконаній аксонометричній схемі обирають головний розрахунковий напрямок (від вводу до найвіддаленішого і найвище розташованого водорозбірного пристрою — диктуючого) і розбивають його на розрахункові ділянки — відрізки мережі між двома вузловими точками. На схемі проставляють номери вузлових точок (1, 2, 3 тощо) і довжини розрахункових ділянок. Ділянки нумерують за

вузловими точками (1 — 2, 2 — 3 тощо). Нумерацію точок починають від диктуючого пристрою, йдучи проти руху води до водомірного вузла. Діаметри труб на ділянках проставляють після розрахунку. На схемі відповідними умовними позначками проставляють відмітки підлоги підвалу, вводу, чистої підлоги поверхів, поверхні землі біля будинку, диктуючого водорозбірного пристрою (якщо у водопроводі є насоси, позначками показують їхні осі).

Гідравлічний розрахунок мережі і насосів без регульовальних баків проводять за максимальними витратами води. Розрахунку підлягає ділянка трубопроводу від диктуючого приладу до вводу, розбита на аксонометричній схемі на розрахункові ділянки (розрахунковий напрямок). Метою розрахунку є визначення діаметрів труб на кожній з цих ділянок, потрібних для пропуску по них витрат води при допустимих швидкостях руху, а також визначення загальних втрат напору при переміщенні води цими ділянками.

Знаючи витрати води на кожній ділянці, обирають, користуючись таблицями для гідравлічного розрахунку, діаметри труб та одиничні втрати напору на тертя i . Загальні втрати напору на кожній ділянці, m :

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_l) \quad (3.15)$$

де i — одиничні втрати напору на тертя, m ; l — довжина ділянки, m ; k_l — коефіцієнт, який враховує втрати напору у місцевих опорах мережі (для господарсько-питних водопроводів житлових і громадських будинків $k_l = 0,3$).

Сума загальних втрат напору на окремих ділянках ΣH дає величину загальних втрат напору на розрахунковому напрямку.

Гідравлічний розрахунок виконується у табличній формі (табл. 3.3). В графу 1 заносять номери ділянок від диктуючого приладу до водомірного вузла (або, якщо не проводився окремий розрахунок вводу, то до зовнішньої мережі). На аксонометричній схемі визначають відповідні довжини ділянок і заносять їх значення в графу 9.

Таблиця 3.3.

3.3. Гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі

Розрахункова ділянка	Ймовірність дії, P	Кількість приладів, N	P-N	CC	Розрахункові витрати, л/с	Діаметр труб, мм	Швидкість руху, м/с	Довжина ділянки, м	Втрати напору, м	
									1000і	на ділянці $H = i \cdot l \cdot (1 + k_l)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2										
2-3...										

Обчисливши загальні втрати напору на розрахунковому напрямку, визначають загальний потрібний напір для водопостачання будинку, м:

$$H_{\text{потр}} = h_{\text{г}} + h_{\text{вв}} + h + \Sigma h + h_{\text{роб}}, \quad (3.16)$$

де $h_{\text{г}}$ — геометрична висота підйому води, яка визначається як різниця відміток диктуючого приладу і труб зовнішньої мережі водопроводу в точці підключення, м; $h_{\text{вв}}$ — втрати напору на вводі, якщо вони не враховані при визначенні величини Σh , м; h — втрати напору у водомірі, м; $h_{\text{роб}}$ — робочий напір перед водорозбірним пристроєм, необхідний для забезпечення його нормальної роботи, м (табл. 3.1).

Обчислене значення потрібного напору $H_{\text{потр}}$ необхідно порівняти із значенням гарантованого напору $H_{\text{гар}}$. Якщо різниця між ними менша за 1 м, то результати розрахунків задовільні, якщо більша, необхідно зменшити діаметри труб на ділянках мережі. У випадку, коли $H_{\text{потр}} < H_{\text{гар}}$ більше, ніж на 0,5 м, слід перевірити можливість збільшення діаметрів найнавантажніших ділянок мережі з метою зменшення потрібного напору, щоб виконувалась умова $H_{\text{потр}} \leq H_{\text{гар}}$. Якщо це неможливо, то слід запроектувати підвищувальну установку.

Гідравлічний розрахунок систем гарячого водопостачання відрізняється від розрахунку холодного водопроводу тим, що враховують розрахункові витрати гарячої води і циркуляційні витрати, заростання трубопроводів і наявність водонагрівачів. При заростанні труб за рахунок відкладень накипу зменшується внутрішній діаметр труб, і при цьому втрати напору збільшуються приблизно на 20 %. Для компенсування втрат тепла в системі в подаючих трубопроводах, крім розрахункових витрат на господарські потреби, враховують подачу циркуляційних витрат води. При виконанні розрахунку проводять ув'язку втрат напору в подаючих і циркуляційних трубопроводах для різних гілок системи гарячого водопостачання. Перш ніж вирішувати задачі з підбору циркуляційного насоса, слід перевірити можливість забезпечення природної циркуляції води в системі, тобто достатність гравітаційного напору для додання втрат напору в трубах. При необхідності проектування підвищувального і циркуляційного насосів рекомендується застосовувати один підвищувально-циркуляційний насос.

3.1.12. Основні положення з експлуатації систем водопостачання

Після виконання всіх монтажних робіт систему випробовують на справність арматури і обладнання на герметичність. Випробовування на герметичність проводять до закладання трубопроводів у стінах (при прихованому прокладанні) і до накладання ізоляції та фарбування. Мережі

холодного і гарячого водопроводів випробовують гідравлічним способом тиском, що перевищує робочий на 0,5 МПа, але не більше ніж 1 МПа протягом 10 хв.; зниження тиску при цьому допускається не більше ніж на 0,1 МПа. Результати випробувань оформлюють актом.

В зимовий період випробування проводять тільки після вводу в дію системи опалення.

Під час прийому водопроводу в експлуатацію перевіряють відповідність монтажу затвердженому проекту, міцність кріплень, наявність уклонів для спорожнення труб, відсутність витоків води в арматурі, з'єднаннях, обладнанні, ефективність вмикання і вимикання, роботу системи автоматизації. В системах гарячого водопостачання, крім того, перевіряють температуру в різних точках системи, прогрів рушникосушарок в циркуляційному режимі, роботу водонагрівачів і циркуляційних насосів.

Випробування і прийом насосних установок проводять в період обкатки. При цьому насосні установки спочатку випробовують на холостому ході, а потім під навантаженням. Перед випробуванням установки ретельно оглядають, перевіряють надійність кріплень, відсутність всередині будь-яких предметів (прокладок, болтів тощо). Для цього вал насосу повертають вручну і вмикають на 3—5 хв. При появі сторонніх шумів насос вимикають і розбирають. При нормальній роботі насос обкатують 12—15 хв., після чого перевіряють частини, що труться, на відсутність нагрівання та інших недоліків. Причини нагріву можуть бути неточності під'єднання, перекоси, туго затягування, забрудненість масла. Потім насос обкатують 1 год. і 6 год., контролюючи його стан. Якщо не буде виявлено дефектів, насос включають в експлуатацію і ставлять під навантаження.

За результатами випробувань системи водопостачання складають акт, який разом з актом на приховані роботи, актом приймання і виконавчої документації (робочі креслення, дані про розрахункові витрати і тиск тощо) передаються організації, що буде здійснювати експлуатацію.

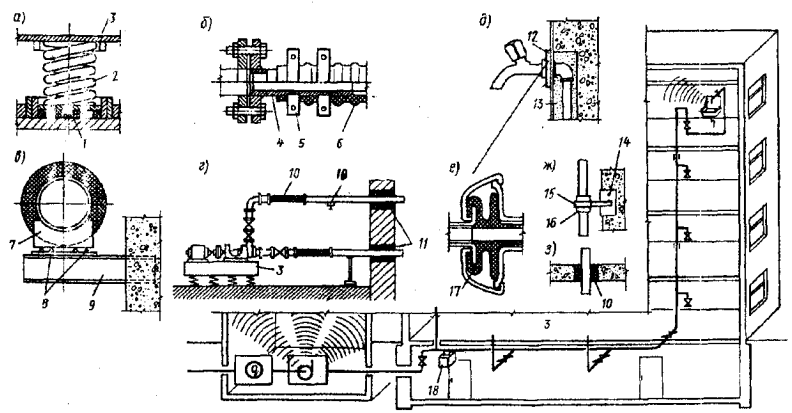
Основні завдання експлуатаційних організацій такі:

1. Нагляд за системами (трубопроводами, арматурою, насосними установками, водонагрівачами) і усунення недоліків, що викликають перебої в подачі води споживачам.
2. Контроль за споживанням води і тиском на вводах і в системах, що дозволяє виявити і усунути втрапи води.
3. Запобігання замерзанню води в трубопроводах системи і утворенню конденсату.
4. Захист трубопроводів від корозії та заростання.
5. Боротьба з шумом, що виникає при роботі систем.

Профілактичні огляди системи проводять не рідше одного разу на два місяці. При огляді проводять профілактичний ремонт, налагодження та регулювання арматури та обладнання (заміна прокладок, набивка сальників, регулювання тиску на вводи тощо). Стан роботи системи гарячого водопостачання перевіряють шляхом вимірювання температури в місцях водорозбору, біля водонагрівачів і в циркуляційній магістралі.

Для запобігання утворення відкладень у трубах і обладнанні, а також для захисту їх від внутрішньої корозії слід передбачати заходи зі спеціальної обробки холодної води, яка підігривається для системи гарячого водопостачання (іонний обмін, термічна та вакуумна деаерація, магнітна обробка, електрохімічний захист і хімічна обробка).

Для зменшення шуму в системах водопостачання передбачають: встановлення малоз шумного обладнання; усунення причин шумоутворення в обладнанні (закріплення клапанів і прокладок в арматурі, заміна зношених деталей, балансування насосів, двигунів тощо); звукоізоляція трубопроводів, насосних установок, арматури; влаштування звукоізоляції приміщень і раціональне розташування обладнання в приміщеннях (мал. 3.30). Належна організація експлуатації систем водопостачання суттєво покращить роботу системи в цілому і забезпечить раціональне використання води та енергоносіїв.



Мал. 3.30. Обладнання для боротьби з шумом:

1 — перфорована гумова прокладка; 2 — пружина; 3 — фундамент насосу; 4 — патрубок; 5 — хомут; 6 — гумовий армований шланг; 7 — дерев'яна підставка; 8 — гумові призматичні прокладки; 9 — кронштейн; 10 — вібровставка; 11 — прокладка з еластичного матеріалу; 12 — гумова шайба; 13 — звукопоглинаючий матеріал; 14 — звукопоглинаюча вставка; 15 — кріплення; 16 — прокладка; 17 — гумова муфта; 18 — вантаж.

3.2 Внутрішня каналізація

3.2.1. Системи та основні елементи внутрішньої каналізації

Внутрішня каналізація — це система трубопроводів та інженерного обладнання, що забезпечують організований прийом стічних вод у місцях їх утворення та транспортування забруднених стоків за межі будинку у зовнішні мережі. За необхідності до системи внутрішньої каналізації можуть входити споруди місцевого підкачування або локального очищення стічних вод.

Системи внутрішньої каналізації поділяють за: способом збору та видалення забруднень, характеристикою стічних вод, сферою обслуговування, наявністю спеціального обладнання та вентиляційні мережі.

За способом збору та видалення забруднень розрізняють вивізну і сплавну каналізацію. При вивізній каналізації рідкі забруднення в неканалізованих районах збирають децентралізовано (вигріби, люфтклозети), періодично вивозячи їх автотранспортом на очисні споруди. При сплавній системі забруднення розбавляються водою і транспортуються за межі будинку в зовнішні каналізаційні мережі.

За характеристикою стічних вод системи внутрішньої каналізації бувають побутові, виробничі та дощові (водостоки). Побутова каналізація відводить забруднену воду після миття посуду, продуктів, прання білизни, санітарно-гігієнічних процедур, а також фекальні стоки, що містять рідкі та тверді виділення людини. Виробнича каналізація виводить за межі будівель виробничі стічні води, що утворилися в технологічному процесі. Внутрішні водостоки (дощова каналізація) відводять з даху будинків дощові та талі води.

За сферою обслуговування розрізняють об'єднані та роздільні системи каналізації. Об'єднані системи використовують у тих випадках, коли змішування різних стічних вод не утворює токсичних, вибухонебезпечних або інших речовин, що перешкоджають безпечному транспортуванню і очищенню стічних вод. Роздільні системи каналізації (наприклад, побутової і виробничої) доцільно влаштовувати на підприємствах, якщо виробничі стоки потребують локального очищення.

Системи внутрішньої каналізації можуть бути простими, тобто без спеціального обладнання, та зі спеціальним обладнанням (наприклад, місцеві установки підкачування або очищення стічних вод перед їх відведенням у зовнішні мережі).

Перераховані системи каналізації видаляють забруднення в рідкому стані (стічні води). Тверді відходи, сміття видаляють сміттєпроводами, які також належать до систем каналізації (каналізація твердих відходів).

Система внутрішньої каналізації (мал. 3.31) складається з таких основних елементів: приймачів стічних вод (санітарні прилади, воронки, трапи тощо), гідравлічних затворів, внутрішньої каналізаційної мережі (поверхові відвідні труби, стояки, горизонтальні ділянки і випуски).

Приймачі стічних вод збирають забруднену воду і відводять її в каналізаційну мережу. Гідравлічні затвори перешкоджають попаданню газів з каналізаційної мережі в приміщення. Поверхові відвідні труби з'єднують приймачі стічних вод зі стояками. Каналізаційні стояки можуть мати витяжну частину (вентильовані стояки) або бути без неї — невентильовані. Горизонтальні ділянки об'єднують стояки з випусками.

Внутрішня каналізація закінчується випуском, який підключається до колодезя, що розташований поза будинком.

3.2.2. Дворові та квартальні мережі

На території житлових кварталів та підприємств проектують систему каналізаційних трубопроводів, через яку стоки з внутрішньої каналізації відводяться до вуличних мереж. Залежно від розташування трубопроводів на території населеного пункту чи підприємства ця система називається дворовою, квартальною або заводською мережею.

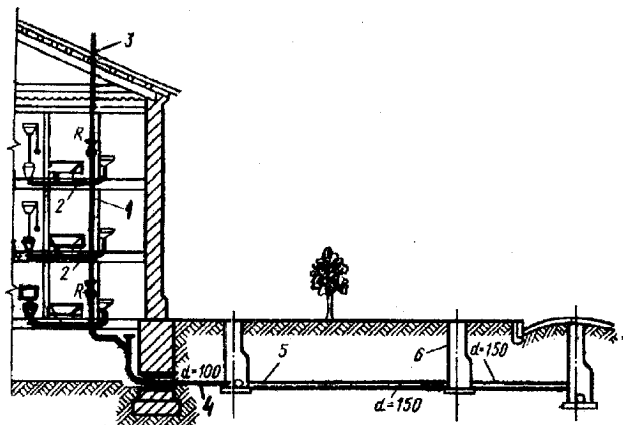
Дворова мережа обслуговує один або декілька будинків, квартальна — значно більшу групу будинків в межах кварталу, а заводська прокладається на території підприємства.

Дворові, квартальні та заводські мережі прокладають з керамічних, азбестоцементних, бетонних, залізобетонних та пластмасових труб. Металеві труби використовують лише за особливих умов (наприклад, просідні ґрунти). Трубопроводи каналізаційної мережі прокладають, як правило, паралельно будинкам, об'єднуючи всі випуски внутрішніх каналізаційних мереж цих будинків. Відстань від стіни будинку приймається не менше 3,5 — 5,0 м, щоб при проведенні земляних робіт не пошкодити основу фундаменту будинку. Подальший відвід стічних вод здійснюється самотливом найкоротшим напрямком до контрольного колодезя, а потім до вуличного колектори зовнішньої каналізації населеного пункту.

Не слід прокладати мережі територією, де в подальшому передбачається забудова. Віддаль між каналізаційними та іншими мережами приймають відповідно до нормативних документів на проектування генеральних планів.

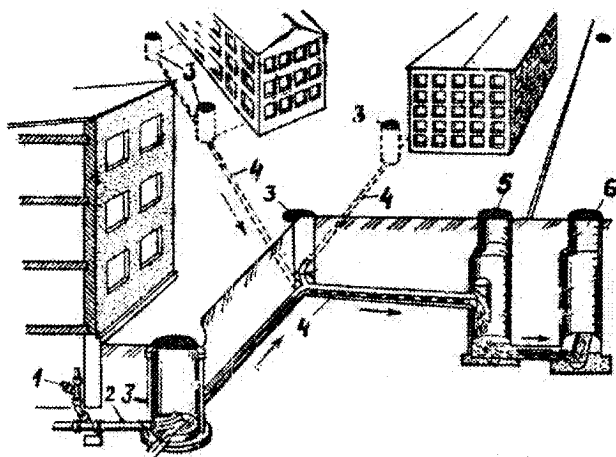
Діаметр і уклон труб дворової та квартальної каналізації визначають за розрахунком, але приймають діаметри труб не менше 150 мм для господарсько-побутової каналізації і не менше 200 мм — для дощової та загальносплавної. На ділянках між колодезями прокладають труби одного діаметру з постійним уклоном без переломів. Труби різних діаметрів

з'єднують у колодязях "шелига в шелігу", тобто верх труб знаходиться на одному рівні. Початкова глибина закладання дворової мережі визначається глибиною випуску в колодязі.



Мал. 3.31. Схема внутрішньої каналізації:

1 — каналізаційний стояк; 2 — поверхові відвідні лінії; 3 — витяжна частина стояка; 4 — випуск; 5 — дворова мережа; 6 — контрольний колодязь (КК); 7 — вуличний колектор.



Мал. 3.32. Дворова каналізаційна мережа:

1 — прочистка; 2 — випуск; 3 — дворовий колодязь; 4 — дворові мережі; 5 — контрольний колодязь; 6 — колодязь вуличної мережі.

Колодязі на мережах влаштовують у місцях приєднання випусків з будинків, приєднань бокових підключень, зміни діаметра і уклону труб, повороту лінії в плані та при перепадах. Оглядові колодязі розташовують на прямих ділянках на відстані один від одного не більше 35 м за діаметру труб 150 мм і 40 — 50 м — за діаметру труб більше 150 мм. Для контролю за складом стічних вод, що скидаються в міську каналізацію, в кінці дворової каналізації на відстані 1,0 — 1,5 м від червоної лінії забудови влаштовують контрольний колодезь. Досить часто в ньому роблять перепад, оскільки заглиблення вуличного колектора, як правило, значно більше, ніж дворових мереж (мал. 3.32).

3.2.3. Приймачі стічних вод

Приймачі стічних вод виконують у вигляді відкритих посудин або воронок, що збирають забруднену воду.

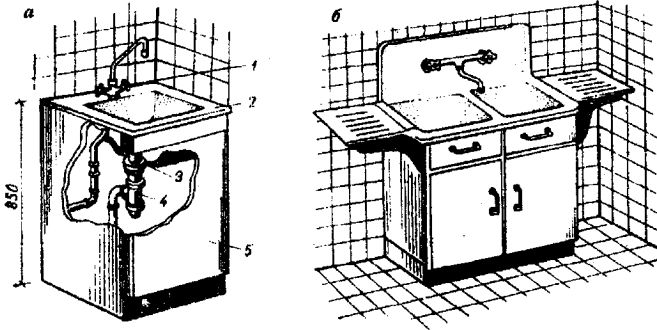
Приймачами стічних вод служать санітарно-технічні прилади (мийки, раковини, умивальники, ванни, душеві піддони, біде, унітази, пісуари); спеціальні санітарно-технічні прилади (лікувальні ванни та оздоровчі душі, медичні умивальники, спеціальні мийки тощо); пристрої для прийому виробничих стічних вод (лотки, трапи, приймальні решітки, прямки, воронки тощо); водостічні воронки, що призначені для збору і відведення з даху дощових або талих вод.

Основні вимоги, що ставляться до приймачів стічних вод, — це простота їх конструкції, високі гігієнічні показники та зручність в експлуатації. Приймачі стічних вод повинні виготовлятися з міцного водонепроникаючого матеріалу, що не піддається перепаду температур та хімічній дії стічних вод. Поверхню приладів для зручності промивання роблять гладкою із заокругленими формами. Санітарні прилади кріплять до будівельних конструкцій за допомогою дюбелів, шурупів або клею.

У випусках всіх приймачів стічних вод (крім унітазів) є решітки для затримання твердих забруднень, що можуть викликати засмічення трубопроводу.

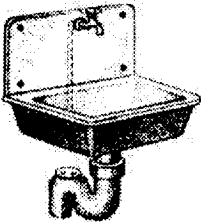
Мийки збирають забруднену воду, що утворюється при підготовці харчових продуктів, митті посуду та столових приладів. Мийки виготовляють з чавуну або сталі з емальованим покриттям на одне або два відділення (мал. 3.33). Найчастіше для виготовлення мийок використовують нержавіючу сталь. Встановлюють мийки на кухнях житлових будинків, підприємств загального харчування, харчоблоках громадських та лікувальних закладів. Змішувачі мийок встановлюють на висоті 0,15 — 0,20 м від борту, що зручно для наповнення чайників, каструль та інших побутових ємностей. До випуску-решітки мийки, який розташовують у

центрі або кутку, під'єднують гідрозатвір. Мийки на два відділення об-
ладнують двома випусками і одним гідрозатвором.

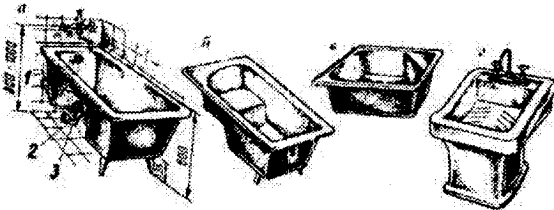


Мал. 3.33. Мийки:

а — на одне відділення; б — на два відділення: 1 — арматура; 2 — чаша мийки; 3 — перелив; 4 — гідрозатвір; 5 — шафа.



Мал. 3.34. Раковина



Мал. 3.35. Ванни:

а — звичайна; б — сидяча; в — глибокий піддон; г — для миття ніг: 1 — перелив; 2 — гідрозатвір; 3 — випуск.

Раковини (мал. 3.34) встановлюють у тих приміщеннях, де необхідно зливати брудну воду або мити прибиральний інвентар (котельні, лабораторії, біля технологічного обладнання тощо). Іноді раковини встановлюють в кухнях житлових будинків. Стіна за раковиною захищається

від води металевую стінкою. Раковини обладнують настінними водорозбірними кранами або змішувачами на висоті 0,2-0,25 м від борту, що дозволяє наповнити відро. В центрі раковини є випуск-решітка, до якого під'єднується гідрозатвір.

Ванни (мал. 3.35) можуть мати різну форму, але в основному їх виготовляють круглобортними і прямобортними шириною 700 і 750 мм, довжиною 1500 і 1700 мм, глибиною 445 і 460 мм. Висота розташування борта ванни над підлогою приймається 0,6 — 0,65 м. Значно рідше встановлюють сидячі ванни та напівванни (глибокі піддони).

Внутрішню поверхню ванн покривають емаллю, а зовнішню — фарбою. Ванни обладнують випуском, переливом та сифоном. Вся арматура (наповнювальна та зливна) встановлюються лише в торці ванни зі сторони ніг. Холодна і гаряча вода подається у ванни через змішувачі з душового сіткою.

Ванни встановлюють з похилом у сторону випуску і для вирівнювання електричних потенціалів корпус з'єднують з трубопроводом спеціальним металічним провідником.

Ванни для миття ніг (мал. 3.35) встановлюють в дитячих закладах, таборах, будинках літнього відпочинку тощо. Найчастіше їх виготовляють у вигляді керамічної чаші, що встановлюється на підлозі.

Сучасні типи ванн (мал. 3.36) передбачають під'єднання насоса та компресора. Насос подає воду на борт ванни для створення водоспаду та крізь регульовані форсунки — для гідромасажу. Стиснене повітря, що подається від компресора крізь отвори для виходу повітря, утворює у ванні вируючі потоки. Подають воду у ванну через термостагічні водорозбірні змішувачі. Управління всім інженерним обладнанням здійснюється сенсорною панеллю, яка розташована на борту ванни.

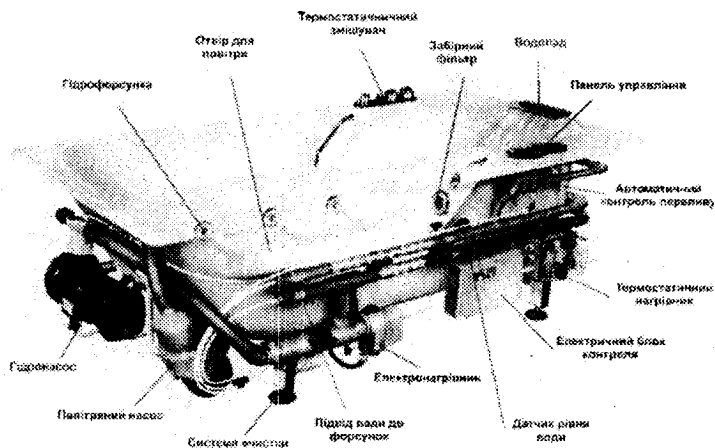
Умивальники виготовляють довжиною 400-700 мм, шириною 300-600 мм, глибиною 135-150 мм. Форма їх може бути різною: прямокутні, вигнуті, овальні, напівкруглі, з спинкою або без неї.

Умивальники комплектують туалетними кранами або змішувачами. Для відводу води в центрі умивальника є випуск, що з'єднує чашу умивальника та гідрозатвір. У випадку використання умивальників для прання або миття голови їх додатково обладнують корком та прихованим переливом (мал. 3.37е).

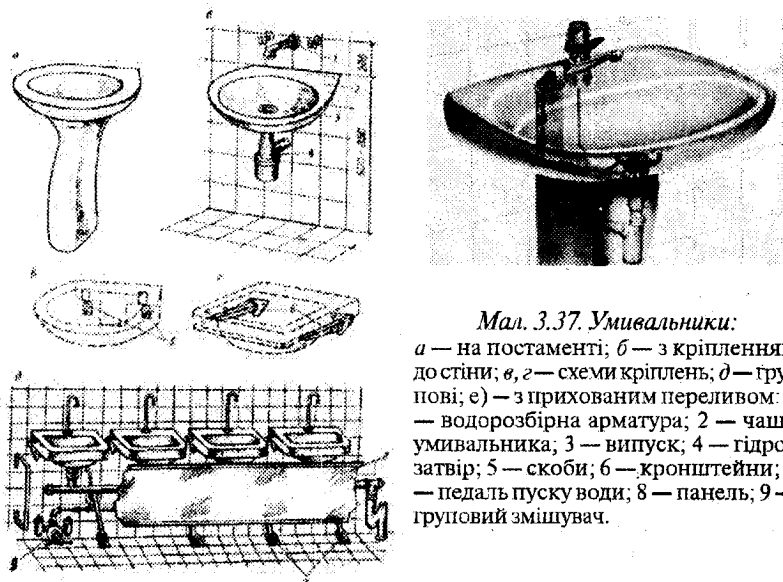
Умивальники можуть встановлюватись на постаменті або кріпитись до стіни (мал. 3.37). В адміністративних будинках застосовують групові умивальники з одним спільним гідрозатвором (мал. 3.37д).

Душі призначені для миття і оздоровчих процедур під проточною водою. Душі гігієнічні, займають мало місця і тому широко використовуються у виробничих та громадських будівлях. За відсутності ванн душі можуть встановлюватись у житлових будинках .

Душові кабінки, як правило, мають довжину і ширину 0,9-1,0 м, висоту перегородки — 2 м (мал. 3.38). В підлозі душових кабін встановлюють трап або піддон для спуску води в каналізацію. Матеріали стін і підлоги душових кабін не повинні вбирати вологу.

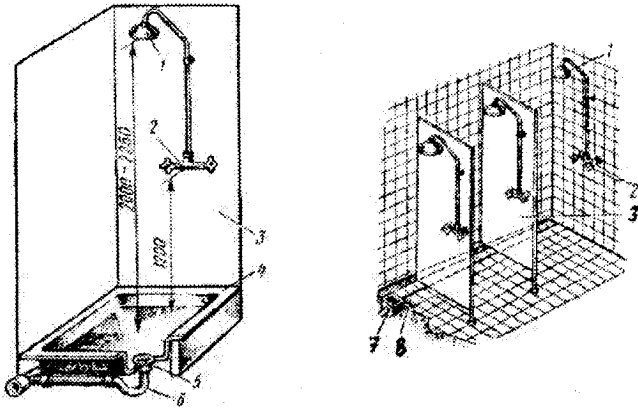


Мал. 3.36. Інженерне обладнання сучасних ванн



Мал. 3.37. Умивальники:

а — на постаменті; б — з кріпленням до стіни; в, г — схеми кріплення; д — групові; е) — з прихованим передливом: 1 — водорозбірна арматура; 2 — чаша умивальника; 3 — випуск; 4 — гідрозатвір; 5 — скоби; 6 — кронштейни; 7 — педаль пуску води; 8 — панель; 9 — груповий змішувач.

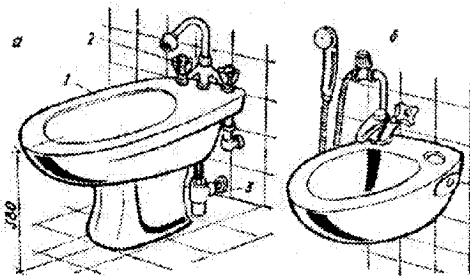


Мал. 3.38. Душові kabіни:

a — одиночні; *б* — групові; 1 — душова сітка; 2 — змішувач; 3 — перегородка; 4 — піддон; 5 — випуск; 6 — гідрозатвір; 7 — трап; 8 — лоток.

Гігієнічні душі встановлюються в кімнатах гігієни жінки на підприємствах, в пологових будинках, санітарних вузлах житлових будинків тощо.

Індивідуальні гігієнічні душі (біде) можуть встановлюватись на підлозі або на стіні (мал. 3.39а, б). Борт керамічної чаші біде обігривається. Змішувач закріплюють на торцевій частині біде біля стіни. В змішувачі є перемикач, що направляє воду на обігрів чаші або на вилив. Чаша біде обладнується випуском діаметром у 32 мм, до якого під'єднується гідрозатвір.

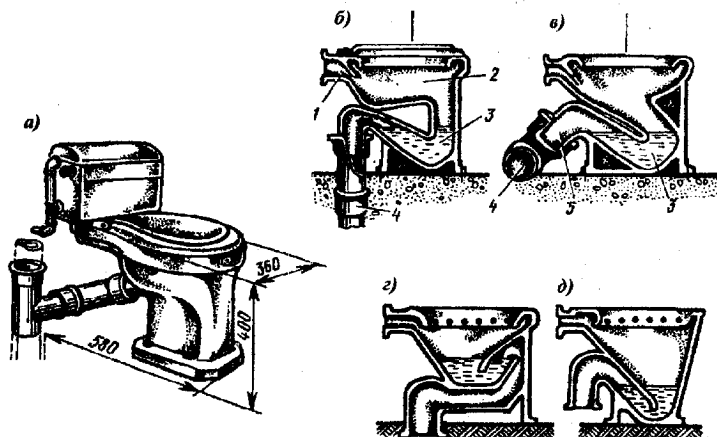


Мал. 3.39. Гігієнічні душі (біде):

a — встановлені на підлозі; *б* — закріплені на стіні. 1 — чаша; 2 — змішувач; 3 — сифон.

Унітази призначені для індивідуального користування і встановлюються в туалетних кімнатах житлових будинків або в невеликих туалетах адміністративних і промислових будинків. Унітази (мал. 3.40) виготовляються у вигляді керамічної чаші, що плавно переходить у гідрозатвір.

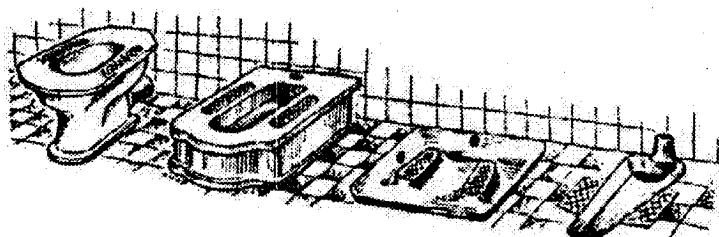
Ці прилади найбільш небезпечні з санітарної точки зору і вимагають швидкого та ефективного видалення забруднень. Для цього унітази обладнують індивідуальними промивними пристроями. Встановлюють унітази так, щоб їх борт знаходився на висоті 0,4 — 0,42 м над підлогою, а в дитячих дошкільних закладах — на 0,33 м.



Мал. 3.40. Унітази:

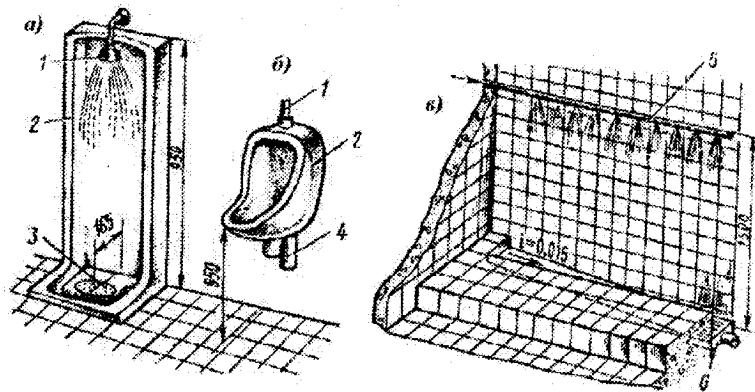
а — схема встановлення; б, в, г, д — типи унітазів: тарільчатий (б), козирковий (в), сифонуючий (г), воронкоподібний (д); 1 — патрубок; 2 — чаша; 3 — гідрозатвір; 4 — відвідні труби.

Надпідлогові чаші (мал. 3.41) відрізняються від унітазів тим, що ними користуються не торкаючись поверхні приладів. Це забезпечує більшу гігієнічність, і тому надпідлогові чаші широко застосовуються в громадських та промислових будинках.



Мал. 3.41. Надпідлогові чаші

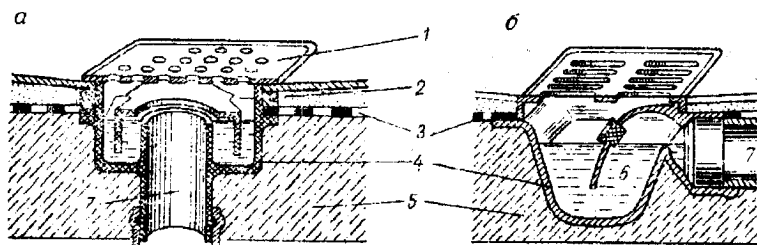
Пісуари (мал. 3.42) встановлюють в чоловічих туалетах громадських, промислових та лікувальних будинків. Вони бувають настінні, надпідлогові та лоткові. Забруднення з пісуарів мають швидко видалятися, оскільки вони здатні утворювати осад, що призводить до заростання труб і має неприємний запах. Промивання пісуарів здійснюють пісуарними кранами або через автоматичні змивні бачки. В лоткові пісуари воду подають постійно. Забруднена вода з пісуарів відводиться через випуск-решітку, який затримує папір, недопалки тощо. Після випуску встановлюють гідрозатвір.



Мал. 3.42. Пісуари:

a — встановлені на підлогу (уринали); *б* — настінні; *в* — лоткові: 1 — кран пісуарний; 2 — чаша; 3 — випуск-решітка; 4 — гідрозатвір, 5 — труба з отворами; 6 — трап.

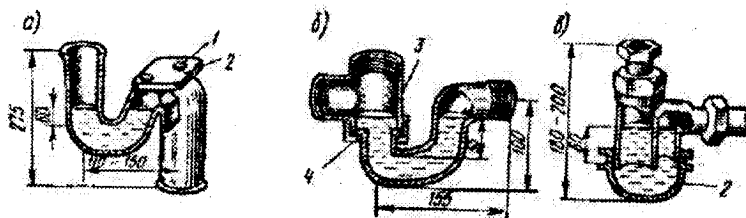
Трапи (мал. 3.43) збирають забруднену воду з підлоги приміщень (сміттезбиральні камери, лазні, душові, громадські туалети тощо) або від технологічного обладнання. Їх встановлюють у найнижчих місцях підлоги з забезпеченням герметичності. В корпус трапу вбудований гідрозатвір. Випуск трапу може бути направлений до низу (прямий випуск) або вбік (косий випуск). Зверху трап закривається решіткою, що знімається. Верх решітки трапу повинен бути на 5 — 10 мм нижче рівня чистої підлоги приміщення.



Мал. 3.43. Трапи:

a — з прямим випуском; *б* — з косим випуском: 1 — кришка з отворами; 2 — гайка для затискування; 3 — гідроізоляція; 4 — корпус; 5 — перекриття; 6 — гідрозатвір; 7 — відвідна труба.

Гідрозатвори (сифони) розміщують після кожного санітарно-технічного приладу, крім тих, що мають його в своїй конструкції (унітази, трапи, пісуари). Водяний гідрозатвір (шар води висотою 50 — 70 мм) затримує шкідливі гази з системи каналізації, не дозволяючи їм потрапляти до приміщення. Шар води утворюється в згині трубопроводу (U-подібні) (мал. 3.44а,б) або між двома циліндрами (пляшкового типу) (мал. 3.44в).



Мал. 3.44. Гідрозатвори:

1 — болт; 2 — кришка з герметичною прокладкою; 3 — трійник; 4 — накладна гайка.

Оскільки сифони можуть засмічуватись, то передбачені отвори, які закриваються корками або кришками, що дає змогу прочищати сифони та трубопроводи біля них.

Частіше всього гідрозатвори виготовляють з чавуну або пластмаси. U-подібні сифони встановлюють з умивальниками, мийками, пісуарами. Сифони пляшкового типу монтують у житлових будинках з умивальниками, мийками, біде. Для ванн випускають спеціальні сифони, що мають невелику висоту і трійник для під'єднання переливної труби (мал. 3.44б).

3.2.4. Каналізаційні мережі. Труби та фасонні частини

Мережа внутрішньої каналізації (мал. 3.45) складається з поверхових відвідних трубопроводів 2, стояків 3 з витяжною частиною 1, горизонтальних збірних ділянок 4, випусків 6 та пристроїв для прочистки 5.

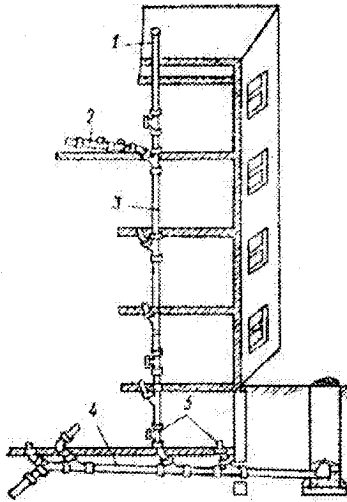


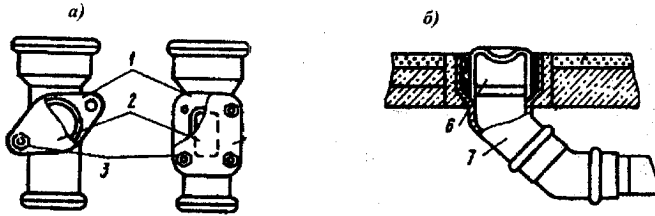
Рис. 3.45. Внутрішня каналізаційна мережа

Відвідні поверхові труби з'єднують санітарні прилади із стояками. Їх прокладають по стінах над підлогою на висоті 0–150 мм, а інколи і під стелею у вигляді підвісних трубопроводів у нежитловому приміщенні, що розташоване нижче. При підвищених вимогах до внутрішнього оздоблення приміщень прокладання поверхових відвідних труб здійснюється приховано в борознах, нішах стін, панелях, монтажних коридорах, підвісних стелях.

Труби прокладають з ухилом у бік стояка. Санітарні прилади, які розташовані в різних квартирах на одному поверсі, під'єднують до одного відвідного трубопроводу не допускається.

На відвідних лініях побутової та виробничої каналізації для ліквідації засмічень трубопроводів передбачають встановлення прочисток або ревізій (мал. 3.46а) дозволяють прочистити трубу в обох напрямках. Вони виготовляються у вигляді люків в трубі, що закриваються кришкою, яка кріпиться до корпусу двома або чотирма болтами. Між кришкою і люком для герметичності встановлюють гумову прокладку.

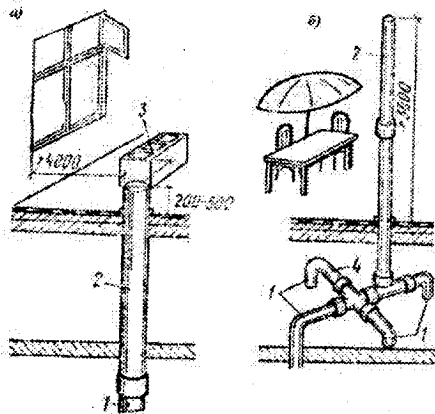
Прочистки виконуються у вигляді косою трійника або двох відводів 135° з заглушкою (мал. 3.46б). Заглушка герметизується легкоплавкою мастикою або суриково-крейдяною замазкою. Прочистка забезпечує плавний вхід тросу в трубу в одному напрямку при чищенні цієї ділянки. На горизонтальних ділянках прочистки і ревізії встановлюють на віддалі 6 — 15 м при діаметрі труб 50 мм і 8 — 20 м при діаметрі 100 — 150 мм залежно від кількості забруднень в стічних водах. В квартирах довжина поверхових відвідних труб, як правило, не перевищує 6 м і тому досить рідко на цих ділянках встановлюють окремі прочистки або ревізії, а чищення трубопроводів здійснюють через сифони-ревізії.



Мал. 3.46. Ревізії (а) та прочистка (б)

Каналізаційні стояки транспортують воду від відповідних ліній до нижньої частини будинку. Стояки розташовують біля приймачів стічних вод відкрито біля стін або приховано — в монтажних шахтах, блоках, кабінах (ближче до унітазів). Не слід розмішувати стояки біля перегородок, що відділяють санвузли від житлових кімнат, маючи на увазі шум води, який виникає при роботі санприладів. Для зменшення кількості стояків приймачі стічних вод розташовують компактними групами як у плані, так і в розрізі будинку по висоті. По всій висоті стояки повинні мати один діаметр, не менший за найбільший діаметр відповідних труб. До одного каналізаційного стояка можуть бути приєднані поверхові відвідні труби двох суміжних санвузлів на поверсі. Для ліквідації засмічень на стояках на висоті 1 м від підлоги на першому, останньому і не рідше ніж через три поверхи обов'язково встановлюють ревізії. При прихованому прокладанні каналізаційних стояків у місцях встановлення ревізій роблять люки розмірами не менше ніж 0,3 x 0,4 м. Стояки під'єднують до збірних горизонтальних ділянок або випусків, використовуючи косий трійник і відвід 135°, два відводи 135° або видовжений відвід 90°, тобто ті фасонні частини, що забезпечують плавний перехід вертикального потоку рідини в горизонтальний. В основі стояк повинен мати жорстку опору.

Як правило, каналізаційні стояки мають витяжну частину, яка є продовженням стояка і виходить за межі даху будинку на 0,3-0,5 м в звичайних умовах і на 3 м, якщо дах експлуатується. Наявність витяжної частини забезпечує вентиляцію зовнішніх каналізаційних мереж та захищає гідрозатвори від відсмоктування води ("зрив гідрозатвору"). Витяжну частину каналізаційного стояка флюгаркою не накривають. Для зменшення кількості перетинів покрівлі будинку можна влаштовувати одну спільну витяжну частину для декількох стояків (мал. 3.47). Віддаль по горизонталі від витяжної частини стояка до вікон чи балконів, що відкриваються, повинна бути не меншою ніж 4 м.



Мал. 3.47. Витяжна частина каналізаційних стояків:

1 — каналізаційний стояк; 2 — витяжна частина; 3 — вентиляційна шахта; 4 — збірний трубопровід.

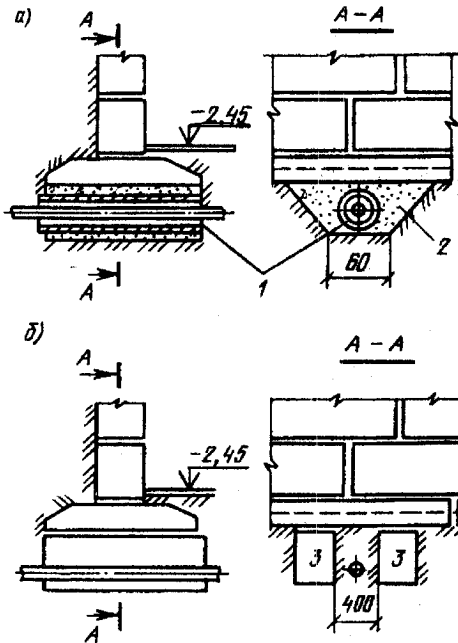
Дозволяється влаштування невентильованих каналізаційних стояків, які конструктивно відрізняються від звичайних тим, що не мають витяжної частини. Такі стояки можуть встановлюватись у сільських одноповерхових житлових будинках або в інших випадках за розрахунком та за умови, що в будинку є ще хоча б один вентильований стояк. Невентильований каналізаційний стояк повинен закінчуватись прочисткою, що встановлюється в розруб прямого відводу хрестовини або трійника на рівні під'єднання до цього стояка найвище розташованого приладу.

Збірні горизонтальні каналізаційні трубопроводи, що об'єднують стояки і випуск, прокладають у підвалах, технічному підпіллі або каналах. Всі каналізаційні стояки будинку рекомендується об'єднувати у групи, до яких входять близько розташовані один біля одного стояки. Для кожної групи проектується один випуск. Всі випуски слід направляти за межі стін дворових фасадів (тобто в сторону розташування під'їздів) і підключати до дворової каналізації. При обґрунтуванні дозволяється проектувати один загальний торцевий випуск.

Мінімальну глибину випуску приймають на 0,3 м вище глибини промерзання ґрунту, але не менше 0,7 м до верху труби. Довжина випуску, що вимірюється від стояка або прочистки до осі оглядового колодязя, повинна бути не більшою 6 м при діаметрі труби 50 мм і не більшою 8 м при 100 мм і більше.

В місцях перетину фундаментів будинку з випуском необхідно передбачати отвори у фундаменті (0,3 × 0,3 м для діаметрів 50 — 100 мм і 0,4 × 0,4 м для діаметрів 125 — 150 мм). Відстань від верху труби до верху отвору повинна бути не меншою за 0,15 м. Після прокладання труб отво-

ри замоноличують м'ятою глиною з дрібним щебенем. При рівні підземних вод вище випуску в стіні підвалу необхідно закладати металеву гільзу із сальниковим набиванням.



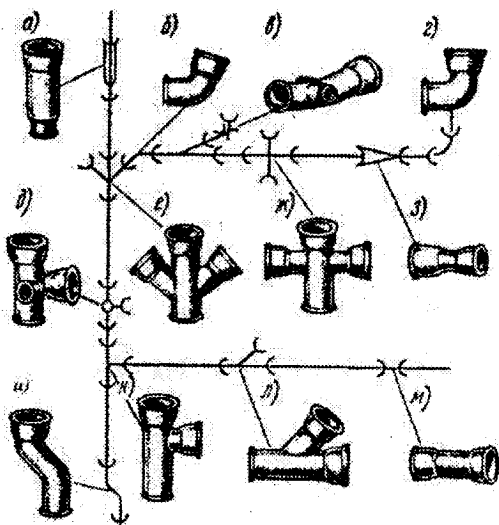
При прокладанні каналізаційних випусків нижче підлоги фундаменту влаштовують футляри з бетонних чи залізобетонних труб (мал. 3.48а) або передбачають місцеве заглиблення фундаментів не менше ніж на 0,1 м нижче основи труби (мал. 3.48б).

Мал. 3.48. Перетин випусків з фундаментами: 1 — футляр; 2 — бетон; 3 — фундаментні блоки.

Випуски необхідно під'єднувати до зовнішньої мережі "шелига в шелигу" або з влаштуванням перепаду. Діаметр випуску визначають за розрахунком,

але приймають не меншим за діаметр найбільшого із стояків, що приєднані до даного випуску.

Для мереж внутрішньої каналізації використовують чавунні, пластмасові, азбестоцементні, керамічні, бетонні та, в окремих випадках, скляні і сталеві труби. В житлових будинках використовують переважно чавунні і пластмасові труби. Чавунні каналізаційні труби діаметром 50, 100, 150 мм випускають довжиною у 0,5 — 2,2 м. Для захисту труб від агресивної дії стічних вод їх поверхню покривають антикорозійним захистом. Чавунні труби з'єднують за допомогою розтрубів. Кільцевий простір розтрубу герметизують просмоленим пасмом і азбестоцементом або асфальтовою мастикою. Для герметизації стику можуть використовувати також розплавлену сірку з каоліном, гумові кільця або цемент. При монтажі каналізаційних мереж використовують різні фасонні частини (мал. 3.49).

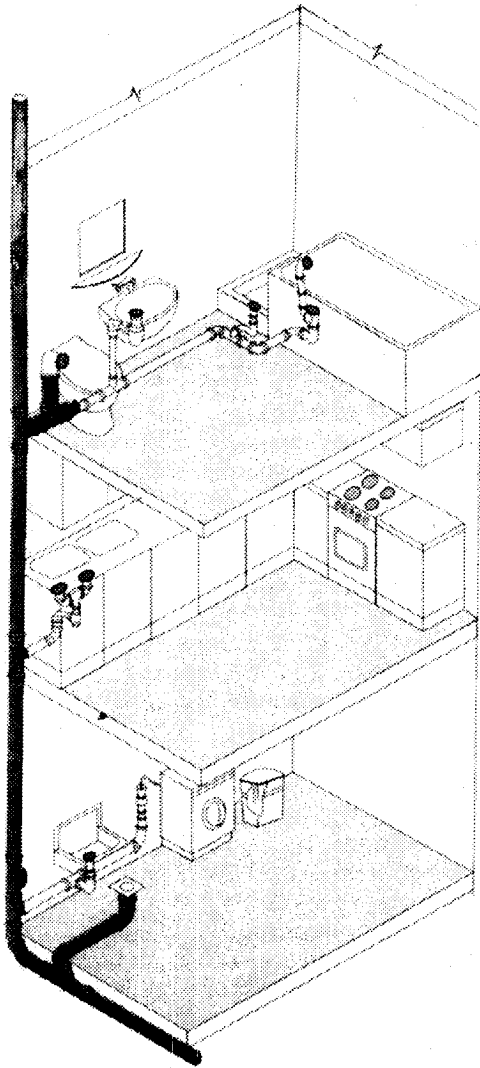


Мал. 3.49. Фасонні каналізаційні частини:
a — компенсаційні прості патрубки; *б* — відводи; *г* — коліна; *в, д, ж* — хрестовини; *к, л* — трійники; *з* — патрубки перехідні; *и* — відступи; *м* — муфти.

Пластмасові каналізаційні труби використовують в господарсько-побутових системах та виробничих будівлях для відводу агресивних стоків з температурою не вище за 40 — 60°C. З'єднують труби за допомогою муфт або розтрубів і, крім того, сти-

рки можуть зварюватись або склеюватись. З'єднувальні пластмасові фасонні частини за конфігурацією і переліком подібні до чавунних.

При використанні пластмасових труб каналізаційні стояки необхідно прокладати приховано, огорожуючі конструкції виконувати з матеріалів, що не горять. Лише в санвузлі житлового приміщення, в підвалах та на горищі пластмасові каналізаційні трубопроводи дозволяється прокладати відкритим способом (мал. 3.50).



Мал. 3.50. Внутрішня каналізація з пластмасових труб

Керамічні каналізаційні, азбестоцементні, бетонні та залізобетонні труби переважно використовують для прокладання зовнішніх або внутрішніх виробничих мереж. Скляні труби використовують у внутрішній каналізації лише для транспортування агресивних стоків (наприклад, травильні розчини металообробки).

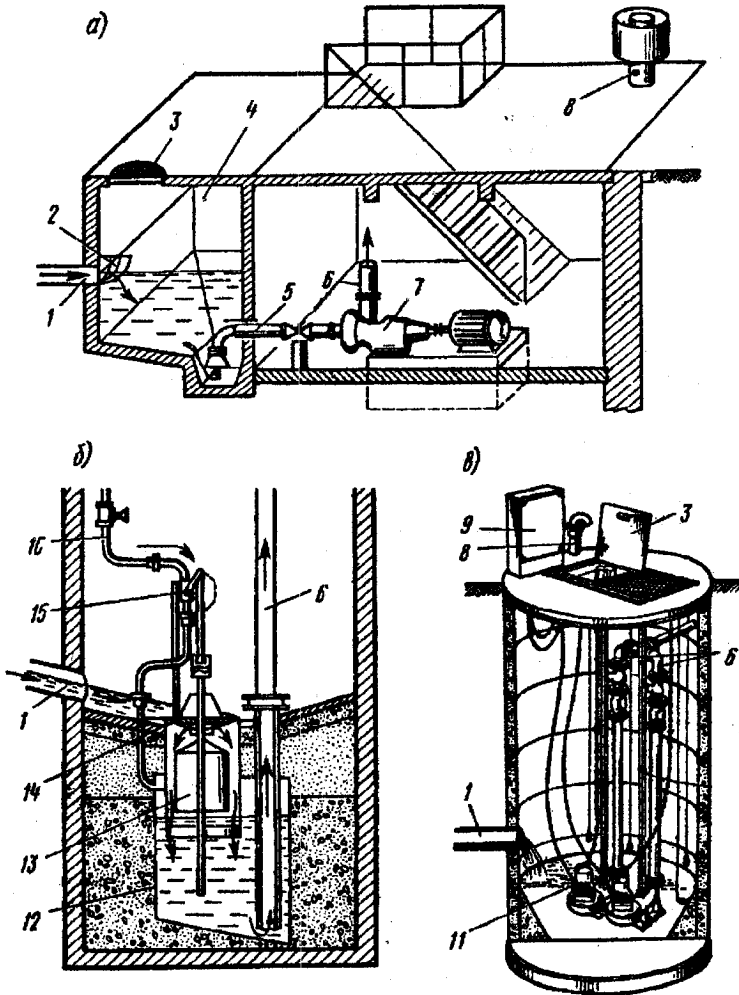
Сталеві (неоцинковані) труби можуть використовуватись для відводу стічних вод від питних фонтанчиків, умивальників та технологічного обладнання у виробничих приміщеннях.

3.2.5. Місцеві установки для очищення та перекачування стічних вод

У тих випадках, коли до зовнішніх каналізаційних мереж неможливо підключатися самопливом, стічні води направляють у збірні резервуари, звідки їх перекачують насосами або пневматичними пристроями в мережу. Такі збірні резервуари встановлюють зовні будинку і виконують з бетону, залізобетону та цегли з надійною гідроізоляцією. У виробничих приміщеннях дозволяється розташовувати збірні резервуари всередині приміщення, але лише у тих випадках, коли виробничі стічні води не виділяють шкідливих або вибухонебезпечних газів. При визначенні об'єму резервуару враховують графіки притоку і відкачування стічних вод. Як правило, цей об'єм становить приблизно 5 — 10 % від максимального годинного притоку стічних вод.

Для місцевого перекачування стічних вод найчастіше проєктують насосні установки з приймальним резервуаром (мал. 3.51а) або використовують спеціальні заглибні насоси, які розміщують безпосередньо в колодязях (мал. 3.51в). Роботу таких насосних установок рекомендується проєктувати з автоматизованим управлінням та системою сигналізації, що спрацьовує при переповненні резервуару. При проєктуванні таких насосних установок враховують загальні вимоги щодо проєктування каналізаційних насосних станцій. Насосні установки повинні обов'язково мати приточно-витяжну вентиляцію. Насосні агрегати та трубопровідну арматуру розміщують таким чином, щоб забезпечити вільний доступ для монтажних робіт, обслуговування та ремонту.

Для перекачування невеликої кількості стічних вод інколи застосовують пневматичні установки, які перекачують стоки за допомогою стисненого повітря (мал. 3.51б). В цих установках при наповненні резервуару поплавков вмикає систему подачі стисненого повітря, яке витісняє стоки в напірний трубопровід. При спорожненні резервуару поплавок опускається і вимикає подачу стисненого повітря. Такі установки можуть виготовлятися заводським способом.



Мал. 3.51. Місцеві установки для перекачування стоків:

1 — подаюча труба; 2 — решітка; 3 — люк; 4 — приймальний резервуар; 5 — всмоктувальна труба; 6 — напірна труба; 7 — насос; 8 — витяжка; 9 — щит управління; 10 — трубопровід; 11 — заглибні насоси; 12 — металевий резервуар; 13 — поплавок; 14 — кришка; 15 — кран.

Виробничі стічні води, які містять горючі рідини, багато завислих речовин, жири, масла, кислоти, луги та інші шкідливі речовини, що порушують нормальну роботу мережі та очисних споруд, а також стоки з цінними відходами виробництва повинні бути очищені до скидання в зовнішню мережу на місцевих локальних установках.

Залежно від мети очищення в будинку або біля нього передбачають влаштування таких місцевих локальних споруд: решіток; пісковловлювачів; відстійників; жири-, бензо- та маслоуловлювачів; усереднювачів; нейтралізаційних установок; теплоуловлювачів; уловлювачів цінних речовин; установок обробки осаду та інших. За малої потужності локальні очисні споруди можуть бути заблоковані з основним технологічним обладнанням.

При проектуванні локальних каналізаційних споруд малої потужності для окремих будівель і споруд слід керуватися рекомендаціями та положеннями СНиП 2.04.03-85 та спеціальною літературою.

3.2.6. Розрахунок мереж внутрішньої каналізації

Розрахунок мереж внутрішньої каналізації зводиться до визначення діаметрів трубопроводів, уклонів труб та перевірки пропускної здатності труб. Правильно запроектована мережа забезпечує нормальне водовідведення розрахункових витрат стічних вод.

Максимальні секундні витрати стічних вод q^s , л/с, на ділянках каналізаційних мереж у будинках і спорудах слід визначати:

— при загальних витратах холодної та гарячої води на відповідній ділянці водопровідної мережі $q^{tot} \leq 8$ л/с за формулою:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \quad (3.17)$$

— в інших випадках, тобто при $q^{tot} > 8$ л/с:

$$q^s = q^{tot}, \quad (3.18)$$

де q_0^s — найбільші секундні витрати стічних вод від санітарних приладів (додаток 2, СНиП 2.04.01-85). Для санітарних приладів, що зустрічаються найчастіше, значення величини q_0^s такі: для умивальників — 0,15 л/с, для мийок — 0,6 л/с, для ванн — 0,8 — 1,1 л/с, для унітазів зі зливним бачком (краном) — 1,6 (1,1) л/с.

Пропускна здатність горизонтальних ділянок каналізаційних трубопроводів рекомендується визначати за таблицями для гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж. Швидкість руху стічних вод у трубопроводах діаметром $D150$ мм приймають не менше 0,7 м/с. Наповнення h/d

для трубопроводів у 50-100 мм рекомендується приймати 0,3 — 0,5. Уклони трубопроводів приймають такими, щоб забезпечити швидкість руху води і наповнення труб у вказаних межах. При цьому уклон труб не може бути меншим ніж $1/d$ і більшим 0,15 (за виключенням коротких — до 1,5 м — труб). При дуже малих уклонах зростає небезпека засмічення труб, а при великих — механічне руйнування труб за рахунок стирання внутрішньої поверхні.

При розрахунку мереж має бути виконана умова:

$$V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K, \quad (3.19)$$

де $K = 0,5$ — для трубопроводів із пластмаси та скла і 0,6 м — для трубопроводів з інших матеріалів.

В тих випадках, коли виконати умову (3.19) неможливо через недостатню величину витрат стічних вод, ділянки мережі вважаються безрозрахунковими; їх слід прокладати з уклоном 0,03 при діаметрах труб у 40 — 50 мм і 0,02 — при діаметрі труб 85 — 100 мм.

В житлових будинках, де використовують стандартні приймачі стічних вод, поверхові відвідні трубопроводи приймають без розрахунку. Відвідні лінії від унітазів приймають діаметром 85 або 100 мм, а від решти санітарних приладів — 40 або 50 мм. Якщо не виконується умова, уклони приймають такими, як і для безрозрахункових ділянок (3.19).

Діаметри вентиляваних каналізаційних стояків визначають за табл. 3.4 залежно від величини розрахункових витрат стічних вод і найбільшого діаметру поверхового відвідного трубопроводу. По всій висоті каналізаційні стояки приймають однакового діаметра, враховуючи, що діаметр стояка не може бути меншим, ніж найбільший діаметр поверхових відвідних труб, що приєднуються до цього стояка. Якщо у будинку є невентильовані стояки, конструктивні розміри таких стояків та їх пропускну здатність слід визначати за табл. 3.5.

Гідравлічний розрахунок каналізаційних стояків, горизонтальних ділянок та випусків доцільно проводити в табличній формі (табл. 3.6 і 3.7).

Таблиця 3.4.

**Характеристика пропускної здатності вентиляваних
каналізаційних стояків**

Діаметр поверхових відводів, мм	Кут приєднання поверхових відводів до стояка, град.	Максимальна пропускна здатність вентиляваного каналізаційного стояка, л/с, при його діаметрі, мм			
		50	85	100	150
50	90	0,8	2,8	4,3	11,4
	60	1,2	4,3	6,4	17,0
	45	1,4	4,9	7,4	19,6
85	90	-	2,1	-	-
	60	-	3,2	-	-
	45	-	3,6	-	-
100	90	-	-	3,2	8,5
	60	-	-	4,9	12,8
	45	-	-	5,5	14,5

Таблиця 3.5.

**Характеристика пропускної здатності
невентилюваних каналізаційних стояків**

Робоча висота стояка, м	Максимальна пропускна здатність невентилюваного каналізаційного стояка, л/с, при його діаметрі, мм		
	50	85	100
1	1,6	5,3	6,3
2	1,0	3,1	3,7
3	0,6	2,0	2,4
4	0,5	1,4	1,8
5	0,4	0,8	1,4
6	0,4	0,7	1,0
7	0,4	0,5	0,9
8	0,4	0,5	0,7
9	0,4	0,5	0,6
10	0,4	0,5	0,6
11	0,4	0,5	0,6
12	0,4	0,5	0,6
13 і більше	0,4	0,5	0,6

Таблиця 3.6.

Розрахунок каналізаційних стояків

№№ стояків	Розрахункові витрати, л/с			Діаметр поверхових відвідних труб, мм	Кут підключення до стояка	Діаметр стояка, мм	Пропускна здатність стояка, л/с
	q^{tot}	q_0^s	q^s				
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблиця 3.7.

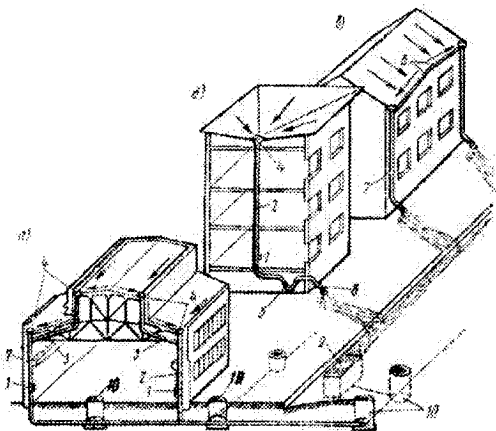
Гідралічний розрахунок каналізаційних випусків

№ ділянки	Довжина, м	Витрати стоків, q^s , л/с	Діаметр, мм	h/d	Уклон, i	Швид- кість, V , м/с	Пере- вірка $V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}}$	Приміт- ка
1	2	3	4	5	6	7	8	9

В системах виробничої каналізації швидкість руху води та наповнення трубопроводів визначаються необхідністю забезпечення в трубопроводах самоочисної швидкості руху стічних вод.

3.2.7. Водостоки будинків

Відвід дощових та талих вод з даху будинку може бути неорганізованим, з вільним скиданням води по звисах карнизу, та організованим, при скиданні води через зовнішні та внутрішні водостоки (мал. 3.52).

**Мал. 3.52. Водостоки будинків:**

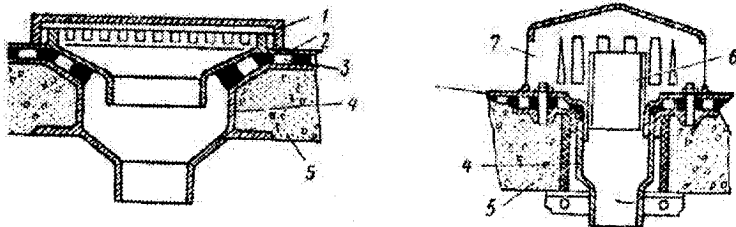
a, б — внутрішні; *в* — зовнішні: 1 — ревізії; 2 — стояк; 3 — відвідні труби; 4 — воронка; 5 — гідрозатвір; 6 — відкритий випуск; 7 — водостічна труба; 8 — жолоб; 9 — дощоприймач; 10 — оглядові колодязі.

Зовнішні водостоки складаються з жолобів та водостічних труб. Труби і деталі до них виготовляють з оцинкованої сталі або пластмаси. Випуск зовнішніх водостічних труб повинен бути вище тротуару або вимощення на 0,2 м. При влаштуванні відкритих випусків слід передбачати заходи щодо запобігання розмиву поверхні ґрунту біля будинку.

В зимові періоди зовнішні водостоки обмерзають, і талі води відводяться з даху не повністю, що призводить до замокання та руйнування будівельних конструкцій. Зовнішні водостоки недовговічні і трудомісткі в ремонті.

Більш надійні в роботі внутрішні водостоки, які складаються з наступних основних елементів: водостічних воронок, відвідних трубопроводів (стояків, підвісних або підпільних колекторів, випусків) і пристроїв для огляду та прочищення (ревізій, прочисток, оглядових колодязів). Вода з внутрішніх водостоків може відводитись на вимощення будинків (відкриті випуски) або в мережі дощової чи загальносплавної каналізації (закриті випуски). Відвід води з системи внутрішніх водостоків у мережу побутової каналізації забороняється.

На відкритих випусках водостоків для запобігання надходженню в зимовий період охолодженого повітря і промерзанню водостоків встановлюють гідрозатвори, які при експлуатації вимагають значно більшої уваги, ніж решта елементів системи.



Мал. 3.53. Воронки:

а — пласка; б — ковпакового типу; 1 — решітка; 2 — рама; 3 — гідроізоляція; 4 — корпус; 5 — перекриття; 6 — переливний патрубок; 7 — ковпак.

Водостічні воронки (Мал. 3.53) розташовують на даху з врахуванням рельєфу даху та водозбірної площі, що припадає на одну воронку. Ця площа визначається за розрахунком залежно від пропускної здатності воронки та розрахункових витрат дощових вод, які визначаються, л/с:

для плоского даху:

$$Q_{\text{рд}} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000} \quad (3.20)$$

для похилого даху:

$$Q_{\text{рл}} = \frac{F \cdot q_5}{10000}, \quad (3.21)$$

де F — водозбірна площа, м^2 ; q_{20} — інтенсивність дощу, л/с з 1 га , (для даної місцевості), тривалістю 20 хв.; q_5 — те ж саме, тривалістю 5 хв. — $q_5 = 4^n \cdot q_{20}$, тут n — кліматичний коефіцієнт (q_{20} , n визначаються за СНиП 2.04.03-85).

Розрахункові витрати дощу з водозбірної площі, що припадають на одну водостічну воронку або один водостічний стояк, не повинні перевищувати таких величин:

діаметр водостічного стояка або воронки, мм	85	100	150	200
допустимі розрахункові витрати, л/с	10	20	50	80

Систему відвідних трубопроводів розраховують, як правило, в самопливному режимі; пропускну здатність трубопроводів визначають з умови їх наповнення $h/d = 0,8$.

Максимальні (критичні) витрати, які пропускає водостічна система без підвищення рівня води над воронкою в напірному режимі, слід розраховувати за формулою:

$$q_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{H}{S_0}}, \quad (3.22)$$

де $q_{\text{кр}}$ — критичні витрати, л/с ; H — напір, який має система, м ; S_0 — повний опір системи, $\text{м}^2\text{с}^2/\text{л}^2$.

Напір водостічної системи визначають за різницею геодезичних відміток воронки і осі випуску.

Повний опір системи визначають за формулою:

$$S_0 = A \ell + A_{\text{м}} \cdot \sum \zeta, \quad (3.32)$$

де A — питомий опір тертю; ℓ — довжина трубопроводу, м ; $A_{\text{м}}$ — питомий місцевий опір; $\sum \zeta$ — сума коефіцієнтів місцевих опорів у системі (включаючи вхід у воронку і випуск).

Для трубопроводів з різними діаметрами на окремих ділянках значення S_0 слід вираховувати для кожної ділянки, а потім їх додати.

Питомі місцеві опори тертя $A_{\text{м}}$ приймають залежно від діаметру:

d , мм	75	80	100	125	150	200
----------	----	----	-----	-----	-----	-----

Конструкція водостічної системи має забезпечувати пропуск розрахункових витрат води з водозбірної площі при мінімальних діаметрах труб, тобто повинна виконуватись умова:

Водостічні воронки встановлюють з таким розрахунком, щоб максимальна відстань між ними не перевищувала 48 м. Їх слід встановлювати в конструкцію даху з влаштуванням герметичного з'єднання. Гідроізоляційний шар покряїлі випускають на фланець зливного патрубку, зазискують зверху фланцем приймальної решітки і заливають бітумною мастикою.

В будинках відвідні трубопроводи від воронок рекомендується прокладати на горищах, технічних поверхах, підвалах. Не дозволяється прокладати їх над обладнанням, що боїться попадання вологи. Стояки розташовують біля стін відкрито або в нішах. Замонолічування їх у блоки або панелі не дозволяється. У житлових будинках стояки внутрішніх водостоків рекомендується розташовувати на сходових клітинах біля стін нежитлових кімнат.

Для прочищення мережі внутрішніх водостоків встановлюють ревізії та прочистки.

Мережі внутрішніх водостоків монтують з чавунних, сталевих, азбестоцементних та пластмасових труб залежно від схеми розташування внутрішніх водостоків, висоти та призначення будинку. Для водостічних стояків та відвідних трубопроводів слід приймати труби, що витримують гідростатичний тиск при засмічуваннях та переповненнях.

3.2.8. Сміттєвидалення

В побутовому смітті добре почувають себе різні збудники хвороб, воно приваблює мишей, пацюків та мух — переносників заразних хвороб. Для підтримання гігієнічних умов у будинках слід видаляти сміття, до складу якого входять папір, харчові відходи, шмаття, скло та інші органічні та неорганічні домішки. Кількість твердих відходів у житлових будинках в середньому на людину складає 1,5 л, в адміністративних — 0,3 л.

У житлових будинках висотою до п'яти поверхів сміття збирають в квартирах у спеціальні відра і виносять у дворові сміттєзбірні контейнери або безпосередньо на спеціальні автомашини. Сміттєзбірний майданчик з асфальтовим або бетонним покриттям розташовують на віддалі 15 — 100 м від дверей житлових будинків.

В багатоповерхових житлових будинках, гуртожитках, готелях влаштовують систему сміттєвидалення для централізованого видалення сміття в камери, що розташовані в підвалах або на першому поверсі. Централізоване сміттєвидалення в будинках існує трьох типів: сухе холодне, сухе гаряче (вогневе) і мокре.

Найбільш поширені сухі холодні сміттєпроводи (мал. 3.54), які складаються з приймальних клапанів 5 та вертикального ствола 4, під яким

розташована сміттєзбірна камера 14. Сміття, що потрапило в контейнер 1, вивозиться спеціальними автомобілями на звалище або на сміттєпереробний завод.

Приймальні клапани (мал. 3.54б) призначені для прийому сміття і скидання його в ствол. Клапан за будь-якого положення ізолює ствол сміттєпроводу від приміщення. Гумові прокладки між коробкою і корпусом клапана зменшують шум і герметизують клапан. Віддаль від клапана до дверей квартири приймають до 25 м і до 50 м для службових приміщень. Висота встановлення від підлоги до низу клапана — 0,85 — 1 м. Вертикальний ствол сміттєпроводу виконують з гладких безнапірних азбестоцементних труб діаметром 400 — 500 мм. Ствол встановлюють на сходових клітинах в спеціальних шахтах. Нижня частина ствола повинна мати жорстку опору. Стики труб повинні бути газонепроникними, вогнестійкими, гладкими. Число стиків має бути не більше ніж один на поверх. Їх виконують у вигляді насувних муфт з цементуванням. Ствол відділяється від будівельних конструкцій звукоізолюючими прокладками. Зовнішня поверхня азбестоцементних труб обов'язково фарбується.

Для вентиляції системи ствол виводиться вище даху на 1 м. Витяжна частина ствола закінчується дефлектором.

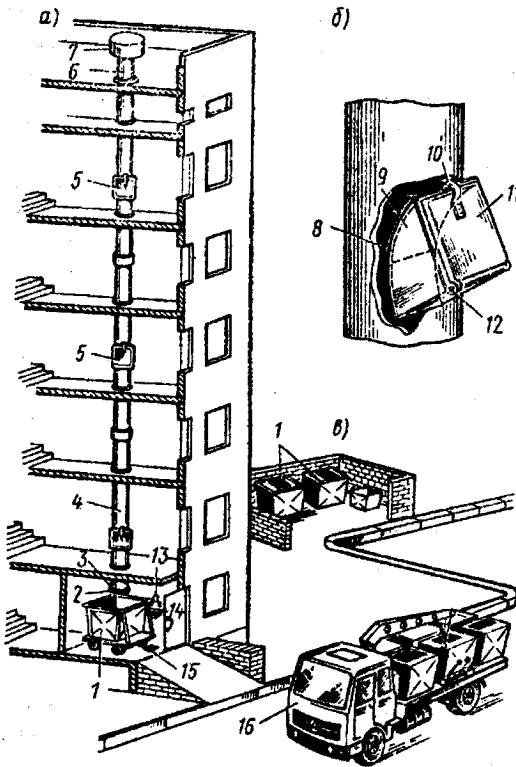
Сміттєзбірна камера повинна мати площу не менше 3 м² при розташуванні на першому поверсі і не менше 4 м² — при розташуванні в підвалі, а висоту — не менше 2,2 і 1,5 м відповідно. Огороджуючі конструкції камери мають бути газонепроникними і виконані з негорючих матеріалів. Камера повинна мати окремий зовнішній вхід, бути обладнаною гарячим і холодним поливальними кранами, приточно-витяжною системою вентиляції. Сміття з камери треба видаляти щоденно.

Гарячий (вогневий) сміттєпровід відрізняється від холодного тим, що сміття з ствола потрапляє в сміттєспалювальну камеру. Спалюють сміття один раз на добу і, як правило, в нічний час; решту часу система працює як холодний сухий сміттєпровід. Переваги таких сміттєпроводів в тому, що камера і ствол добре дезінфікуються гарячими газами, а недоліки: потреба в паливі, наявність шлаку, забруднення навколишнього середовища. Такі сміттєпроводи застосовуються досить рідко і лише тоді, коли це доцільно (наприклад, в лікувальних закладах, де вимагається знищення і дезінфекція різних відходів).

Ще рідше для видалення сміття використовують господарсько-побутову каналізацію. Для цього сміття подрібнюють спеціальними дробарками, які встановлюють на випусках мийок, розбавляють водою і скидають в каналізацію (мокре сміттєвидалення).

Більш прогресивним є централізовані системи сміттєвидалення, що обслуговують декілька будинків або цілі мікрорайони. Сміттєпроводи будинків об'єднують системою трубопроводів, яка транспортує відходи

до центрального збирного пункту, де вони сортуються, ущільнюються і вивозяться на сміттєпереробні підприємства.



Мал. 3.54. Видалення сміття:

а — сміттєпровід; *б* — приймальний клапан сміттєпроводу; *в* — майданчик для контейнерів: 1 — контейнер; 2 — шибер; 3 — кріплення ствола; 4 — ствол; 5 — приймальний клапан; 6 — витяжна частина; 7 — дефлектор; 8, 9 — козирки; 10 — ручка; 11 — рухома коробка; 12 — горизонтальна вісь; 13 — раковина; 14 — камера для збору сміття; 15 — трап; 16 — спеціальний автотранспорт.

3.2.9. Основні положення з експлуатації внутрішньої каналізації

Підтримання в належному стані санітарно-технічного обладнання та своєчасний ремонт внутрішніх каналізаційних мереж допомагає уникнути зайвих неприємностей та гурбот (затоплення квартири, пошкодження штукатурки, підлоги, меблів, проникнення шкідливих газів з каналізації в квартиру та інших). Перед прийняттям в експлуатацію проводять випробовування систем внутрішньої каналізації методом проливу води шляхом одночасного відкриття 75 % санітарних приладів, що підкло-

чені до ділянки, яка перевіряється. Система (окрема ділянка системи) вважається такою, що витримала випробування, якщо при її огляді протягом часу, який необхідний для огляду цієї ділянки, не виявлено протікання води через стінки трубопроводів і місця з'єднань. Випробування відвідних трубопроводів каналізації та випусків, що прокладені в землі чи підпільних каналах, повинні проводитись до їх закриття шляхом наповнення водою до рівня підлоги першого поверху.

Основне завдання експлуатації внутрішньої каналізації — попередження та усунення порушень роботи системи. До порушень роботи каналізації належать: засмічення гідрозатворів і трубопроводів, пошкодження трубопроводів та санітарно-технічних приладів, витоки через зливні бачки, замерзання води в трубах, проникнення газів з каналізації в приміщення.

Засмічення гідрозатворів усувають промиванням (гарячою водою або спеціальними розчинами), прокачуванням вантузами або прочищенням гнучкими валами, тросами, йоржами. Для видалення забруднень з пляшкоподібного сифону знімають нижню кришку. Відвідні трубопроводи і стояки прочищаються через найближчі ревізії або прочистки. Випуски, як правило, прочищають через оглядові колодязі.

Проникнення газів у приміщення з системи каналізації здійснюється при пошкодженні каналізаційних труб, з'єднувальних частин, стиків, негерметичного кріплення кришок ревізій і корків в прочистках, а також при відсутності води в гідрозатворах. Оскільки каналізаційні гази токсичні і при певних концентраціях вибухонебезпечні, необхідно уважно слідкувати за запобіганням їх проникнення з каналізації в приміщення.

Водостоки перед здачею в експлуатацію випробовують шляхом наповнення їх водою до водоприймальної воронки (протягом 10 хв. не повинно бути витоків води). При експлуатації воронки звертають увагу на герметичність кріплення самої воронки. Восени і навесні водостоки рекомендується прочищати зверху через воронку і знизу через ревізії. Ремонт гідроізоляції здійснюють за можливістю в теплу пору року.

Сміттєпроводи оглядають один-два рази на місяць. При цьому перевіряють герметичність закриття клапанів, дію вентиляції, наявність комах. Виявлені недоліки терміново усуваються. Наповнені контейнери повинні своєчасно, але не рідше одного разу на добу, замінюватись порожніми. Не допускається розсипати сміття по підлозі. Всі елементи сміттєпроводів повинні утримуватись в чистоті.

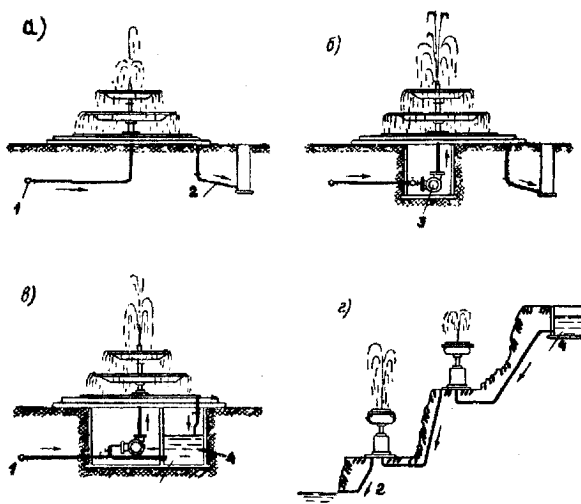
Нагляд за системами внутрішньої каналізації повинні здійснювати спеціалізовані бригади, що підвищить технічний рівень експлуатації і продовжить термін користування санітарно-технічними системами.

3.3. Водопостачання та каналізація будинків і споруд спеціального призначення

3.3.1. Фонтани

Фонтани мають архітектурно-декоративне і санітарно-гігієнічне призначення. Вони звожують повітря і частково очищають його від пилу.

Водопостачання фонтанів може бути прямоточним і зворотним. Прямоточна схема застосовується для невеликих фонтанів з витратами води до 5 л/с. Як правило, передбачають рециркуляцію води, а при проектуванні каскадів фонтанів — не тільки рециркуляцію, а й послідовне використання води. Основні принципові схеми водопостачання фонтанів наведені на мал. 3.55.



Мал. 3.55. Основні схеми водопостачання фонтанів:

a — прямоточна; *б* — те ж, з підкачуванням води; *в* — з рециркуляцією води; *г* — з послідовним використанням води: 1 — зовнішній водопровідний мережі; 2 — мережі водовідведення; 3 — насос; 4 — резервуар.

Схема водопостачання фонтану складається з таких основних елементів: подаючий напірний трубопровід, розподільча мережа з насадками для утворення струменів; приймальна чаша (резервуар); вилвідний або циркуляційний трубопровід; труби для випорожнення та переливу; насосна установка.

При проектуванні системи водопостачання фонтанів найбільш складною є задача розподілу води і утворення струменів з чітко заданою ху-дожною формою, яка визначається при складанні архітектурної части-ни проекту.

Висота струменю, його форма та траєкторія його польоту залежать від типу фонтанної насадки, її діаметру, кута похилу до вертикалі і напо-ру води перед насадкою.

Для фонтанів використовують насадки різних типів: циліндричні, конусні, щільні, кільцеві, гвинтові, ежекційні, одно- і багатоструменеві та інші.

Розрахункові витрати води через насадки визначають, л/с:

$$q = \sqrt{\frac{H_f}{S}}, \quad (3.25)$$

де S — гідравлічна характеристика насадки; H_f — робочий напір біля насадки, м, який визначається за формулами:

$$H_f = L / B_0, \quad (3.26)$$

$$H_f = H / B_1, \quad (3.27)$$

де L — довжина струменя, м; H — висота струменя, м; B_0, B_1 — коефі-цієнти, які визначаються за кутом похилу струменя:

α	15	30	45	60	70
B_0	0,98	1,62	1,74	1,36	0,94
B_1	0,07	0,23	0,43	0,58	0,64

Значення гідравлічних характеристик для циліндричних насадок:

$d, \text{мм}$	10	12	15	20	25	32	40
S	8,33	4,00	1,64	0,52	0,21	0,08	0,03

У випадку застосування кільцевих насадок з підсвічуванням струме-ня витрати води становлять:

$$q = 13,9(r_1^2 - r_2^2)\sqrt{H_f}, \quad (3.28)$$

де r_1 і r_2 — зовнішній та внутрішній радіуси кільцевої насадки.

Для отримання однакових по довжині та висоті струменів передба-чають кільцеві розподільчі мережі; встановлюють перед насадками регу-люючу арматуру; підбирають насадки з однаковим опором.

Гідравлічний розрахунок розподільчої мережі фонтанів виконують за загальноприйнятими формулами для розрахунку напірних трубопроводів в тій же послідовності, що і при розрахунку внутрішніх водопроводів. На аксонометричній схемі розподільчу мережу розбивають на розрахункові

ділянки, для яких визначають втрати напорів з урахуванням місцевих опорів. Насоси підбирають за розрахунковими витратами води і потрібно-му напору, який визначається за сумою геометричного підйому води, втрат напору і робочого напору фонтанної насадки (наконечника).

Залежно від технологічної схеми роботи фонтана розподільча мережа може бути з однією або декількома точками живлення. Трубопроводи прокладають зі зворотним уклоном 0,005 — 0,002 для спорожнення в зимовий період. В чапі фонтану передбачають переливний та зливний трубопроводи.

3.3.2. Плавальні басейни

Розрізняють наступні плавальні басейни: спортивні, оздоровчі, лікувальні та комбіновані. Вони можуть бути відкриті та криті. Ванну відкритих басейнів розміщують під відкритим небом, а допоміжні пристрої та спеціальні споруди — в окремій будівлі. Ванну критих басейнів розміщують в одному будинку з допоміжними приміщеннями та обладнанням.

Склад та об'єм споруд залежать від призначення басейну, його пропускної здатності та технологічних вимог. До санітарно-технічного обладнання басейну входять системи холодного та гарячого водопостачання, каналізації, опалення, кондиціонування повітря, вентиляції.

Систему водопостачання басейну проектують роздільною: господарсько-питний і технологічний водопроводи. Господарсько-питний водопровід забезпечує подачу води в санітарні вузли, душеві, ванни для миття ніг, буфети, допоміжні приміщення. Технологічний водопровід забезпечує подачу води у ванну басейну та її водообмін.

Внутрішній протипожежний водопровід у басейнах влаштовують лише у тих випадках, коли басейн призначений для демонстрації спортивних змагань і об'єм будівлі басейну більший за 5 тис. м³.

Системи внутрішніх водопроводів і каналізації повинні бути запроєктовані відповідно до вимог СНиП 2.04.01-85 та спеціальної літератури. При цьому враховують, що основні витрати води є в душевих установках, і тому в них рекомендується передбачати автоматичне вимикання води.

Для технологічного водопроводу можливо використовувати воду з різних джерел водопостачання. Якість води для наповнення ванн і підживлення свіжою водою повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82 та спеціальним додатковим технологічним вимогам, а саме:

1. Прозорість води «по хресту» повинна бути не меншою за максимальну глибину води у ванні.

2. Кольоровість — не більше 3 градусів стандартної шкали для спортивних басейнів і не більше 20 градусів для басейнів іншого призначення.

3. Каламутність (за вмістом завислих речовин) для спортивних критичних ванн — не більше 0,3 мг/л, для відкритих ванн — не більше 1,5 мг/л; для ванн іншого призначення — не більше 3 мг/л.

4. Для ванн будь-якого призначення $pH = 7,2-7,8$.

5. Вода повинна містити залишковий вміст знезаражуючої речовини (наприклад, мг/л: залишкового хлору — 0,3-0,5, озону — 0,4-1,0, срібла — 0,05-0,1).

6. Титр кипювочної палички: 333 мл — для спортивних басейнів; 100 мл — для басейнів іншого призначення.

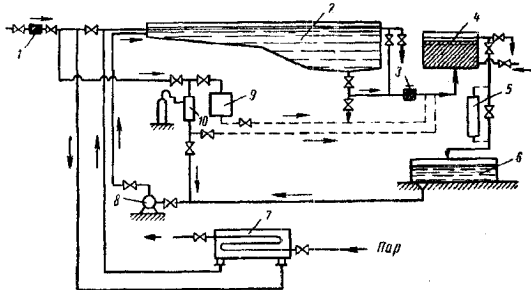
7. Температура води — 20 — 28°C.

Контроль за якістю води під час експлуатації проводиться регулярно шляхом відбору проб з ванн.

При проектуванні технологічного водопроводу враховують прийнятний водний режим і систему водообміну, яка може бути:

- рециркуляційною (багаторазове використання води);
- проточною безперервної дії під час експлуатації;
- наливною (одноразового використання).

Найчастіше застосовують рециркуляційну систему з повним очищенням води, в процесі якого видаляють органічні і мінеральні забруднення та проводять знезараження води (мал. 3.56).



Мал. 3.56. Схема водообміну басейну:

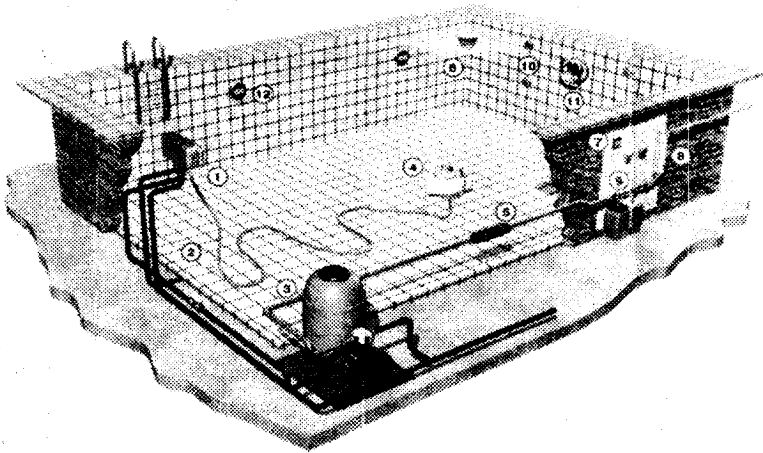
1 — водомір; 2 — ванна басейну; 3 — фільтр грубого очищення; 4 — фільтр; 5 — установка бактерицидного знезараження води; 6 — резервуар; 7 — нагрівник; 8 — насос; 9 — установка для приготування розчинів реагентів; 10 — хлоратор.

Проточна схема водообміну передбачає безперервну подачу у ванну близько 30 % об'єму води за годину, що дозволяє підтримувати задану якість води за рахунок розбавлення чистою водою. При необхідності воду насичують знезаражуючою речовиною. Проточну схему застосовують для малих ванн об'ємом 20 — 200 м³ оздоровчих басейнів.

Наливна схема водообміну передбачає одноразове використання і заміну всієї води, що знаходиться у ванні. Воду з ванни зливають в каналізацію, стінки і дно чистять і дезинфікують, після чого ванну наповнюють чистою водою. Цю схему застосовують тільки в басейнах лікувального призначення з ваннами на 20 — 100 м³.

При визначенні діаметрів рециркуляційних і відвідних трубопроводів, діаметрів донних та переливних випусків необхідно користуватися рекомендаціями спеціальної літератури. При проектуванні рециркуляційних та проточних систем слід пам'ятати, що найзабрудненішими є верхній шар води та шар біля дна басейну.

Обладнання для водопідготовки та знезараження води підбирають та розраховують за СНиП 2.04.02-84. Для невеликих басейнів індивідуальних будинків таке обладнання займає досить мало місця і монтується безпосередньо біля ванни басейну (мал. 3.57).



Мал. 3.57. Інженерне обладнання басейну:

1 — пристрій для забору верхнього, найбільш забрудненого шару води; 2 — донний випуск; 3 — двошаровий напірний фільтр; 4 — шітка для очищення дна і стінок басейну (під'єднується до фільтра); 5 — проточний нагрівник; 6 — поплавок з хлором або бромом; 7, 9 — пристрої для знезараження; 8 — ультрафіолетове опромінення; 10 — форсунки для управління потоком води; 11 — пристрій протіку (імітує течію ріки); 12 — підводний прожектор.

3.3.3. Лікувальні заклади

В лікувальних закладах поряд зі звичайними встановлюють спеціальні санітарні прилади (медичні умивальники з ліктьовим, педальним або іншим пуском води; спеціальні мийки; лікувальні ванни і басейни; медичні душі; спеціальні пристрої для водної терапії і грязелікування та інші). До всіх спеціальних санітарних приладів, як правило, передбачають підведення холодної і гарячої води.

В лікувальних закладах передбачають об'єднаний господарсько-питний і протипожежний водопровід, який подає воду питної якості. В спеціалізованих лікувальних закладах, крім того, проектують системи технічного водопостачання мінералізованих вод для лікувальних процедур, пристрої для підготовки і транспортування лікувальної грязі та інші. У водолікувальному відділенні встановлюють різні душі: звичайні дошові, циркуляційні, струменеві (Шарко), двоструменеві (шотландські), пилові, голкові.

Дошовий душ має звичайну душову сітку діаметром 10 — 15 см, яка встановлюється на висоті 2,2 м. Голковий та пиловий душі відрізняються тим, що замість звичайної встановлюють спеціальні сітки, які утворюють факел з гострих струменів, або за рахунок наконечників з сердечниками забезпечується дрібне розпилення води.

Конструктивно струменевий душ (Шарко) високого тиску (0,4 МПа) виконаний з гнучкого шлангу з наконечником. Цей душ направляють на пацієнта з віддалі 4–4,5 м.

Шотландський душ перемінної температури виконують у вигляді двох душів Шарко, які працюють самостійно і мають максимальну і мінімальну задані температури. В цьому випадку одночасно здійснюється гідро- і температурний масажі.

Циркуляційний душ складається з 8 — 12-ти вертикально встановлених по колу труб діаметром 15 — 20 мм з отворами через 10 — 15 мм діаметру 1 мм.

В кабінетах водної терапії управління душами та іншими водолікувальними пристроями здійснюється зі спеціальних пультів управління, які називають кафедрами. Для кафедри влаштовують самостійну, не пов'язану з іншими водоспоживачами, систему подачі холодної і гарячої води під високим тиском. Крім пускових вентилів і кранів на пульт кафедри виводять регулятори витрат, тиску і температури води.

У водолікувальних кабінетах, як правило, влаштовують одну загальну каналізацію. Стоки від душових відводять через трапи, що встановлюються в підлозі або лотках мокрих приміщень. Трапи від душових грязелікувальних кабінетів мають спеціальну конструкцію (без гідрозатворів). Стічна вода з цих кабінетів подається в грязевідстійники і лише потім може бути скинута в міську каналізацію.

Стоки від інфекційних відділень відводять окремими мережами в збірні резервуари, де вони знезаражуються і лише після цього скидаються в загальну каналізаційну мережу.

Трубопроводи водопроводу та каналізації в лікувальних закладах прокладають, як правило, приховано, в стінах, монтажних шахтах, перекриттях будинку. Встановлювати відкриті лінії каналізації, прочистки та ревізії в приміщеннях медично-санітарного призначення (палати, перев'язочні

тощо) не дозволяється. При проектуванні мереж водопроводу та каналізації передбачають заходи проти поширення шуму.

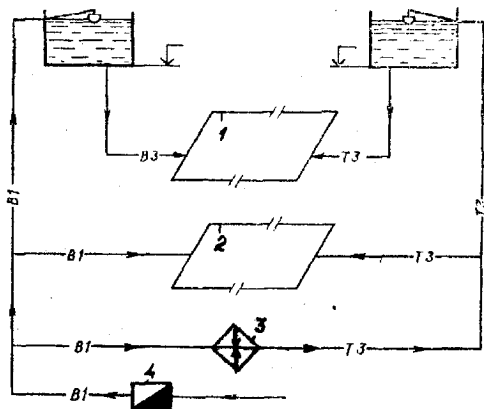
3.3.4. Комунальні підприємства

Лазні. Найбільш поширені в нашій країні лазні з мильним і парильним відділеннями та допоміжними приміщеннями. Технологія роботи лазні передбачає використання гарячого повітря, насиченого паром, і водні гігієнічні процедури. Застосовують також сауни, технологія яких передбачає використання сухого повітря при t° у 90 — 120°С в спеціальному приміщенні і миття під душем. Досить часто в лазнях проектують басейни для купання в нагрітій або охолодженій воді.

Водопостачання лазні складатиметься з двох мереж, які забезпечують подачу води на господарсько-питні та технологічні потреби. Мережі господарсько-питного водопроводу проектують з нижнім розведенням магістралей. Технологічні мережі, як правило, живляться від запасних водонапірних баків холодної і гарячої води (мал. 3.58).

Мал. 3.58. Схема водопостачання лазні:

1 — технологічні мережі; 2 — господарсько-побутові мережі; 3 — нагрівник води; 4 — водомір.



Для забезпечення господарських та побутових потреб в лазнях встановлюють у роз'язгальні — 1 умивальник на 75 місць і один душ для ніг на 26 місць; в мильних — 1 водорозбірну колонку на 8 місць, 1 душ на 12 місць. Санвузли повинні обладнуватись з розрахунку: 1 унітаз і 1 умивальник на 50 місць в роз'язгальнях.

Норми водоспоживання в лазнях наведені в СніП 2.04.01-85. Розрахунок водопроводу починають з виробничої мережі від баку. На аксонометричній схемі обирають розрахунковий напрямок і розбивають його на розрахункові ділянки. За витратами визначають діаметри труб, приймаючи швидкість руху води в трубах в межах 1 — 1,5 м/с.

При розрахунку систем холодного і гарячого водопостачання необхідно, щоб всі водорозбірні пристрої забезпечували нормативні витрати води, а на підведеннях холодної і гарячої води були забезпечені однакові робочі напори. Мережі холодної і гарячої води, що подають воду більше ніж до трьох душових сіток, повинні бути закільцьовані горизонтально або вертикально. Підведення холодної і гарячої води до душів повинні бути окремими, не пов'язаними з підведеннями до водорозбірних колонок та інших водорозбірних приладів. Душові сітки встановлюють на висоті 2,2 м від підлоги, водорозбірні крани — 0,8 — 0,9 м, змішувачі душів — 0,9 — 1,0 м.

Об'єм запасних баків має дорівнювати годинним витратам води при централізованому водопостачанні, а віддаль між баками холодної і гарячої води — не менше 0,7 м. Висоту встановлення баків визначають з урахуванням будівельних конструкцій споруди. Протипожежний водопровід у лазнях не передбачають. Каналізація лазні складається з трубопроводних і лоткових мереж з необхідними прочистками і ревізіями. Розрахунок лотків і трубопроводів проводять за загальноприйнятими формулами або таблицями. Діаметри каналізаційних труб приймають рівними 50 — 100 мм. Трапи діаметром 100 мм встановлюють з розрахунку один на 3 — 4 душові сітки і на 8 місць в мильному або парильному відділенні, а 50 мм — якщо запроєктовано один трап на дві суміжні kabіни або трапи призначені для відводу стоків від миття підлоги в тамбурах, роздягальнях та інших приміщеннях.

У лазнях на 100 відвідувачів і більше рекомендується встановлювати теплоуловлювачі, при цьому проектують роздільні системи побутової і технологічної каналізації. Після теплоуловлювачів вода направляєється до мережі господарсько-побутової каналізації.

Пральні можуть бути механізовані або напівмеханізовані. Продуктивність пральні визначається кількістю сухої білизни, що обробляється за зміну. Висота виробничих приміщень пралень залежить від продуктивності: 3,6 м — при продуктивності до 1 т білизни за зміну; 4,8 м — при 2-3 т і 5,4 м — при 5 т і більше.

Внутрішній водопровід пралень складається з мережі трубопроводів, які обслуговують всі водорозбірні крани, прилади і водонапірні баки. З баків вода подається до мережі виробничого водопроводу. Виробничі мережі прокладаються відкрито по стінах з верхнім розведенням магістралей.

Протипожежний водопровід у пральнях проектують в тому випадку, коли об'єм будівлі більше, ніж 0,5 тис. м³. Протипожежний водопровід об'єднують з господарсько-питним і влаштовують його в приміщеннях обробки і зберігання сухої білизни.

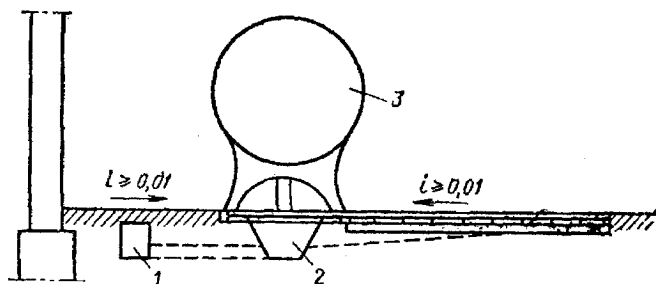
В системах холодного і гарячого водопостачання встановлюють напірні запасні баки місткістю на 45-ти хвилини витрати води на техно-

логічні потреби в пральнях продуктивністю до 3 т білизни за зміну і на 30-тихвилинний запас води при більшій продуктивності.

Подача води в запасні баки, з яких живиться мережа технологічного водопроводу, здійснюється від господарсько-питного водопроводу. На господарсько-побутові потреби вимагається подача холодної і гарячої води питної якості (за ГОСТ 2874-82), на технологічні потреби, крім того, — вода жорсткістю не більше 7 мг-екв/л.

Розрахункові витрати води на господарсько-питні потреби визначають за СНиП 2.04.01-85, на технологічні потреби — за характеристиками технологічного обладнання і режимами роботи з урахуванням одночасної дії обладнання.

Для пралень продуктивністю до 2 т сухої білизни за зміну передбачають влаштування одного водопровідного вводу, а при більшій продуктивності — не менше двох вводів. У схемі водопостачання пральні влаштовують один водомірний вузол з обвідною лінією.



Мал. 3.59. Схема відведення стічних вод від пральної машини: 1 — збірний лоток; 2 — збірний приямок; 3 — пральна машина.

Відвід стічних вод з пралень здійснюють за допомогою лотків, які закривають решітками або дірчастими плитами, і системою труб. Відвід стічних вод від пральних машин може здійснюватись або безпосередньо в каналізаційні трубопроводи і лотки, або в спеціальні приямки, які влаштовують під машинами (мал. 3.59). Воду з приямків відводять в збірний резервуар. У пральнях проектують роздільні мережі господарсько-фекальної і виробничої каналізації. На виробничій каналізації доцільно встановлювати теплоуловлювачі. Крім утилізації тепла від стічних вод в пральнях з великою продуктивністю передбачають регенерацію лугу і мила та повторне використання відпрацьованих розчинів миючих засобів. Мильні розчини та розчини миючих речовин можуть бути скинуті в міську каналізацію за умови їх розбавлення не менше ніж 1:1 побутовими стоками.

3.3.5. Будинки сільськогосподарського призначення

В багатьох будинках сільськогосподарського призначення влаштовують внутрішні системи водопостачання і каналізації. Внутрішній водопровід тваринницьких ферм і пташників повинен забезпечувати подачу води на напування тварин і птиці, а також задовольняти вимоги у воді для прибирання приміщень, утримання тварин у чистоті, виготовлення кормів, миття і охолодження технологічного обладнання, гідровидалення гною.

Для напування тварин рекомендується вода температурою у 13 — 15°C. Напування холоднішою водою збільшує енерговитрати тварин і знижує їх продуктивність, а систематичне напування тварин водою температурою вище 20°C робить їх організм податливішим простудним захворюванням. Підтримання заданої температури води забезпечується наявністю у приміщеннях систем гарячого і холодного водопостачання і встановленням термозмішувачів.

Найчастіше використовують термозмішувачі прямої дії ТСВБ, які підтримують задану температури змішаної води автоматично, незалежно від коливань тиску і температури води, яку подають. Схеми приготування підігрітої води наведена на мал. 3.60. При цьому гаряча вода подається централізовано або підігрівається в електричних водонагрівниках.

На фермах, обладнаних водопроводом, напування тварин і птиці передбачається зі стаціонарних індивідуальних або групових автонапувалок. Отримали поширення близько двох десятків різних типів напувалок з металу та пластмаси. Автонапувалки поділяють:

- за призначенням: для великої рогатої худоби — індивідуальні (ПА-1; ПА-1А; АП-1; ПАУ-АН-3А) і групові (АГК-4; АГК-12); для свиней — групові (ПАС-2; АГС-24); для овець — групові (АО-3; АО-0.2; ГАО-4); для птиці (П-4; АП-2; ПБ);
- за принципом дії: вакуумні; поплавково-клапанні; соскові; ніпельні; краплинні;
- за ступенем стаціонарності: стаціонарні і пересувні.

Для нормальної роботи автонапувалок потрібно систематично їх очищати і промивати чистою водою, а в мережі водопроводу повинен бути забезпечений тиск 0,04 — 0,25 МПа. Мінімальний робочий напір у трубах для проточних і групових напувалок приймають у 2 м. На випусках стічних вод від проточних напувалок встановлюють уловлювачі для пуху та пір'я.

ють гарячою водою для їх дезінфекції і підігрівання дойльних стаканів. Після доїння дойльні апарати, молокопровід, охолоджувачі та молочний насос промивають холодною і гарячою водою або підігрітим мийоче-дезінфікуючим розчином з наступним промиванням їх гарячою водою. Січні води з молочних пунктів скидають у господарсько-побутову каналізацію.

Значна кількість води витрачається в тваринницьких фермах на прибирання приміщень, змивання і видалення гною. Як правило, для цього використовуються поливальні крани, до яких підводиться підігріта вода. Для видалення гною може також використовуватись трубопровід технічної води з встановленими на ньому форсунками для змивання гною. Слід зазначити, що гідрозмив гною застосовують у свинарниках і на фермах в тих випадках, коли є можливість використовувати гноївку в якості добрив. Січні води лотками і трубами подаються в гноєвідстійники, а потім — на локальні очисні споруди.

Для внутрішньої водопровідної мережі сільськогосподарських будинків рекомендується застосовувати сталеві і пластмасові труби. Оцинковані труби використовують для питних водопроводів і гарячого водопостачання, а неоцинковані — для непитних водопроводів. При виборі матеріалу пластмасових труб слід віддавати перевагу трубам із поліетилену.

На фермах і пташниках прокладання водопровідних труб передбачають відкритим — по стінах колонах, а також по стаціонарних годівницях, клітках, постійній огорожі. Не дозволяється прокладати водопровідні труби там, де вони можуть контактувати з гноєм або послідом, бути піддані механічному навантаженню, заважати прибиранню гною і посліду чи транспортуванню кормів. Крім того, в перерахованих сільськогосподарських будівлях на мережі виробничого водопроводу слід передбачати встановлення кранів для миття підлоги з розрахунку радіуса дії 30 м і напору на сприску не менше 5 м.

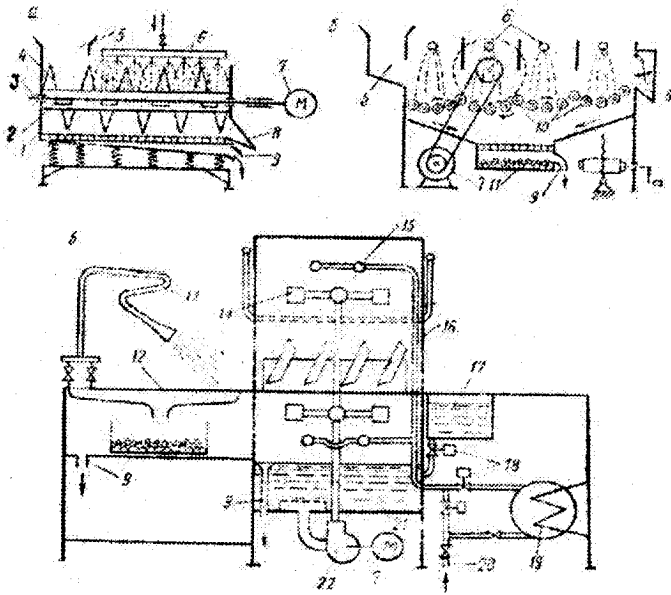
У приміщеннях для великої рогатої худоби мережею внутрішнього водопроводу є тупикова або закільцьована магістраль, від якої відходять відгалуження до автонапувалок і поливальних кранів. В пташниках внутрішній водопровід виконують у вигляді однієї або декількох магістральних ліній, від яких вода подається до напувалок гнучкими шлангами, що дає змогу змінювати рівень встановлення або демонтувати жолобкові напувалки під час прибирання посліду.

Встановлення запірної арматури на мережі виробничого водопроводу слід передбачати: на вводі водопроводу в будинок; на відгалуженнях від магістралі; на підведеннях до групових напувалок, технологічного обладнання і сіток для миття вимені. З метою спорожнення водопровідної мережі під час ремонтів всі горизонтальні трубопроводи прокладають з ухилом 0,002 — 0,005 в сторону вводу або в одну із сторін ділянки стійл, де в найнижчій точці труби передбачено спускний кран.

При проектуванні каналізації будинків сільськогосподарського призначення слід передбачати роздільні системи водовідведення господарсько-побутових, дощових, виробничих стоків і гноївки. Якщо стоки та їхні осади після відповідного очищення та обробки відповідають меліоративним, агрономічним, ветеринарним, водоохоронним та санітарним вимогам, їх необхідно використати для зрошення та підживлення сільськогосподарських культур.

3.3.6. Підприємства загального харчування

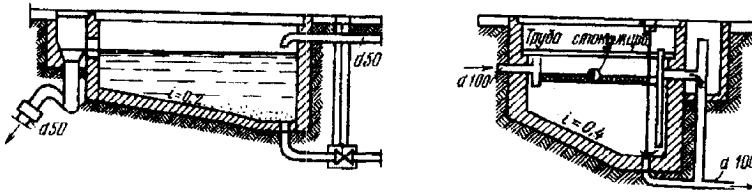
Виробничі приміщення підприємств загального харчування обладнують як звичайним, так і спеціальним технологічним та санітарно-технічним обладнанням (посудо- і овочемийні машини, картопличстки, спеціальні мийки для м'яса і риби та ін.) (мал. 3.61).



Мал. 3.61. Технологічне обладнання підприємств загального харчування:
a — машина для миття овочів; *б* — картопличстка; *в* — машина для миття посуду:
 1 — корпус; 2 — вантажі для дебалансу; 3 — вісь; 4 — шнек; 5 — воронка для завантаження; 6 — розпилювач води; 7 — двигун; 8 — лоток вивантаження; 9 — відвід стічних вод; 10 — абразивні ролики; 11 — крохмалоуловлювач; 12 — стіл завантаження; 13 — душі; 14, 15 — насадки; 16 — касета; 17 — бак; 18 — електромагнітні клапани; 19 — електронагрівник; 20 — холодна вода; 21 — ванна; 22 — насос.

Внутрішній водопровід на підприємствах загального харчування приймають єдиним для питних, технологічних і протипожежних потреб. При визначенні витрат води враховують потреби на приготування певної кількості умовних блюд і кількості продукції, що переробляється. Мережі холодного і гарячого водопроводу проєктують переважно кільцевими з нижнім розведенням і розраховують аналогічно системам житлових будинків. Гарячу воду підводять до всіх умивальників, мийок, душових пристроїв, внутрішніх поливальних кранів та іншого технологічного обладнання.

Підприємства загального харчування обладнують окремими системами господарсько-побутової та виробничої каналізації. Стоки виробничої каналізації проходять очищення на локальних спорудах і лише потім скидаються в зовнішні мережі. Стічні води від миття посуду, м'яса, риби пропускають через відстійник і жировловлювачі (мал. 3.62). Стічні води від миття овочів проходять через пісковловлювачі; від картоплечисток — через крохмалевловлювачі.



Мал. 3.62. Локальні установки для очищення стічних вод:

a — пісковловлювачі або відстійники; *б* — жировловлювачі.

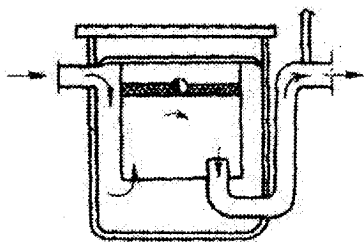
Локальні очисні споруди можуть встановлюватись зовні будинку або бути вбудованими в технологічне обладнання. На невеликих підприємствах загального харчування, де кількість приладів, що мають виробниче призначення, не більше двох, дозволяється скидати виробничі стоки від цих приладів безпосередньо в мережу господарсько-побутової каналізації.

У всіх виробничих приміщеннях встановлюють трапи для збору і відведення стічних вод від миття підлоги. Діаметр відвідних ліній приймають не меншим найбільшого діаметра випуску приймачів стічних вод, апаратів і установок, що підключені до каналізації. Всі раковини і мийки для миття продуктів і посуду під'єднуються до каналізації через трапи або сифони з повітряним розривом у 20 — 30 мм між ними. Прокладання внутрішніх каналізаційних мереж у торгових залах, залах харчування, складських приміщеннях, як правило, не дозволяється. Діаметри і уклони трубопроводів визначають за розрахунком.

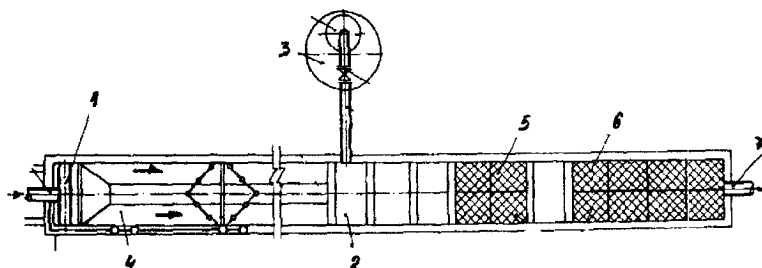
3.3.7. Підприємства обслуговування автомобілів

На об'єктах підприємств обслуговування автомобілів проектують господарсько-питний, виробничий і протипожежний водопроводи. Системи водопостачання приймають залежно від об'єму та потужності підприємства. Для малих об'єктів застосовують систему єдиного водопроводу на всі потреби, для більших — роздільні водопроводи.

Вода витрачається на господарсько-побутові (санвузли, душі, буфети, майстерні тощо) і виробничі (миття автомобілів, підлоги, технологічного обладнання) потреби. Відповідно до норм у гаражах передбачають 1 умивальник і 1 душову сітку на 20 чоловік. Розрахункові витрати на виробничі потреби визначають за технологічними вимогами і з урахуванням обладнання. Так, наприклад, для миття однієї машини необхідно від 500 до 2000 л залежно від ступеня механізації мийки і типу автомобіля. Для миття підлоги і технологічного обладнання у виробничих приміщеннях передбачають внутрішні поливальні крани діаметром у 25 мм.



Мал. 3.63. Бензинумаслоуловлювач



Мал. 3.64. Очисні споруди для очищення стічних вод, що містять мазут: 1 — розподільчий лоток; 2 — лоток для збору мазуту; 3 — колодязь для мазуту; 4 — відстійник; 5 — фільтри попереднього очищення; 6 — фільтри глибокого очищення; 7 — випуск (або подача на зворотне водопостачання).

Противопожежне водопостачання гаражів проєктують за вимогами СНиП 2.04.01-85 з влаштуванням простих, автоматичних і напівавтоматичних систем пожежегасіння. Для відкритих стоянок автомашин пожежегасіння передбачають від зовнішніх пожежних гідрантів або відкритих водойм.

На підприємствах обслуговування автомобілів проєктують роздільні системи каналізації: господарсько-побутової, виробничої та дощової. Виробничі та дощові стічні води повинні проходити локальне очищення на місцевих очисних спорудах. Для очищення виробничих стічних вод частіше всього використовують відстійники і бензиномаслоуловлювачі (мал. 3.63). Після очищення дозволяється скидати стоки в міську каналізаційну мережу, але доцільніше застосовувати зворотні схеми водопостачання. В цьому випадку виробничі стічні води додатково пропускають через фільтри (мал. 3.64).

Дощові води, що стікають з територій підприємств з обслуговування автомобілів, як правило, містять ті ж самі забруднення, що і виробничі стоки. Тому технологія очищення таких дощових вод мало чим відрізняється від технології очищення виробничих стоків.

3.3.8. Об'єкти виробничого призначення

Системи водопостачання і каналізації виробничих будинків досить різноманітні і суттєво залежать від технології виробництва. У виробничих приміщеннях з незначними витратами води на технологічні потреби (до 100 м³/добу) доцільно проєктувати єдиний господарсько-питний, виробничий і противопожежний водопровід. В інших випадках передбачають роздільні системи водопостачання. При цьому у випадку різних вимог до якості води на окремі технологічні процеси можуть бути передбачені декілька виробничо-технологічних водопроводів з локальним очищенням.

Господарсько-побутовий водопровід прокладають в побутових приміщеннях і цехах, де встановлені санітарні прилади для побутових потреб і технологічні апарати, які вимагають воду питної якості. Схеми, обладнання та розрахунки, як правило, аналогічні тим, що використовуються в господарському водопроводі житлових будинків. До відмінностей господарсько-питних водопроводів у виробничих приміщеннях належать групове встановлення приладів (умивальників, унітазів, надлідтогових чаш, душів тощо) та необхідність встановлення спеціальних санітарних приладів на окремих підприємствах. Так, наприклад, на підприємствах, де використовуються токсичні або радіоактивні речовини, передбачають встановлення водорозбірної арматури з автоматизованим пуском води без доторкання до арматури.

Противопожежний водопровід у виробничих будинках проєктують залежно від ступеня вогнетривкості, категорії виробництва з пожежної без-

пеки та об'єму будинку. Основні нормативні вимоги до протипожежного водопостачання викладені в СНиП 2.04.02-84 і СНиП 2.04.01-85. Протипожежний водопровід на підприємствах, як правило, об'єднують з господарсько-питним або виробничим. Об'єднані господарсько-протипожежні і виробничо-протипожежні системи розраховують на пропуск розрахункових витрат води на пожежегасіння при максимальних її витратах на господарсько-питні і виробничі потреби, але при цьому не враховуються витрати води на користування душами, миття підлоги і полив території.

Переважно на підприємствах встановлюють прості системи протипожежного водопостачання з пожежними кранами. В окремих цехах хімічної, нафтопереробної та інших галузей промисловості, де висувують підвишені вимоги до протипожежного захисту, влаштовують автоматичні системи пожежегасіння та спеціальні швидкодіючі установки.

Внутрішній протипожежний водопровід не встановлюють у виробничих будинках, де застосування води може викликати вибух, пожежу, поширення вогню; I та II ступеня вогнетривкості з неспалимих матеріалів категорій Г і Д незалежно від їх об'єму; III -V ступеня вогнетривкості об'ємом до 5 тис. м³ категорій Г і Д.

Виробничий водопровід забезпечує подачу води на всі технологічні потреби. При проектуванні таких водопроводів необхідно чітко знати технологічні вимоги до кількості і якості води та які напори повинні бути в мережі. У виробничих будинках застосовують різні системи виробничих водопроводів: прямооточні, зворотні (циркуляційні) та з повторним використанням води.

Прямоточна схема найпростіша, однак вимагає значної кількості води і тому застосовується лише при невеликих витратах на виробничі потреби. Схема повторного використання води передбачає подачу води послідовно до декількох апаратів або цехів, що дозволяє раціональніше використовувати воду та енергоресурси.

Зворотна схема водопостачання передбачає подачу води до обладнання, відвід використаної води на очисні споруди для відновлення початкової якості (регенерація) і повторну подачу до обладнання для використання. Підживлення чистою водою в таких схемах незначне, і тому ця схема використовується при значних витратах, дефіциті води, великих тарифах на воду тощо.

У внутрішніх водопроводах виробничих будинків застосовують різні схеми водопровідних мереж. У цехах, де допускається перерва в подачі води на технологічні потреби, застосовують тупикові мережі. Якщо не допускається перерва в подачі води, застосовують кільцеві або подвійні мережі. Прокладають трубопроводи відкрито (по колонах, фермах, стінах) або приховано (в прохідних і непрохідних каналах, нішах). Розрахункові

витрати води в мережах виробничого водопроводу визначають за режимом роботи технологічного обладнання.

Каналізація всередині будинків виробничого призначення застосовується для збору та видалення господарсько-побутових, виробничих і дощових вод. Мережа каналізації може бути єдиною для всіх стоків або, що частіше, роздільною.

Мережі господарсько-побутової каналізації промислових підприємств проектується так, як і мережі житлових і громадських будинків. При проектуванні виробничої та дощової каналізації враховують: можливість і необхідність утилізації цінних речовин, що знаходяться в стоках; можливість повторного використання води для технічного водопостачання; доцільність, можливість та необхідність скидання виробничих стоків у міську каналізацію.

Мережі виробничої каналізації залежно від складу та агресивності стічних вод можуть бути з керамічних, чавунних, пластмасових та інших труб, що не руйнуються під дією стоків. Проектуючи мережу, особливу увагу приділяють змішуванню різних виробничих стоків, оскільки в цьому випадку можуть суттєво змінюватись властивості стічних вод (швидке заростання труб, виділення токсичних і вибухонебезпечних газів та інше).

Виробничі каналізаційні мережі розраховують за максимальними витратами. Пропускна здатність каналізаційних мереж перевіряють за СНиП 2.04.01-85. В кожному окремому випадку значення самоочисних швидкостей руху стічних вод, уклонів та наповнень у трубах має бути ретельно перевірено.

3.3.9. Об'єкти будівництва

На будівельних майданчиках слід влаштувати водопровід, який забезпечить подачу води на господарсько-питні, виробничі і протипожежні потреби. Системи водопостачання об'єктів будівництва можуть бути тимчасовими або діючими постійно. Для зниження капітальних витрат на влаштування тимчасових водопроводів необхідно передбачати будівництво та увід в експлуатацію в першу чергу тих елементів водопроводу, які потім будуть працювати в якості постійно діючих для даного об'єкта.

Системи тимчасових водопроводів залежно від місця розташування будівельного майданчика можуть бути, якщо є така можливість, підключені до постійно діючих водопроводів або мати локальне джерело живлення (шахтні колодязі, неглибокі свердловини, поверхневі водойми тощо). На невеликих будівельних майданчиках тимчасові водопроводи можуть не влаштуватись, а вода підвозитися автотранспортом. В кожному окремому випадку вибір схеми водопостачання вирішується за техніко-економічними розрахунками.

Господарсько-питний водопровід на будівельних майданчиках повинен забезпечувати подачу води питної якості у кількості: 15 — 20 л за зміну на одного працюючого на майданчиках, що віддалені від житлових зон; 25 — 40 л за зміну — в тих же випадках, але при наявності душових установок. Якщо об'єкт будівництва розташований на території житлового кварталу, норму витрат води на господарсько-питні потреби збільшують на 30 — 50 л/добу.

На об'єктах будівництва вода також може витрачатись на виробничі потреби: приготування бетонів, будівельних розчинів, полив ґрунту при ущільненні та інші. Норми витрат води на основні технологічні процеси в будівництві: цегляна кладка 1000 цеглин — 90 — 230 л; гасіння 1 т вапна — 2500 — 3500 л; промивання 1 м³ щебеня або піску — 500 — 1500 л; приготування 1 м³ бетону в бетономішалках — 200 — 400 л; полив 1 м² ґрунту при ущільненні — 180 — 250 л.

До якості води, що використовується у виробничих процесах, висувають певні вимоги. Вода не повинна мати: показник pH нижче за 6,5; значні домішки гумусових речовин, жирів, масел.

Режим водопостачання в будівництві характеризується такими коефіцієнтами годинної нерівномірності: виробничі потреби — 1,45 — 1,7; силові установки — 1,1 — 1,2; транспортне господарство — 2; побутові потреби — 2,7; підсобні підприємства — 1,2 — 1,5.

Норми витрат води на протипожежні потреби залежать від вогнетривкості будівель і погоджуються з органами пожежного нагляду. Найчастіше приймають норму 10 — 20 л/с на одну пожежу залежно від площі об'єкту (10 — 20 га і більше). Розрахункову тривалість пожежі приймають за 3 години. В окремих випадках для зберігання протипожежних запасів води влаштовують відкриті резервуари, звідки подача води при гасінні пожежі здійснюється тимчасовими насосними установками або насосами пожежних машин.

При влаштуванні тимчасових водопроводів використовують найдешевші матеріали або розбірні переносні мережі багаторазового використання. Мережа повинна мати мінімальну довжину і може бути прокладена в ґрунті, на поверхні землі або на естакадах. При необхідності можуть влаштовуватись напірно-регулюючі споруди.

Вибір системи тимчасової каналізації залежить від об'єму будівництва і місця його розташування. При розрахунку об'ємів вигрібних ям приймають норму стічних вод на одного працюючого у 0,7 л/добу.

Для каналізування об'єктів будівництва використовують тимчасові стаціонарні або пересувні каналізаційні споруди. Найчастіше влаштовують люфт-клозети з водонепроникними вигрібами та дворові туалети з вигрібами. При об'ємі стічних вод від 2 м³/добу і більше можуть застосовувати тимчасові очисні споруди (сеттики, фільтруючі траншеї тощо).

3.4. Основи проектування систем водопостачання та каналізації будинків і споруд

3.4.1. Нормативні вимоги. Стадії проектування та склад робочої документації

Проекти і кошториси житлових та виробничих будинків і споруд здійснюють, як правило, в дві стадії — проект і робоча документація. При розробці технічно нескладних об'єктів допускається проектування в одну стадію — робочий проект. Обсяг технічної документації з розділу «Внутрішній водопровід і каналізація» для житлового, громадського і промислового будівництва визначається за СНиП 1.02.01-85.

Проект виконується відповідно до затвердженого і погодженого завдання на проектування. На всі розділи проекту повинні бути отримані технічні умови. Технічні умови на водопостачання і каналізацію об'єкта видає управління водопровідно-каналізаційного господарства населеного пункту, де проектується будинок або споруда. В технічних умовах на водопостачання мають бути вказані напір у точці підключення і діаметр діючого водопроводу. У технічних умовах на каналізування об'єкта — діаметр і вид існуючої каналізації.

Проект водопостачання та каналізації будинку виконується на основі архітектурно-будівельного і технологічного завдання. До архітектурно-будівельного завдання прикладаються генеральний план ділянки будівництва з інженерними мережами, плани поверхів, підвалу або технічного підпілля, даху з місцем розташування водостічних воронок, найхарактерніші (з точки зору систем, що проектується) розрізи будинку. В технологічному завданні повинні бути вказані такі дані: кількість споживачів води (для підприємств додатково вказується кількість людей, що працюють у цехах з тепловиділеннями більше 84 кДж на 1м³/год); максимальні годинні та секундні витрати води від технологічного обладнання; режим роботи технологічного обладнання; фізико-хімічний склад виробничих стічних вод; категорія виробництва по вибуховій, вибухопожежній і пожежній безпеці.

Виконана технічна документація систем водопостачання та каналізації будинку повинна мати такі матеріали: генеральний план ділянки будівництва з інженерними мережами і спорудами на них у масштабі 1:500 або 1:1000; плани поверхів в масштабах 1:100 або 1:200 з санітарно-технічними приладами, обладнанням і трубопроводами; аксонометричні схеми внутрішніх систем водопостачання, каналізації і водостоків з розміщенням всіх приладів, арматури і значеннями діаметрів, уклонів, висотних відміток характерних точок та місць перетину з будівельними

конструкціями; профілі підземних мереж з відмітками поверхні землі, лотків (для самопливних ліній) або верху (для напірних ліній) труб, місць і відміток перетину з іншими комунікаціями; детальні креслення окремих вузлів та елементів; пояснювальну записку з описом та розрахунками систем; відомість обсягів санітарно-технічних робіт і специфікації обладнання та матеріалів; заявочні відомості на обладнання; кошторисну документацію.

Основні технічні рішення та робоча документація погоджуються з органами державного нагляду і організаціями, що експлуатують зовнішні мережі, до яких підключаються мережі, що проектуються. На основі робочої документації будівельна організація може проводити монтажне проектування. Це необхідно, оскільки в робочих кресленнях недостатня ступінь деталізації монтажних елементів системи для виготовлення їх індустріальними способами, а в окремих випадках відсутні необхідні при монтажі прив'язки елементів санітарно-технічних пристроїв до будівельних конструкцій будинків.

Креслення систем водопроводу та каналізації будинку виконують відповідно до вимог стандартів Системи проектної документації для будівництва (СПДС). При розробці робочої документації систем внутрішнього водопроводу та каналізації слід керуватись ГОСТ 21.601-79 «СПДС. Водопровод і каналізація. Робочі чертежі». Елементи систем водопроводу і каналізації, а також трубопроводи на кресленнях марки ВК показують основною суцільною лінією, будівельні конструкції і технологічне обладнання — тонкою лінією.

Плани систем холодного і гарячого водопроводу, як правило, суміщаються з системами каналізації. Трубопроводи, що розташовані один над одним, на планах умовно відносять від стіни і показують паралельними лініями. Обладнання систем (насоси, баки тощо) на планах і схемі показують спрощеними графічними зображеннями, а інші елементи систем (арматура, лічильники тощо) — умовними позначеннями. На плани та їх фрагменти слід наносити: вводи водопроводу та випуски каналізації; основні трубопроводи, стояки, санітарні прилади і пожежні крани з їх прив'язкою до будівельних конструкцій; діаметри трубопроводів; позначення стояків систем.

3.4.2. Монтажне проектування

При проектуванні санітарно-технічних систем у проектній організації ступінь деталізації будівельних елементів та їх масштаб не завжди достатні для того, щоб точно вказати місце прокладання трубопроводів і точки кріплення обладнання. Крім того, будівельні допуски на монтаж досить значні, особливо при використанні цегли або маломірних блоків.

Це зумовлює додаткову стадію проектування, а саме — монтажне проектування.

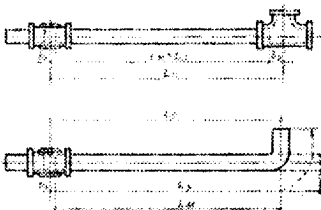
Існують два методи монтажного проектування. Для типових об'єктів, що мають незначне відхилення фактичних лінійних розмірів від проектних, монтажне проектування здійснюють на основі робочих креслень санітарно-технічних систем, розроблених проектною організацією. В інших випадках (значне відхилення фактичних лінійних розмірів від проектних, нетипове проектування) монтажні креслення розробляються на замірах з натури тих елементів збудованого будинку, які визначають розміри монтажних вузлів санітарно-технічних систем.

Монтажні робочі проекти даної санітарно-технічної системи складають з повною ув'язкою з проектами інших систем (вентиляція, опалення, електрообладнання тощо). Для прискорення виготовлення монтажних вузлів застосовують метод комплексних замірів (одночасне проведення замірів усіх санітарно-технічних систем).

При монтажному проектуванні розробляють комплекти монтажних та заготівельних креслень. *До комплекту монтажних креслень входять:* вихідні дані; специфікація матеріалів; зведена комплектувальна відомість на вузли та деталі; комплектувальна відомість приладів та блоків обв'язки; фрагменти планів систем з позначенням місць встановлення стояків, приладів та іншого санітарно-технічного обладнання, схеми розвідних трубопроводів і стояків. *До комплекту заготівельних креслень входять:* деталізовані креслення вузлів та деталей, зведена комплектувальна відомість на вузли та деталі, специфікація матеріалів.

В основу складання монтажних креслень повинні бути покладені типові рішення окремих елементів систем, типові та стандартні деталі, уніфіковані засоби кріплення. Типовими називають деталі з постійною конфігурацією, але з розмірами, які змінюються залежно від місця та умов застосування цих деталей (наприклад, підведення водозбірної арматури). Стандартними називають деталі, розміри яких визначені державними чи галузевими стандартними (наприклад, кутники, трійники тощо).

При складанні монтажних проектів визначають булівельні, монтажні та заготівельні довжини ділянок і окремих елементів монтажних вузлів (мал. 3.65).



Мал. 3.65. Визначення розмірів при проектуванні

Будівельна довжина L_c охоплює габарити зібраної деталі, виробів, вузла, які готові до прив'язки з іншими елементами системи та до будівельних конструкцій.

Монтажна довжина L_m , на відміну від будівельної, — це довжина виробу або трубної заготовки без фасонних з'єднувальних частин, арматури. Монтажна довжина трубної заготовки — це найкоротша відстань між кінцями заготовки.

Заготівельна довжина L_z — це довжина труби без з'єднувальних частин та арматури.

Взаємне розташування окремих елементів, підведень, стояків виділяється маркуванням із нанесенням довжини та номерів уніфікованих вузлів. До монтажного проекту складають комплектуючу відомість з кресленням вузлів трубопроводів, у тому числі і уніфікованих, а також загальну відомість числа вузлів за типами та зведену специфікацію на матеріали.

Будівельні креслення повинні бути ретельно ув'язані з монтажними кресленнями санітарно-технічних систем з показом місць проходження трубопроводів через стіни, перекриття, а також розмірів борозен, ніш, каналів, в яких проектується магістральні трубопроводи, та місць встановлення приладів і обладнання.

В монтажних проектах, як правило, вказують місця встановлення компенсуючих муфт, згонів, перехідних і монтажних муфт для забезпечення успішного монтажу та, що важливо, демонтажу.

При розробці трасування трубопроводів слід передбачати простоту та зручність при виготовленні та монтажі системи, максимальне використання стандартних та типових деталей.

3.4.3. Рекомендації щодо монтажного проектування систем водопостачання

Мінімальну віддаль між стояками холодної та гарячої води приймають рівною 80 — 100 мм.

Опускання від стояків гарячої та холодної води з метою зменшення місць перегину трубопроводів допускається виконувати на різній висоті, але в межах 1,0 — 1,3 м від підлоги.

Відстань від трійника поверхневого опускання до арматури приймають не більше 120 мм.

Роз'ємні з'єднання (згони) слід розташовувати відразу після арматури і там, де це необхідно за умовами збирання вузлів.

Збирання вертикальних і горизонтальних нероз'ємних з'єднань слід виконувати зварюванням за допомогою стаканів довжиною 60 мм для труб $d \leq 32$ мм і довжиною 100 мм для труб більших діаметрів.

При перетині трубопроводів ділянка огинання (скоба), як правило, розташовується на горизонтальному трубопроводі і направлена в сторону приміщення.

Горизонтальні підведення до санітарних приладів прокладають прямолінійно з незначним уклоном (0,002 — 0,005) до стояка. При цьому трубопровід холодної води на 200 мм вище відмітки чистої підлоги, а трубопровід гарячої води — на 80 — 100 мм вище трубопроводу холодної води.

Відстань від осі трубопроводу до поверхні штукатурки при $d \leq 32$ мм приймають у 35–55 мм, при $d = 40 — 50$ мм — 50 — 60 мм, при $d > 50$ мм — 80 мм і більше. Розміри борозен для прихованого прокладання водопровідного підведення до санітарних приладів приймають у 60 х 60 мм.

Висоту встановлення водорозбірної арматури настінного типу (відстань від горизонтальної осі арматури до санітарних приладів) належить приймати: водорозбірних кранів і змішувачів від борта раковини — у 250 мм; від бортів мийок — 200 мм; туалетних кранів і змішувачів від борта умивальників — 200 мм.

При виборі водорозбірної арматури для мийок та умивальників надають перевагу арматурі настільного типу, висота встановлення якої визначається за конструкцією санітарного приладу.

Приклад виконання монтажного проекту гарячого водопостачання кухні та сумісного санвузла в межах одного поверху наведений нижче.

3.4.4. Методичні вказівки та приклад виконання курсової роботи з водопостачання та каналізації житлових будинків

У курсовій роботі студенти повинні запроектиувати системи холодно-го водопостачання та каналізації житлового або громадського будинку за індивідуальним завданням на проектування, яке видає керівник проекту.

На першому етапі роботи студенти уважно вивчають і аналізують вихідні дані, підбирають літературу. Починати проектування слід після завершення відповідних розділів курсу, що вивчається, та СНиП 2.04.01–85.

Робота має бути виконана на 8 — 15 аркушах пояснювальної записки і одного аркуша креслення формату А1. Кожен формат креслення повинен мати рамку, що забезпечує поля: з лівої сторони 20 мм; справа, зверху і знизу по 5 мм. В правому нижньому куті розташовують основний напис (кутовий штамп). Специфікація виконується на окремих листах. Однак у навчальних проектах допускається виконувати специфікацію над основним штампом. Всі креслення виконуються олівцем з дотриманням масштабів і умовних позначень згідно з діючим ГОСТом і вимогами Єдиної системи кошторисно-конструкторської документації (ЄСКД).

Зразок орієнтовного розміщення запроєктованих елементів на аркуші показано на мал. 3.66. Можливе виконання графічного матеріалу в комп'ютерному варіанті.

Розрахунково-пояснювальна записка виконується одночасно з графічним матеріалом. Вона має бути написаною чорнилами, пастою або надрукованою на одній або двох сторонах аркуша формату А-4, бути стислою і не мати загальних положень і описань. На кожному аркуші залишають поля: для зшивання 20 мм, а з решти сторін по 5 мм. На обкладинці записки вказують назву навчального закладу і кафедри, тему проекту, факультет, курс і групу, прізвище та ініціали виконавця, посаду, прізвище та ініціали керівника курсового проектування. За обкладинкою слідує зміст, вступ, завдання на проектування, основна частина записки. В кінці записки наводиться список літератури, на яку були зроблені посилання в тексті записки.

В розрахунково-пояснювальній записці наводиться обґрунтування прийнятих рішень та всі потрібні розрахунки з відповідними поясненнями і посиланнями на літературні джерела. Таблиці та схеми повинні мати номери і назви. Розрахункові формули наводяться з роз'ясненням позначень і вказівкою розмірностей всіх параметрів, які входять в формулу. Числові значення величин підставляють у формулу в тій же послідовності, в якій написані позначення символами. Скорочення чисел та проміжні розрахунки не допускаються, записується лише кінцевий результат з обов'язковим позначенням розмірності отриманої величини.

В кінці розрахунково-пояснювальної записки студент ставить свій підпис і дату завершення роботи.

Проектування внутрішніх водопровідних мереж у курсовій роботі слід починати від водорозбірних приладів (попередньо вибравши систему і схему внутрішнього водопроводу). На плані поверху позначають місця прокладання стояків і підведень до приладів. Стояки, які запроєктовані на плані типового поверху, переносять на план підвалу і проєктують магістральну мережу водопроводу, яка з'єднує всі стояки і водомірний вузол. Загальні рекомендації щодо трасування внутрішніх водопровідних мереж наведені у розділі 3.1.5.

Після трасування мереж будується аксонометрична схема внутрішнього водопроводу, яка викреслиться в масштабі планів поверху, і на ній позначаються всі трубопроводи, прилади, запірні і регулююча арматура, водорозбірні крани. Ці елементи показують умовними позначеннями (додаток 5). Аксонометричну схему креслять з урахуванням того, що:

- *лінії трубопроводів, орієнтовані на планах по осі абсцис, кресляться горизонтально;*
- *вертикально розміщені на планах лінії трубопроводів кресляться з кутом нахилу 45° зліва направо без спотворень;*

• *стояки і вертикальні ділянки підведень до водорозбірної арматури кресляться вертикальними лініями.*

На виконаній аксонометричній схемі обирають розрахункове направлення (від вводу до найвіддаленішого і найвище розташованого водорозбірного пристрою — диктуючого) і розбивають його на розрахункові ділянки. На схемі проставляють номери розрахункових точок (1, 2, 3...) і довжини розрахункових ділянок. Ділянки нумерують за вузловими точками (1-2, 2-3...). Нумерацію точок слід проводити починаючи від найвіддаленішої і найвищої точки водорозбору, йдучи проти руху води до водомірного вузла. Діаметри труб на ділянках проставляють після розрахунку. Крім того, на схемі повинні бути проставлені позначки поверхні землі біля будинку, підлоги підвалу, вводу, чистої підлоги поверхів, найвишого і найвіддаленішого від вводу водорозбірного крана, прийнятого в розрахунок. Якщо у водопроводі, що проектується, є насоси, вказують позначку осі насосу.

Проектування мереж внутрішньої каналізації в курсовій роботі здійснюють у тій же послідовності, що і при проектуванні внутрішнього водопроводу. Загальні положення проектування внутрішньої каналізації наведені в розділі 3.2.4. В курсовій роботі аксонометричну схему каналізації рекомендується виконувати по одному із випусків. При цьому дотримуються всіх правил побудови аксонометрії (як і для водопроводу) і вказують фасонні частини, гідравлічні затвори, ревізії і прочистки відповідними умовними позначеннями.

Перед побудовою аксонометричної схеми каналізації слід графоаналітичним методом розрахувати відмітки, на яких розташовані окремі елементи каналізації: верх витяжної труби, ревізії, фасонні частини для приєднання труб до стояка, положення випуску і дворового колодязя. Для чіткості читання аксонометрії каналізації відвідні труби дозволяється показувати лише на верхньому поверсі, а на проміжних поверхах — тільки фасонні частини для підключення відвідних труб до стояків.

На аксонометрії каналізації на відвідних трубах обов'язково показують віддаль між приладами, діаметр і уклон, а також відмітку лотка відвідної труби.

Якщо каналізаційний стояк і випуск вигідніше (більш наочно) зобразити у вигляді розрізу, його креслять в курсовій роботі замість аксонометричної схеми.

При проведенні розрахунків каналізаційних мереж визначають діаметр і уклон трубопроводів, а також перевіряють пропускну здатність мереж.

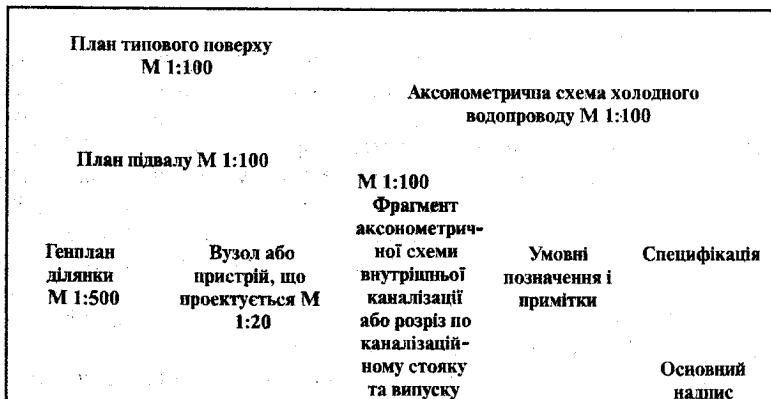


Рис. 3.66. Орієнтовне розміщення запроектованих елементів на аркуші

Приклад курсової роботи

Завдання на проектування: запроектувати холодний водопровід та каналізацію будинку за такими вихідними даними:

- 1) призначення будинку — житловий будинок;
- 2) генплан ділянки будівництва з інженерними мережами — мал. 3.67;
- 3) план поверху типової секції з санітарно-технічними приладами — мал. 3.68;
- 4) кількість секцій — 2;
- 5) висота поверху — 2,8 м;
- 6) висота підвалу — 2,8 м;
- 7) наявність централізованого гарячого водопостачання (водонагрівачі в квартирах відсутні);
- 8) кількість поверхів — 5;
- 9) кількість жителів — 180 чоловік;
- 10) абсолютні відмітки: підлоги першого поверху — 87,000 ($\pm 0,000$), верха труби вуличного трубопроводу — 84,400, лотка вуличної каналізаційної мережі, до якого дозволено підключення дворової мережі — 83,100;
- 11) гарантований напір у водопровідній мережі — 40 м.

Система холодного водопостачання будинку

Для подачі води на господарсько-питні потреби проектуємо в житловому 5-типоверховому будинку роздільні системи гарячого і холодного господарсько-питного водопроводу. Для поливу зелених насаджень і тротуарів навколо будинку передбачаємо поливальні крани, які проектуємо в нішах зовнішніх стін і підключаємо до магістральних ліній внутрішнього холодного водопроводу.

Водопровідна мережа будинку — тупикова, з нижнім розведенням. Магістральні лінії проектуємо у підвалі на висоті 0,4 м від стелі. Магістралі теплоізолюються матами з мінеральної вати для запобігання утворення конденсату на поверхні труб. Прокладання стояків і підведень до приладів — відкрите.

Водопровідна мережа будинку проектується зі сталевих водогазопровідних оцинкованих труб ГОСТ 3262-75*. Для водорозбору передбачено змішувачі, оскільки в будинку запроєктована система гарячого водопостачання. Для управління потоком води на мережі водопроводу проектуємо встановлення запірно-регулювальних вентилів: у водомірних вузлах; на відгалуженнях від магістралі до стояків, до поливальних кранів; на вводі в кожну квартиру; перед зливними баками (мал. 3.70).

Проектуємо один ввід водопроводу. Трасу вводу наносимо на генплан ділянки. Оскільки ввід перетинає каналізацію і знаходиться нижче (встановлено при подальших розрахунках), проектуємо ввід із чавунних труб ГОСТ 9583-75 і в місцях перетину з каналізацією ввід заключаємо у футляр.

Для обліку витрат води проектуємо водолічильники: загальний — у підвалі на вводі в житловий будинок; поквартирні — на підведеннях в кожну квартиру.

Розрахунок внутрішніх водопровідних мереж

Розрахунок виконано за СНиП 2.04.01-85. Розрахункові секундні витрати води визначені за формулами (2) і (3) СНиПа при: $q_{hr}^{tot} = 5,6$ л/год;

$q_0^c = 0,2$ л/с (додаток 3, СНиП).

Ймовірність одночасної дії санітарних приладів у будинку:

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{q_0^c \cdot N \cdot 3600} = \frac{5,6 \cdot 180}{0,2 \cdot 120 \cdot 3600} = 0,012$$

Добуток $P^c \cdot N = 0,012 \cdot 120 = 1,44$; $\alpha = 1,186$ [додаток 4].

Витрати холодної води на ввіді $q^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 1,186 = 1,19$ л/с.

Годинні витрати води:

$$q_{hr}^C = 0,005 \cdot q_{0,hr} \cdot \alpha_{hr} = 0,005 \cdot 200 \cdot 2,621 = 2,62 \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

де $q_{0,hr}^C = 200 \text{ л/ГОД}$ (додаток 3, СНиП);

$$P_{hr}^C = \frac{3600 \cdot P^C \cdot q_0^C}{q_{0,hr}^C} = \frac{3600 \cdot 0,012 \cdot 0,2}{200} = 0,0432; \quad P_{hr}^C \cdot N = 0,0432 \cdot 120 = 5,184;$$

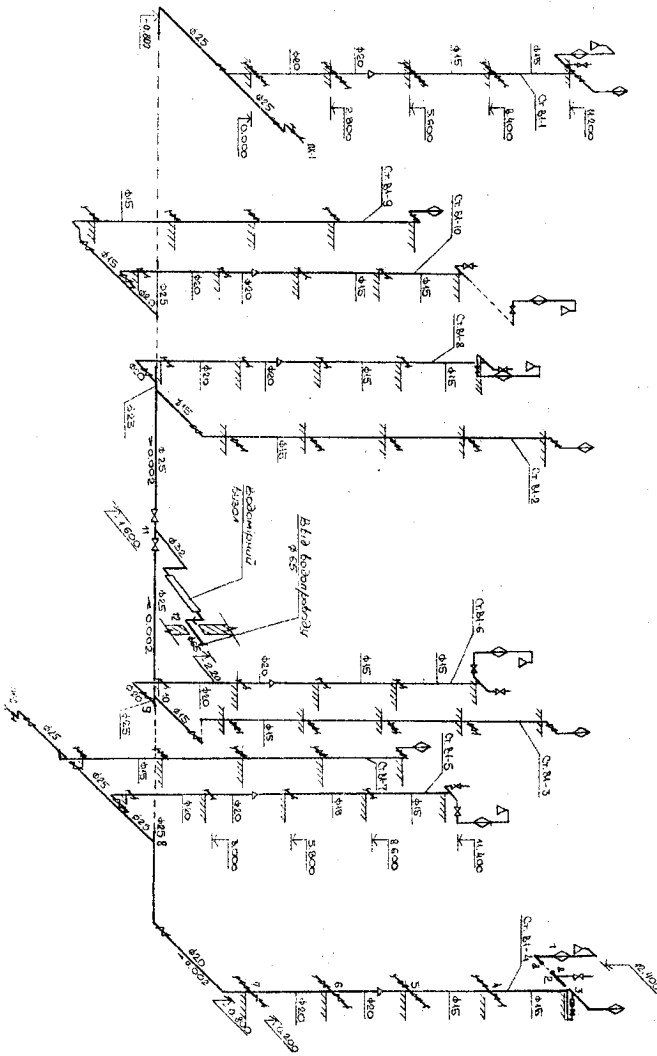
$$\alpha_{hr} = 2,621.$$

Середньодобові витрати холодної води в будинку:

$$q_{дн}^C = q_{0,дн}^C \cdot U = 145 \cdot 180 = 26,1 \text{ м}^3/\text{ДОБУ},$$

де $q_{0,дн}^C = (250 - 105) = 145 \text{ л/ДОБУ}$ (додаток 3, СНиП).

Гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі проводимо в табличній формі (див. табл. 3.3). За витратами води на кожній ділянці розрахункового напрямку (мал. 3.70) по таблицях для гідравлічного розрахунку обирається діаметр труб, швидкість руху води в трубах і питомі витрати напору на тертя [18]. При цьому рекомендована швидкість руху води в трубах — 0,9–1,2 м/с, максимальна — 3 м/с. Результати розрахунку наведена в табл. 3.8.



Мал. 3.70. Аксонометрична схема водопроводу ВІ (квартирні водолічильники, крім розрахункової ділянки 3-4, умовно не показані)

Таблиця 3.8.

Гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі

Розрахункова ділянка	Ймовірність дії Р	Кількість приладів, N	PN	α	Розрахункові витрати води, л/с	Діаметр труби, мм	Швидкість руху, V м/с	Довжина ділянки, l, м	Втрати напорю	
									1000 i	на ділянці H=и(1+к), м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2	0,12	2	0,024	0,224	0,22	15	1,3	1,1	440	0,48
2-3	0,12	3	0,036	0,249	0,25	15	1,47	0,5	560,4	2,8
3-4	0,12	4	0,048	0,27	0,27	15	1,59	5,2	660	3,43
4-5	0,12	8	0,096	0,338	0,34	15	2	3	1038	3,11
5-6	0,12	12	0,144	0,393	0,39	20	1,22	3	253	0,76
6-7	0,12	16	0,192	0,441	0,44	20	1,37	3	322	0,97
7-8	0,12	20	0,24	0,485	0,48	20	1,53	7,4	381	2,82
8-9	0,12	40	0,48	0,652	0,65	25	1,21	0,6	180,7	0,11
9-10	0,12	55	0,66	0,779	0,78	25	1,46	0,3	260	0,08
10-11	0,12	60	0,72	0,815	0,82	25	1,54	5,9	287	1,69
11-12	0,12	120	1,44	1,186	1,19	32	1,24	5,4	130	0,7
Ввід	0,12	120	1,44	1,186	1,19	65	0,69	42	18,4	0,77

$$\sum N = 18,12$$

Примітка: На ділянках 3-4 і 11-12 втрати напорю у водолічильниках не враховані.

Розрахунок водолічильників

Водолічильники підбираємо таким чином, щоб їхні номінальні витрати q_w відповідали 4 % середніх витрат в добу максимального водоспоживання, які дорівнюють:

- для будинку в цілому $q_{w,б} = 0,04 \cdot (180 \cdot 180) = 12,96 \text{ м}^3/\text{год}$;
- для окремої квартири $q_{w,кв} = q_{w,б} / 30 = 0,432 \text{ м}^3/\text{год}$.

Задодатком 7 вибираємо водолічильники: для загального водомірною вузла — ВК-32, гідравлічна характеристика водолічильника $S=1,3 \text{ м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$; для квартири — ВК-15, гідравлічна характеристика водолічильника $S=1,44 \text{ м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$.

Втрати напорю у водолічильниках:

- загальному $h_w^б = S q_б^с = 1,3 \cdot 1,19^2 = 1,85 \text{ м}$;
- квартирному $h_w^к = S q_к^с = 14,4 \cdot 0,27^2 = 1,05 \text{ м}$, де 0,27 — розрахункові витрати води на окрему квартиру (див. табл. 3.8, ділянка 3-4).

Визначення потрібного напору

$H_{\text{потр}} = h_r + h_w^b + h_w^k + \sum H + h_{\text{роб}} = 15,6 + 1,85 + 1,05 + 18,12 + 3 = 39,62 \text{ м}$, де $h_r = 100,000 - 84,400 = 15,6 \text{ м}$; $h_{\text{роб}} = 3 \text{ м}$ (додаток 2, СНиП).

Гарантований напір більше потрібного на $0,38 \text{ м}$ ($40 - 39,62$), що забезпечує подачу води до всіх водорозбірних приладів за нормальних умов.

Система каналізації

В будинку проектуємо господарсько-побутову каналізацію для відведення забруднених стічних вод від мийок, ванн, умивальників і унітазів, що встановлені в кожній квартирі. Система каналізації, що проектується, складається з внутрішньої та дворової мережі і санітарно-технічних приладів.

Дворову мережу проектуємо з чавунних труб (ГОСТ 6942.1-80), оскільки вона розташована вище водопроводу і перетинає його в двох місцях (мал. 3.72). Дворову мережу під'єднуємо до вуличної мережі в каналізаційному колодязі № 4. Перед червоною лінією забудови проектуємо контрольний колодязь (№ 3).

Внутрішня каналізаційна мережа запроектована з чавунних каналізаційних труб і фасонних частин (ГОСТ 6942.1-30-80). В будинку прийнято 8 каналізаційних стояків. На стояках на висоті 1 м від підлоги встановлені ревізії на першому, останньому і через два поверхи. На випусках і відвідних трубопроводах, де можливі засмічення, встановлені прочистки. Витяжна частина стояка відведена вище даху на $0,3 - 0,5 \text{ м}$ (мал. 3.71).

Розрахунок внутрішньої каналізації

Система каналізації розрахована за методикою, що наведена в СНиП 2.04.01-85.

Секундні витрати води в будинку:

$$q^{\text{tot}} = 5q_0^{\text{tot}} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,7 = 2,55 \text{ л/с}$$

де $q_0^{\text{tot}} = 0,3 \text{ л/с}$ (додаток 3, СНиП); $P^{\text{tot}} = \frac{15,6 \cdot 180}{0,3 \cdot 120 \cdot 3600} = 0,022$;

$P^{\text{tot}} \cdot N = 0,022 \cdot 120 = 2,64$; $\alpha = 1,7$.

Розрахункові секундні витрати стічних вод від будинку в цілому:

$$q^S = q^{\text{tot}} + q_0^S = 2,55 + 1,6 = 4,15 \text{ л/с},$$

де $q_0^S = 1,6 \text{ л/с}$ — витрати стоків приладом з найбільшим водовідведенням — унітазом (додаток 2, СНиП). Годинні і добові витрати в системі каналізації рівні витратам в системі водопостачання:

$$q_{hr}^S = q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{0,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr} = 0,005 \cdot 300 \cdot 3,978 = 5,97 \text{ М}^3/\text{ГОД},$$

$$q_{u,m}^S = q_{u,m}^{tot} = q_{u,m}^{tot} \cdot U = 250 \cdot 180 = 45 \text{ М}^3/\text{ДОБ},$$

$$\text{де } P_{hr}^{tot} = \frac{(3600 \cdot P \cdot \text{tot} \cdot q_0^{tot})}{q_{0,hr}^{tot}} = \frac{3600 \cdot 0,022 \cdot 0,3}{300} = 0,079; \quad P_{hr}^{tot} \cdot N = 0,079 \cdot 120 = 9,5;$$

$$\alpha_{hr} = 3,978.$$

Діаметри і уклони відвідних труб від санітарних приладів в житлово-му будинку приймаються без розрахунку. Діаметр відвідних труб від унітазів приймаємо 100 мм, від решти приладів — 50 мм. Проектуємо уклон відвідних труб в сторону стояка (для $d=100 \text{ мм } i=0,02$; $d=50 \text{ мм } i=0,03$).

Діаметри каналізаційних стояків визначаємо за табл. 8 СНиП 2.04.01-85 залежно від величини розрахункових витрат стічних вод і найбільшого діаметру відвідного трубопроводу. Каналізаційні стояки приймають однакового діаметра по всій висоті. Розрахункові витрати біля основи стояка вираховують за формулою (3.17) при кількості приладів, що приєднані до цього стояка. Розрахунки каналізаційних стояків виконуємо у вигляді таблиці 3.9.

Таблиця 3.9.

3.9. Розрахунок каналізаційних стояків

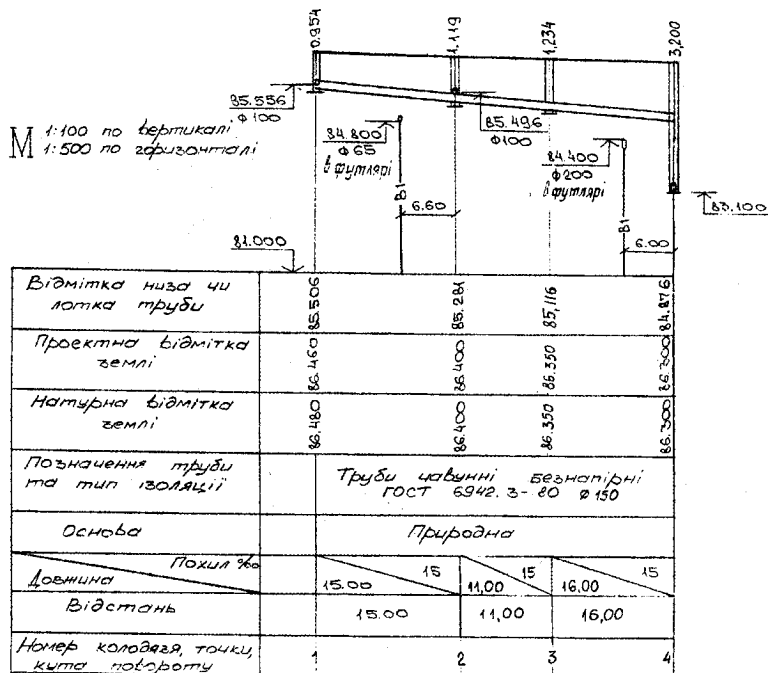
1 стояків	Розрахункові витрати, л/с,			Діаметр поверхових відвідних труб, мм	Кут підключення до стояка	Діаметр стояка, мм	Пропускна здатність стояка, л/с
	q^{tot}	q_s^s	q^s				
1	2	3	4	5	6	7	8
см 1-1	0,96	1,6	2,56	100	90	100	3,2
см 1-2	0,53	0,6	1,13	50	60	50	1,2
см 1-6	0,84	1,6	2,44	100	90	100	3,2

Розрахункові витрати води q^{tot} для стояків:

$$\text{смК1-1} \quad N = 4 \cdot 5 = 20 \text{ приладів}, \quad P \cdot N = 0,022 \cdot 20 = 0,44, \quad \alpha = 0,638, \\ q^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,638 = 0,96 \text{ л/с};$$

$$\text{смК1-2} \quad N = 1 \cdot 5 = 5 \text{ приладів}, \quad P \cdot N = 0,022 \cdot 5 = 0,11, \quad \alpha = 0,355, \\ q^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,355 = 0,53 \text{ л/с};$$

$$\text{смК1-6} \quad N = 3 \cdot 5 = 15 \text{ приладів}, \quad P \cdot N = 0,022 \cdot 15 = 0,33, \quad \alpha = 0,558, \\ q^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,558 = 0,84 \text{ л/с};$$



Мал. 3.72. Профіль дворової каналізаційної мережі

Таблиця 3.10.

Гідравлічний розрахунок каналізаційних випусків і дворової мережі

№ ділянки	Довжина, м	Витрати стоків, q^e , л/с	Діаметр, мм	h/d	Уклон, i	Швидкість, V , м/с	Перевірка $V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}}$	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	3,6	2,56	100	0,36	0,035	1,00	0,60	
2-3	3,2	2,86	100	0,40	0,03	0,96	0,60	
3-4	0,7	2,95	100	0,41	0,03	0,97	0,62	
4-5	0,2	3,3	100	0,43	0,03	1,00	0,67	
5-КК1	5,2	3,3	100	0,43	0,02	0,86	0,60	
КК1-КК2	15,0	3,3	150	0,29	0,015	0,76	-	
КК2-КК3	11,0	4,15	150	0,33	0,015	0,81	-	
КК3-КК4	16,0	4,15	150	0,33	0,015	0,81	-	

Розрахунок каналізаційного випуску **К1-1** проведено від найвіддаленішого стояка **смК1-5** до каналізаційного колодязя дворової мережі. Результати розрахунку випуску **К1-1** та дворової каналізаційної мережі наведені в таблиці 3.10.

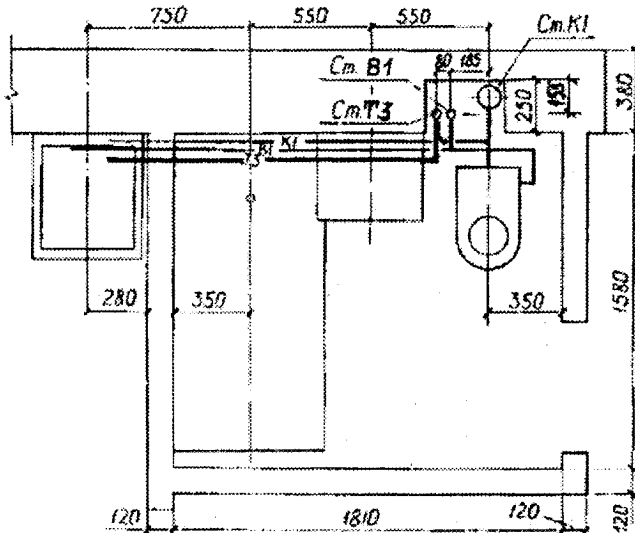
Висотна ув'язка каналізаційних мереж виконана на аксонометричній схемі (мал. 3.71) і на профілі дворової каналізації (мал. 3.72).

Приклад виконання монтажного проекту гарячого водопостачання кухні та сумісного санвузла в межах одного поверху

На плані (мал. 3.73) наносимо поквартирне підведення водопроводу та відвідні лінії каналізації. Проставляємо необхідні розміри розташування санітарних приладів і стояків відносно стін.

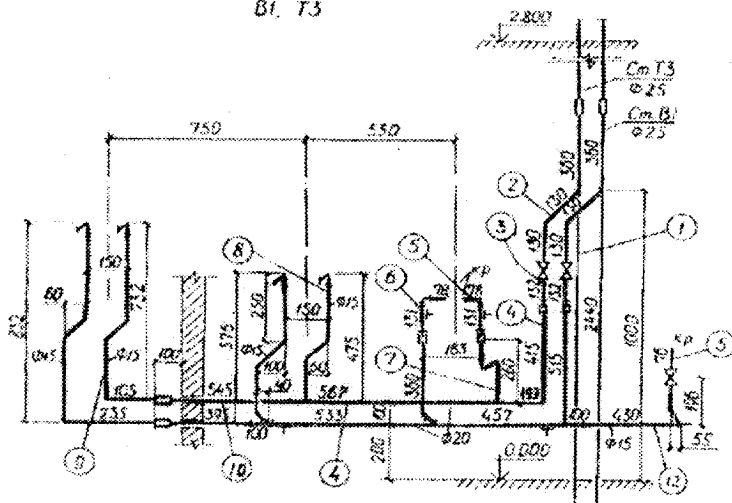
Будуємо аксонометричні схеми холодного та гарячого водопроводу (мал. 3.74). Для мийки та ванни приймаємо змішувачі настінного типу, для умивальника — змішувач типу "ялінка".

В межах розбиваємо стояки холодного та гарячого водопроводу на деталі (дозволяється розбивати між горизонтальними осями однотипних приладів на суміжних поверххах, наприклад, між розвідними трубопроводами).



Мал. 3.73. План кухні та санвузла

В1. Т3



Мал. 3.74. Схема систем В1 і Т3

Розраховуємо будівельні та монтажні довжини деталей. Розрахунок заготовельних довжин деталей виконуємо в комплектувальній відомості.

Розрахунки для системи гарячого водопроводу

Деталь 1. Стояк. Довжина деталі складається з відстані, що рівна висоті поверху $H_{пов} = 2800$ мм, та припуску a_1 , який дорівнює половині довжини стакана: $L_{s1} = L_c + a_1 = 2800 + 30 = 2830$ мм. Висоту під'єднання поквартирного опуску (дет. 2) приймаємо у 100 мм від підлоги, а відстань від кінця стакана до отвору в трубі для приварювання деталі 2 приймаємо рівною 360 мм. В цьому випадку стакан буде розташований на висоті 1360 мм від підлоги, що є оптимальним для проведення зварювальних робіт при монтажі системи.

Деталь 2. Відвід. Будівельна довжина горизонтального плеча відводу визначається легко. Глибина ніші в одну цеглину — 250 мм. Віддаль від стояка до стіни ніші 155 мм (мал. 3.73). Труба повинна вийти з ніші настільки, щоб віддаль від осі труби до стіни приміщення була 35 мм (див. рекомендації до виконання монтажного проектування — розділ 3.4.3). Тоді виліт відводу буде дорівнювати $L_{c2a} = 250 - 155 + 35 = 130$ мм. Монтажна довжина буде коротша за будівельну на величину скиду X_2 на Т-подібне зварне з'єднання (додаток 8), яка дорівнює 15 мм:

$$L_{M2} = L_{C2} - X_2 = 130 - 15 = 115 \text{ мм.}$$

Довжину вертикальної частини відводу L_{M26} , яка закінчується короткою різьбою, приймаємо за додатком 8 рівною 130 мм.

Заготівельна довжина деталі 2 дорівнює:

$$L_{32} = L_{M2a} + L_{M26} - X_{26} = 115 + 130 - 30 = 215 \text{ мм,}$$

де X_{26} — скид на згинання деталі під кутом 90° (додаток 8), $X_{26} = 30$ мм.

Деталь 3. Згін короткий (стандартна деталь, додаток 8), $L_M = 110$ мм.

Деталь 4. Розподільчий трубопровід з вертикальним відводом. Основний діаметр трубопроводу дорівнює 20 мм, але на кінцевій ділянці діаметр розподільчого трубопроводу приймаємо рівним діаметру підведення до мийки — 15 мм. Перехід з одного діаметру на інший робимо на віддалі $L_{M41} = 100$ мм від місця врізання підведення до змішувача ванни.

Монтажну довжину вертикальної частини, яка закінчується короткою різьбою, визначаємо за формулою:

$$L_{M45} = H_1 - L_{M26} - X_{\text{вент}} - L_{M3} - X_3 - H_2 = 1000 - 130 - 39 - 110 - 6 = 415 \text{ мм,}$$

де H_1 — висота приварювання до стояка поквартирного розведення, $H_1 = 1000$ мм; $X_{\text{вент}}$ — скид на вентиль 15Б16к (додаток 8), $X_{\text{вент}} = 39$ мм; X_3 — скид на муфту (додаток 8), $X_3 = 6$ мм; H_2 — висота розвідного трубопроводу гарячої води над підлогою, $H_2 = 200 + 100 = 300$ мм.

Монтажну довжину горизонтальної частини деталі визначаємо за формулою $L_{M4a} = L_{M4b} + L_{M4c} + L_{M4d}$, де L_{M4b} — віддаль між підведенням гарячої води до змішувача ванни (дет. №8) і змішувача умивальника (дет. №7), яка визначається за формулою:

$$L_{M4b} = L_{C4b} + 0,5rP_8 - 0,5rP_5 = 550 - 0,5r150 + 0,5r183 = 567 \text{ мм,}$$

де $L_{C4b} = 550$ мм (мал. 3.74); L_{M4c} — віддаль між підведеннями до умивальника (дет. 7) та поквартирним опусканням (дет. 2), яка визначається за формулою: $L_{C4d} = P_4 - 0,5rP_5$, де $P_4 = 550 - 185 - 80 = 285$ мм (мал. 3.74). Таким чином:

$$L_{M4c} = 285 - 0,5r183 = 193 \text{ мм.}$$

Монтажна довжина горизонтальної частини деталі:

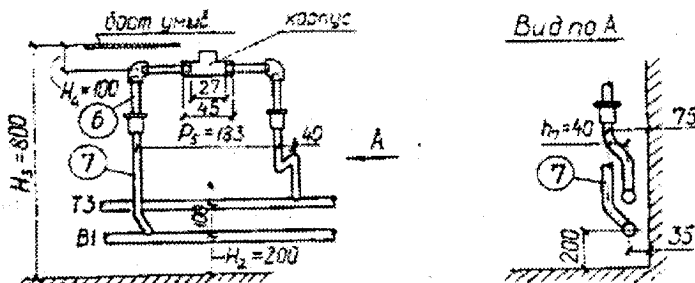
$$L_{M4a} = 567 + 193 + 100 = 860 \text{ мм.}$$

Заготівельна довжина деталі 4 буде рівна $L_{34} = L_{M4a} + L_{M4b} - X_4$,

де X_4 — скид на згинання деталі під кутом 90° (додаток 8), $X_4 = 30$ мм.

$$L_{34} = 415 + 860 - 30 = 1245 \text{ мм.}$$

Розглянемо під'єднання змішувача умивальника типу "ялинка" до водопроводу. Один із можливих варіантів наведено на мал. 3.75.



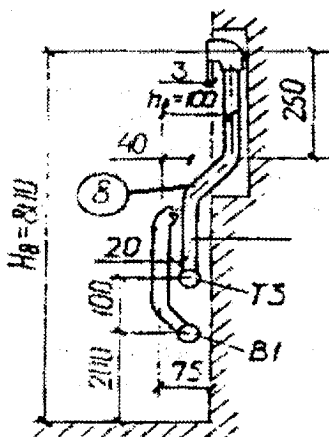
Мал. 3.75. Ескіз монтажного розташування змішувача умивальника

Деталь 5. Патрубок з двосторонньою різьбою (стандартна деталь, додаток 8). $L_{m5} = 60$ мм.

Деталь 6. Згін короткий (стандартна деталь, додаток 8), $L_{m6} = 110$ мм. Відстань між підведенням до змішувача визначаємо за формулою:
 $P_8 = X_{змш} + 2rL_{m5} + 2rX_5 = 45 - 2r9 + 2r60 + 2r18 = 183$ мм,
де $X_{змш}$ — скид на корпус змішувача, рівний довжині корпусу $L_{змш} = 45$ мм без подвійної довжини короткої різьби дет. 5, яка дорівнює 9 мм (додаток 8), тобто $X_{змш} = 45 - 2r9 = 27$ мм; X_5 — скид на кутник (додаток 8), $X_5 = 18$ мм.

Деталь 7. Відступ (вивід 135°). Монтажу довжину деталі вираховуємо за мал. 3.75: $L_{m7} = H_3 - H_4 - X_5 - L_{m6} - X_6 - X_{7a} - (H_2 + 100) = 800 - 100 - 18 - 110 - 5 - 10r \cos 45^\circ - (200 + 100) = 260$ мм,
де H_3 — висота борта умивальника від підлоги, $H_3 = 800$ мм; H_4 — відстань від борта умивальника до трійника змішувача, $H_4 = 100$ мм; X_6 — скид на муфту (додаток 8), $X_6 = 5$ мм; X_{7a} — скид на Т-подібне зварення з'єднання (додаток 8), $X_{7a} = 10$ мм. Заготівельну довжину деталі визначаємо за додатком 8. Висота вильоту h_7 відступу рівна 40 мм (див. мал. 3.75, вид по А). В цьому випадку: $L_{37} = L_{m7} + a_{76} - X_{76} = 260 + 12 - 4 = 268$ мм, де a_{76} — припуск на згинання, який дорівнює 12 мм; X_{76} — скид на згинання, який рівний 4 мм.

Розглянемо обв'язування ванни. Відстань між підведенням змішувача визначається за його конструкцією — $P_8 = 150$ мм (додаток 8). Висота змішувача над підлогою — $H_8 = 800$ мм. Оскільки ванна зі сторони змішувача стоїть щільно до стіни, частину підведення до змішувача необхідно прокласти в борозні.



Мал. 3.76. Ескіз під'єднання змішувача ванни

Деталь 8. Відступ з кутником. Крок відступу визначають за умови, що кутник, який звернутий на відступ, повинен виходити зі стіни не більше ніж на 3 мм. Тоді $h_8 = L_{\text{кут}} - a_{\text{кут}} + 35 = 28 - 3 + 35 = 60$ мм,

де $L_{\text{кут}}$ — довжина кутника (додаток 8), $L_{\text{кут}} = 28$ мм; $a_{\text{кут}}$ — припуск на кутник, який рівний 3 мм; 35 — відстань від стінки до осі труби в мм. Монтажна довжина деталі 8 визначається за формулою:

$$L_{\text{м8}} = H_8 - X_{\text{кут}} - X_{\text{ск}} - H_2 = 800 - 18 - 10 \cdot \cos 45^\circ - 300 = 475 \text{ мм},$$

де $X_{\text{кут}}$ — скид на кутник (додаток 8), $X_{\text{кут}} = 18$ мм; $X_{\text{ск}}$ — скидання на Т-подібне зварне з'єднання. Заготівельну довжину деталі визначаємо за формулою:

$$L_{\text{з8}} = L_{\text{м8}} + a_{\text{сг}} - X_{\text{сг}} + a_{\text{сб}} - X_{\text{сб}} = 475 + 37 - 4 + 12 - 4 = 516 \text{ мм},$$

де $a_{\text{сг}}$ і $X_{\text{сг}}$ — припуск на скидання на відступ (додаток 8), $a_{\text{сг}} = 37$ мм, $X_{\text{сб}} = 4$ мм; $a_{\text{сб}}$ і $X_{\text{сб}}$ — припуск на скид та згинання труби під кутом 135° (додаток 8), $a_{\text{сб}} = 12$ мм, $X_{\text{сб}} = 4$ мм.

При розрахунку точки початку верхнього згинання відступу необхідно виходити з того, що труба знаходиться в борозні від змішувача до ванни, тобто — $800 - 550 = 250$ мм.

Розглянемо обв'язування кухонної мийки. Висота змішувача від підлоги $H_9 = 1050$ мм. Відстань між підведеннями до змішувача $P_{\text{під}} = 150$ мм. Відстань від центра мийки до перегородки $P_9 = 280$ мм.

Оскільки трубопровід підведення до мийки перетинає перегородку, то за умовами монтажу він виконується з двох частин, які збираються на

об'єкті стикуванням за допомогою стакану. Стакан розташовується з боку мийки на відстані $P_{11} = 100$ мм від перегородки.

Деталь 9. Відступ. Крок відступу визначаємо аналогічно з дет. 8.

$h_9 = h_8 = 60$ мм. Монтажу довжину вертикальної частини деталі визначаємо за формулою: $L_{м9в} = H_9 + X_{кут} - H_3 = 1050 - 18 - 300 = 732$ мм.

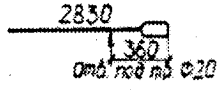

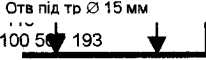
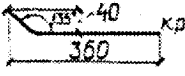
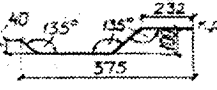
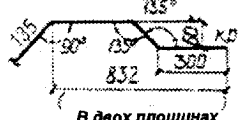

Монтажу довжину горизонтальної частини визначаємо за формулою:

$$L_{м9г} = P_9 + 0,5L_{шд} - P_{11} + a_9 = 280 + 75 - 100 + 30 = 285 \text{ мм,}$$

де a_9 – припуск на стакан, $a_9 = 30$ мм.

Таблиця 3.11.

3.11. Комплектувальна відомість системи ТЗ

№ дет.	Ескіз деталі	d_y , мм	L_3 , мм	Кільк. штук		Розрахунок заготівельної довжини L_3 , мм
				на по-версі	в сис-темі	
1		25	2830	1		2800+30
2		20	215	1		130+115-30
3	Згін короткий	20	110	1		
4	Отв під тр $\varnothing 15$ мм 	20	1245	1		100+557+193-30+415
5	Патрубок з двосторонньою різьбою	15	60	2		
6	Згін короткий	15	110	1		
7		15	368	1		360+12-4
8		15	616	1		575+37-4+12-4
9		15	1114	1		832+285-20+21-4
10		15	395	1		

Таблиця 3.12.

3.12. Специфікація матеріалів та обладнання

Марка поз	Позначення	Назва	Кількість	Маса	Примітка
1	ГОСТ 3262-75*	Труба сталева водогазопровідна $d_y=25$ мм, мм	2830		
2	3262-75*	Труба сталева водогазопровідна $d_y=20$ мм, мм	2022		
3	3262-75*	Труба сталева водогазопровідна $d_y=15$ мм, мм	3328		
4	8946-75*	Кутник $d_y=15$	3		
5	8954-75*	Муфта $d_y=20$	1		
6	8954-75*	Муфта $d_y=15$	1		
7	8968-75*	Контргайка $d_y=20$	1		
8	8968-75*	Контргайка $d_y=15$	1		
9	9086-74*	Вентиль 15Б16к $d_y=25$	1		
10	9086-74*	Вентиль 15Б16к $d_y=15$	1		
11		Кріплення під трубу $d_y=20$	1		
12		Кріплення під трубу $d_y=15$	2		
13	СМ-УМ-8КСЦ	Змішувач типу "ялинка"	1		
14	СМ-В-Шп	Змішувач для ванни	1		
15	СМ-М-НН	Змішувач для мийки	1		

Деталь 10. Заготівельну довжину деталі визначасмо за формулою:

$$L_{3.11} = P_{11} + d_{\text{пер}} + 0,5rP_{12} - 0,5rP_8 - L_{M10a} = 100 + 120 + 0,5r \cdot 700 - 0,5r \cdot 150 - 100 = 395 \text{ мм,}$$

де $d_{\text{пер}} = 120$ мм, товщина перегородки; $P_{12} = 700$ мм — ширина ванни.

Заповнюємо комплектувальну відомість та специфікацію матеріалів на систему гарячого водопостачання (табл. 3.11 і 3.12).

ДОДАТКИ

Додаток 1

Розподіл добових витрат води за годинами, %

Години	Витрати для комунального сектора при $K_{\text{ком}}$									
	1,2	1,3	1,35	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,5	3,0
0-1	3,5	3,2	3	2,5	1,50	1,0	0,85	0,75	0,6	0,6
1-2	3,45	3,25	3,2	2,65	1,50	1,0	0,85	0,75	0,6	0,6
2-3	3,45	2,9	2,5	2,2	1,50	1,0	0,85	1,0	1,20	0,6
3-4	3,4	2,9	2,6	2,25	1,50	1,0	1,0	1,0	2,0	0,6
4-5	3,4	3,35	3,5	3,2	2,50	2,0	2,70	3,0	3,50	0,6
5-6	3,55	3,75	4,1	3,9	3,50	3,0	4,70	5,50	3,50	1,4
6-7	4	4,15	4,5	4,5	4,50	5,0	5,35	5,50	4,50	2,1
7-8	4,4	4,65	4,9	5,1	5,50	6,50	5,85	5,50	10,2	3,9
8-9	5	5,05	4,9	5,35	6,25	6,50	4,50	3,50	8,80	8,1
9-10	4,8	5,4	5,6	5,85	6,25	5,50	4,20	3,50	6,50	6,5
10-11	4,7	4,85	4,9	5,35	6,25	4,50	6,50	6,0	4,10	5,20
11-12	4,55	4,6	4,7	5,25	6,25	5,50	7,50	8,50	4,10	4,9
12-13	4,55	4,5	4,4	4,6	5,0	7,0	7,90	8,50	3,50	3,9
13-14	4,45	4,3	4,1	4,4	5,0	7,0	6,35	6,0	3,50	4,3
14-15	4,6	4,4	4,1	4,6	5,50	5,50	5,20	5,0	4,70	3,9
15-16	4,6	4,55	4,4	4,6	6,0	4,50	4,80	5,0	6,20	3,1
16-17	4,6	4,5	4,3	4,9	6,0	5,0	4,0	3,50	10,2	3,9
17-18	4,3	4,25	4,1	4,8	5,50	6,50	4,50	3,50	9,40	5,3
18-19	4,35	4,45	4,5	4,7	5,0	6,50	6,20	6,0	7,30	8,5
19-20	4,25	4,4	4,5	4,5	4,50	5,0	5,70	6,0	1,60	9,5
20-21	4,25	4,4	4,5	4,4	4,0	4,50	5,50	6,0	1,60	12,5
21-22	4,15	4,5	4,8	4,2	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	6,9
22-23	3,9	4,2	4,6	3,7	2,0	2,0	2,0	2,0	0,60	2,0
23-24	3,8	3,5	3,3	2,7	1,50	1,0	1,0	1,0	0,60	1,0

Таблиця для гідрравлічних розрахунків труб внутрішньої водопровідної мережі [18].

Витрати, л/с	Швидкість, м/с, гідрравлічний ухил 1000і (мм/м) при умовному діаметрі труб, мм																		
	15		20		25		32		40		50		70		80		65		
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	
0.2	1,18	360,5	0,62	73,5	0,37	20,9	0,21	5,39											
0.3	1,77	807	0,94	154,2	0,56	43,4	0,31	10,5	0,24	5,39									
0.4	2,36	1435	1,25	265,6	0,75	73,5	0,42	17,5	0,32	8,98									
0.5	2,95	2242	1,56	414,9	0,93	110,9	0,52	26,2	0,4	13,4	0,24	3,75							
0.6			1,87	597,5	1,12	155,8	0,63	36,5	0,48	18,4	0,28	5,18							
0.7			2,18	813,3	1,31	209,6	0,73	48,4	0,56	24,6	0,33	6,81	0,2	2,07					
0.8			2,5	1062	1,5	273,8	0,84	61,9	0,64	31,3	0,38	8,64	0,23	2,62					
0.9			2,31	1344	1,68	346,5	0,94	77,7	0,72	38,9	0,42	10,7	0,26	3,23					
1					1,87	427,8	1,05	93,6	0,8	47,2	0,47	12,9	0,29	3,89	0,2	1,64	0,29	3,86	
1.2					2,24	616	1,25	132	0,95	66,1	0,57	18	0,35	5,38	0,24	2,26	0,34	5,34	
1.4					2,62	838,5	1,46	179,7	1,11	88,2	0,66	23,8	0,4	7,09	0,28	2,97	0,40	7,04	
1.6					2,99	1095	1,67	234,7	1,27	113,7	0,75	30,4	0,46	9,01	0,32	3,77	0,46	8,95	
1.8							1,88	297,1	1,43	143,9	0,85	37,8	0,52	11,2	0,36	4,65	0,52	11,1	
2							2,09	366,8	1,59	177,7	0,94	45,9	0,58	13,5	0,4	5,61	0,57	13,4	
2.6							2,72	619,9	2,07	300,2	1,22	74,9	0,75	21,8	0,52	9,01	0,75	21,7	
3									2,39	399,7	1,41	99,7	0,86	28,4	0,6	11,7	0,86	28,2	
3.6									2,86	575,6	1,7	143,6	1,04	39,9	0,73	16,3	1,03	39,6	
4											1,88	177,6	1,15	48,5	0,81	19,8	1,15	48,2	
4.6											2,17	234,4	1,32	63,7	0,93	25,6	1,32	63,1	
5											2,35	277	1,44	75,2	1,01	29,9	1,44	74,6	
5.6											2,64	347,4	1,61	94,3	1,13	37	1,61	93,6	
6											2,83	398,8	1,73	108,3	1,21	42	1,72	107,4	
7														2,02	147,4	1,41	57,2	2,01	146,2
8														2,3	192,6	1,61	74,7	2,3	191
9														2,59	234,7	1,81	94,5	2,58	241,7
10														2,88	300,9	2,01	116,7	2,87	298,4

Примітка: При $D_y = 15-50, 70, 80$ значення в і 1000і наведені для сталевих труб ГОСТ 3262-75, при $D_y = 65$ - для чавунних труб ГОСТ 9583-75

Додаток 2.2.
Таблиця для гідравлічних розрахунків труб внутрішньої водопровідної мережі із пластмасових труб РІС [18].

Витрати, л/с	Швидкість, м/с, гідравлічний ухил 1000і (мм/л.м) при умовному діаметрі труб, мм															
	16 x 1,2		20 x 1,5		25 x 1,9		32 x 2,4		40 x 3,0		50 x 3,7		63 x 4,7		75 x 5,6	
	v	1000і	v	1000і	V	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і
0,2	1,38	200,9	0,88	69,2	0,57	24,2	0,34	7,4	0,22	2,6	0,14	0,9				
0,3	2,07	412,1	1,32	141,2	0,85	49,2	0,52	15								
0,4	2,76	689	1,76	235,2	1,13	81,6	0,69	24,8	0,44	8,6	0,28	2,9				
0,5	3,45	1029	2,21	350,1	1,42	121,2	0,86	36,8								
0,6			2,65	485,4	1,7	167,6	1,03	50,7	0,66	17,5	0,42	6,0				
0,7			3,09	640,4	1,99	220,6	1,21	66,7								
0,8			3,53	814,9	2,27	280,9	1,38	84,5	0,88	29	0,56	9,9				
0,9					2,55	346,2	1,55	104,2								
1					2,84	418,5	1,72	125,8	1,1	43,1	0,7	14,7	0,44	4,9	0,31	2,1
1,2					2,98	456,9	1,81	137,3	1,32	59,6	0,84	20,2	0,34	2,6		
1,4							2,07	174,4	1,54	78,5	0,98	26,6	0,45	4,1		
1,6							2,41	230	1,76	92,7	1,12	33,7	0,49	5,0		
1,8							2,76	292,6	1,98	123,2	1,26	41,6	0,56	6,1		
2							3,45	438,2	2,21	148,8	1,4	50,2	0,63	7,2	0,63	7,2
2,6									2,87	239	1,83	80,4	0,81	11,6		
3									3,31	309,8	2,11	104,1	0,94	14,9	0,94	14,9
3,6											2,53	144,7	1,13	11,2		
4											2,81	175,1	1,25	24,9	1,25	24,9
5													1,57	37,2	1,57	37,2
6													1,88	51,7	1,88	51,7
7													2,19	68,4	2,19	68,4
8													2,51	87,1	2,51	87,4
9													2,82	107,9	2,82	107,9
10													3,13	130,7	3,13	130,7

Додаток 2.3.
Таблиця для гідрравлічних розрахунків труб внутрішньої водопровідної мережі із мідних труб ($t=10^{\circ}\text{C}$)

Витрати, л/с	Швидкість, м/с, гідрравлічний ухил 1000і (мм/пм) при діаметрі труб, мм																		
	12 х 1		15 х 1		18 х 1		22 х 1		28 х 1,5		35 х 1,5		42 х 1,5		54 х 2		64 х 2		
	v	1000і	v	1000і	V	1000 і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	
0.1	1.3	254	0.8	73	0.5	27	0.3	10	0.2	3									
0.2	2.5	855	1.5	245	1.0	91	0.6	32	0.4	11	0.2	3	0.2	1					
0.3			2.3	499	1.5	185	1.0	64	0.6	22									
0.4			3	831	2	308	1.3	106	0.8	37	0.5	11	0.3	4	0.2	1	0.1	1	
0.5					2.5	457	1.6	157	1	54									
0.6					3	632	1.9	217	1.2	75	0.7	23	0.5	9	0.3	3	0.2	1	
0.7							2.2	285	1.4	98									
0.8							2.5	362	1.6	124	1.0	38	0.7	15	0.4	5	0.3	2	
0.9							2.9	446	1.8	153									
1									2.0	185	1.2	57	0.8	22	0.5	7	0.4	3	
1.2									2.4	256	1.5	78	1.0	31	0.6	9	0.4	4	
1.4									2.9	337	1.7	103	1.2	40	0.7	12	0.5	5	
1.6											2.0	131	1.3	51	0.8	16	0.6	6	
1.8											2.2	162	1.5	63	0.9	19			
2											2.5	195	1.7	76	1	23	0.7	10	
2.2											2.7	231	1.8	90	1.1	27	0.8	11	
2.6													2.2	121	1.3	37	0.9	15	
2.8													2.3	138	1.4	42	1	18	
3													2.5	156	1.5	47	1.1	20	
3.4													2.8	195	1.7	59	1.2	25	
3.6													3.0	216	1.8	66	1.3	27	
4													4			2.0	79	1.4	33
5																2.5	118	1.7	46
6																3.0	154	2.1	64

Таблиці для гідравлічного розрахунку ділянок внутрішньої каналізації

при $V \sqrt{h/d} > 0,6$

Наповнення, h/d	Ухил					
	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035
d=50						
0,5						<u>0,82</u> 0,83
0,6					<u>1,01</u> 0,82	<u>1,10</u> 0,89
0,7			<u>1,03</u> 0,70	<u>1,13</u> 0,77	<u>1,26</u> 0,86	<u>1,36</u> 0,93
0,8			<u>1,20</u> 0,71	<u>1,31</u> 0,78	<u>1,47</u> 0,87	<u>1,59</u> 0,95
0,9			<u>1,31</u> 0,70	<u>1,43</u> 0,77	<u>1,60</u> 0,86	<u>1,74</u> 0,93
1,0			<u>1,23</u> 0,63	<u>1,34</u> 0,68	<u>1,51</u> 0,77	<u>1,63</u> 0,83
d=100						
0,3						
0,4				<u>2,94</u> 1,00	<u>3,22</u> 1,10	<u>3,48</u> 1,18
0,5		<u>3,36</u> 0,85	<u>3,87</u> 0,99	<u>4,35</u> 1,11	<u>4,76</u> 1,21	<u>5,14</u> 1,31
0,6		<u>4,51</u> 0,92	<u>121</u> 1,06	<u>5,83</u> 1,18	<u>6,38</u> 1,30	<u>6,90</u> 1,40
0,7	<u>4,53</u> 0,77	<u>5,61</u> 0,96	<u>6,49</u> 1,11	<u>7,26</u> 1,24	<u>7,95</u> 1,35	<u>8,59</u> 1,46














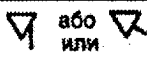








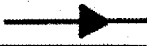

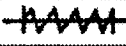


0,8	<u>5.29</u> 0,79	<u>6.55</u> 0,97	<u>7.58</u> 1,13	<u>8.47</u> 1,26	<u>9.27</u> 1,38	<u>10.02</u> 1,49	<u>10.71</u> 1,59
0,9	<u>5.77</u> 0,78	<u>7.14</u> 0,96	<u>8.26</u> 1,11	<u>9.24</u> 1,24	<u>10.11</u> 1,36	<u>10.93</u> 1,47	<u>11.68</u> 1,57
1,0	<u>5.42</u> 0,69	<u>6.72</u> 0,85	<u>7.74</u> 0,99	<u>8.69</u> 1,11	<u>9.52</u> 1,21	<u>10.29</u> 1,31	<u>11.00</u> 1,40
d=150							
0,3				<u>5.01</u> 1,12	<u>5.49</u> 1,23	<u>5.92</u> 1,33	<u>6.34</u> 1,42
0,4		<u>6.66</u> 1,01	<u>7.69</u> 1,16	<u>8.60</u> 1,30	<u>9.42</u> 1,43	<u>10.15</u> 1,54	<u>10.88</u> 1,65
0,5	<u>8.04</u> 0,91	<u>9.86</u> 1,12	<u>11.38</u> 1,29	<u>12.72</u> 1,44	<u>13.94</u> 1,58	<u>15.02</u> 1,70	<u>16.10</u> 1,82
0,6	<u>10.79</u> 1,97	<u>13.23</u> 1,19	<u>15.26</u> 1,38	<u>17.06</u> 1,54	<u>18.70</u> 1,69	<u>20.15</u> 1,82	<u>21.59</u> 1,95
0,7	<u>13.43</u> 1,02	<u>16.46</u> 1,25	<u>19.00</u> 1,44	<u>21.24</u> 1,61	<u>23.28</u> 1,76	<u>25.08</u> 1,90	<u>26.88</u> 2,03
0,8	<u>15.68</u> 1,03	<u>19.21</u> 1,27	<u>22.18</u> 1,46	<u>24.79</u> 1,64	<u>27.17</u> 1,79	<u>29.27</u> 1,93	<u>31.37</u> 2,07
0,9	<u>17.10</u> 1,02	<u>20.96</u> 1,25	<u>24.19</u> 1,44	<u>27.04</u> 1,61	<u>29.63</u> 1,77	<u>31.92</u> 1,91	<u>34.21</u> 2,04
10,5	<u>16.08</u> 0,91	<u>19.72</u> 1,12	<u>22.76</u> 1,29	<u>25.45</u> 1,44	<u>27.89</u> 1,58	<u>30.04</u> 1,70	<u>32.20</u> 1,87













Примітка: В чисельнику наведені значення витрат стічних вод q^8 в л/с; у знаменнику - значення швидкості руху стоків V в м/с.

Значення величини α або α_1 при P_{kr} або $P \leq 0,1$ і будь-якому числі [14]

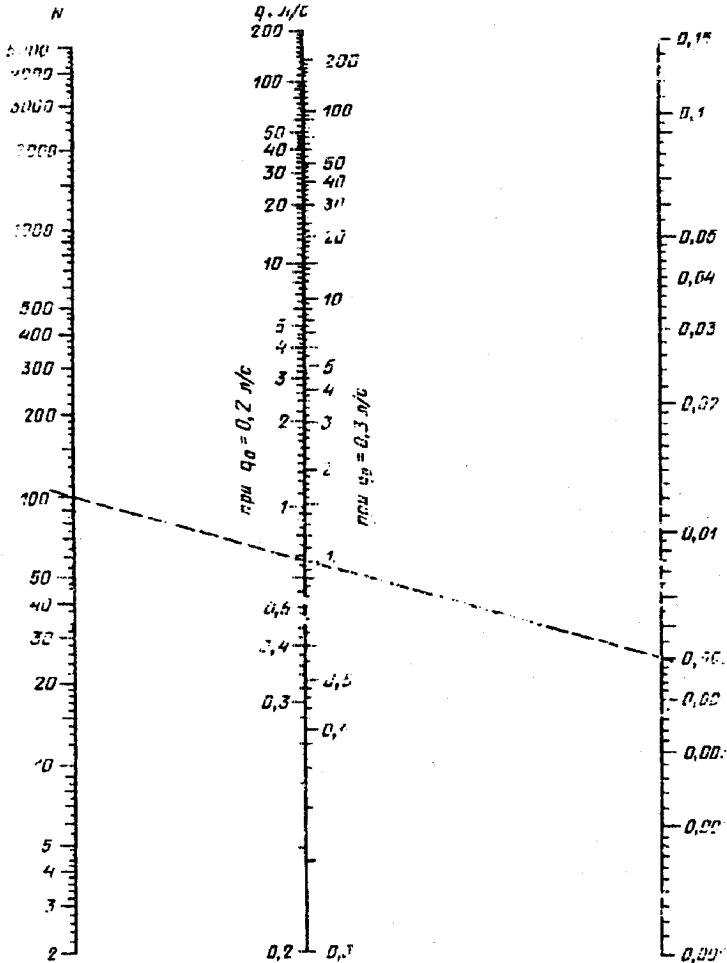
NP	α	NP	α	NP	α	NP	α	NP	α
Менше		0,086	0,326	0,48	0,665	2,8	1,763	8,3	3,616
0,015	0,2	0,088	0,328	0,49	0,672	2,9	1,802	8,4	3,646
0,015	0,202	0,09	0,331	0,5	0,678	3	1,84	8,5	3,667
0,016	0,205	0,092	0,333	0,52	0,692	3,1	1,879	8,6	3,707
0,017	0,207	0,094	0,336	0,54	0,704	3,2	1,917	8,7	3,738
0,018	0,21	0,096	0,338	0,56	0,717	3,3	1,954	8,8	3,768
0,019	0,212	0,098	0,341	0,58	0,73	3,4	1,991	8,9	3,798
0,02	0,215	0,1	0,343	0,6	0,742	3,5	2,029	9	3,828
0,021	0,217	0,105	0,349	0,62	0,755	3,6	2,065	9,1	3,858
0,023	0,222	0,115	0,361	0,66	0,779	3,8	2,138	9,3	3,918
0,025	0,226	0,125	0,373	0,7	0,803	4	2,21	9,5	3,978
0,027	0,23	0,135	0,384	0,74	0,826	4,2	2,281	9,7	4,037
0,029	0,235	0,145	0,394	0,78	0,849	4,4	2,352	9,9	4,097
0,31	0,239	0,155	0,405	0,82	0,872	4,6	2,421	10,2	4,185
0,033	0,243	0,165	0,415	0,86	0,894	4,8	2,49	10,6	4,302
0,035	0,247	0,175	0,425	0,9	0,916	5	2,558	11,0	4,419
0,037	0,25	0,185	0,435	0,94	0,937	5,2	2,626	11,4	4,534
0,039	0,254	0,195	0,444	0,98	0,959	5,4	2,693	11,8	4,649
0,041	0,258	0,21	0,458	1,05	0,995	5,6	2,76	12,2	4,764
0,043	0,261	0,23	0,476	1,15	1,046	5,8	2,826	12,6	4,877
0,045	0,265	0,25	0,493	1,25	1,096	6	2,891	13,0	4,99
0,047	0,268	0,27	0,51	1,35	1,144	6,2	2,956	13,4	5,10
0,049	0,271	0,29	0,526	1,45	1,191	6,4	3,021	13,8	5,215
0,052	0,276	0,31	0,542	1,55	1,238	6,6	3,085	14,2	5,326
0,056	0,283	0,33	0,558	1,65	1,283	6,8	3,149	14,6	5,437
0,062	0,292	0,36	0,58	1,8	1,35	7,1	3,344	15,2	5,602
0,066	0,298	0,38	0,595	1,9	1,394	7,3	3,357	15,6	5,712
0,07	0,304	0,4	0,61	2,0	1,437	7,5	3,369	16,0	5,821
0,074	0,309	0,42	0,624	2,2	1,521	7,7	3,431	16,4	5,93
0,078	0,315	0,44	0,638	2,4	1,604	7,8	3,493	16,8	6,039
0,08	0,318	0,45	0,645	2,5	1,644	8	3,524	17,0	6,093
0,082	0,32	0,46	0,652	2,6	1,682	8,1	3,555	17,2	6,147
0,084	0,323	0,46	0,658	2,7	1,724	8,2	3,585	17,4	6,201

**Умовні графічні позначення елементів санітарно-технічних систем
(ДСТУ Б А.2.4-8-95, ГОСТ21.205-93)**

№	Найменування	Умовні позначення	
		на видах зверху і на планах	на видах спереду або збоку, на розрізах і схемах
1	Раковина		
2	Мийка		
3	Умивальник		
4	Ванна		
5	Піддон душовий		
6	Біає		
7	Унітаз		
8	Чаша підлогова		
9	Трап		
10	Воронка внутрішньої ринви		
11	Сітка душова		
12	Напрямок потоку рідини		
13	Насос відцентровий		
14	Ізольована ділянка трубопровода		
15	Трубопровід у трубі (футляр)		
16	Трубопровід у сальнику		

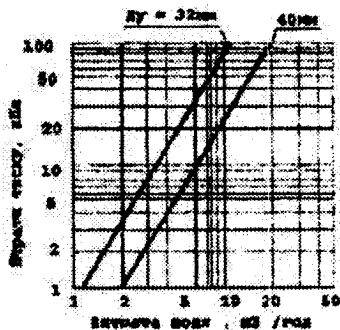
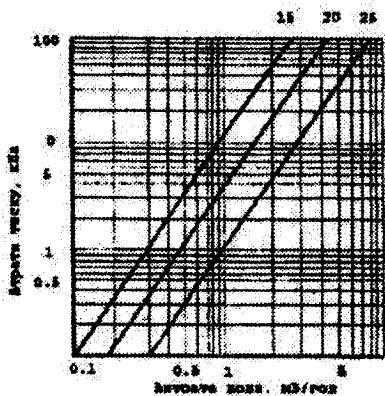
17	Сифон (гідрозатвір)		
18	Вставка амортизаційна		
19	Місце опору в трубопроводі (шайба дросельна, звужувальний пристрій витратомірний, діафрагма)		
20	Резьні		
21	Клапан (вентиль) запірний: а) прохідний б) кутовий		
22	Клапан зворотний: а) прохідний б) кутовий		
23	Засувка		
24	Кран водорозбірний		
25	Кран (клапан) пожежний		
26	Кран поливальний		
27	Змішувач: а) загальне позначення б) з душовою сіткою		
28	Водолічильник		

Номограма для визначення секундних витрат води q
при $q_0 = 0,3$ і $0,2$ л/с та $P \leq 0,15$



Технічні характеристики швидкісних водолічильників

Діаметр умовного проходу водоміра, мм	Витрати води, м ³ /год			Поріг чутливості м ³ /год.	Максимальний об'єм води за добу, м ³	Гідрравлічний опір водоміра, м/(л/с) ²
	міні-мальні	експлуатаційні	максимальні			
<i>Крильчасті водолічильники ВСКМ (ГОСТ 60 19-83)</i>						
15	0,03	1,2	3	0,015	45	13,5
20	0,05	2	5	0,025	70	5,08
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,682
32	0,1	4	10	0,05	140	1,265
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,327
50	0,3	12	30	0,15	450	0,032
<i>Крильчасті водолічильники ВСТ- U (ТУУ 24597020.002 - 97)</i>						
15	0,03	0,9	3	0,01	-	-
20	0,06	1,5	5	0,02	-	-
25	0,14	2,1	7	0,05	-	-
32	0,24	3,6	12	0,1	-	-
40	0,3	6	20	0,1	-	-



Номограми для визначення втрат тиску у водолічильниках

Довідкові дані для монтажного проектування

1. Стандартні деталі трубопроводів

Згін короткий

Розміри при d_y , мм

d_y	15	20	25	32	40	50
l	110	110	130	130	150	150
l_1	9	10	11	13	15	17
l_2	40	45	50	55	60	65

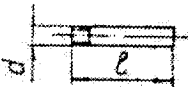
Патрубок з двосторонньою різьбою:



d_y	15	20	25	32	40	50
l	60	60	100	120	150	150

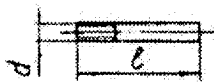
Патрубок з односторонньою різьбою:

А) короткою



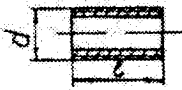
d_y	15	20	25	32	40	50
l	50	50	70	80	90	100

Б) довгою



d_y	15	20	25	32	40	50
l	70	70	90	100	120	120

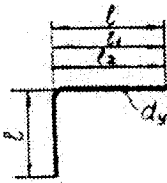
Ніпель



d_y	15	20	25	32	40	50
l	24	27	30	34	38	42

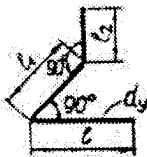
2. Мінімальна довжина деталей з водогазопровідних труб

Відвід 90°.

Розміри при d_y , ммзі зварним кінцем l_1 ;з короткою різьбою l_1 ;з довгою різьбою l_2 ;

d_y	15	20	25	32	40	50
l	110	120	170	220	270	350
l_1	120	130	180	240	300	370
l_2	150	160	220	280	330	410

Двоплощинний відвід



d_y	15	20	25	32	40	50
l	110	120	170	220	270	350
l_1	130	150	220	280	300	350
l_2	110	120	160	210	270	350

Відвід 90° з просвердленим отвором

d_y	15	20	25	32	40	50
l	24	27	30	34	38	42

3. Величина скидок x та припуску a при згинанні деталей під кутом α

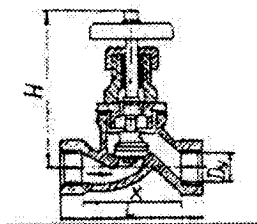
Розрахункова формула: $L_{\text{зат}} = L_M + a - \text{ч.}$ Приклад: $L_M = 360$ мм, $d_y = 20$ мм, $h = 60$ мм, $\alpha = 135^\circ \rightarrow$ $L_{\text{зат}} = 377$ мм.

Кут згину	Показ	Величина скидки x , мм, і припуску a , мм, при h .												
		20	30	40	50	60	70	80	90	10	11	12	14	16
Деталі $d_y = 15$ мм														
120°	a	6	11	17	23	29	34	40	46	52	57	63	75	86
	x	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
135°	a	4	8	12	17	21	25	29	33	37	41	46	54	62
	x	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
150°	a	4	7	10	12	15	18	20	23	25	28	31	37	42
	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Деталі $d_y = 20$ мм														
120°	a	3	8	14	20	26	31	37	43	49	54	60	72	83
	x	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

135°	a x	4 4	8 4	12 4	17 4	21 4	25 4	29 4	33 4	37 4	41 4	46 4	54 4	62 4
150°	a x	3 2	6 2	9 2	11 2	14 2	17 2	19 2	22 2	24 2	27 2	30 2	36 2	41 2
Деталі $d_y = 25$ мм														
120°	a x	- 12	5 12	11 12	17 12	23 12	28 12	34 12	40 12	46 12	51 12	57 12	69 12	80 12
135°	a x	3 5	7 5	11 5	16 5	20 5	24 5	28 5	32 5	36 5	40 5	45 5	53 5	61 5
150°	a x	3 2	6 2	9 2	11 2	14 2	17 2	19 2	22 2	24 2	27 2	30 2	36 2	41 2

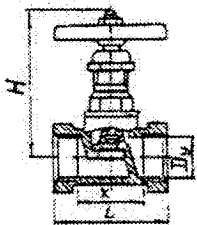
4. Величина скидок на арматуру та фітінги

Вентиль запірний муфтовий 18ч86р11



D_y	X	L	H
15	67	90	116
20	74	100	120
25	91	120	148
32	107	140	158
40	133	170	177
50	159	200	190

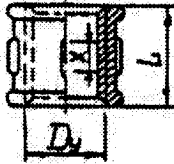
Вентиль запірний муфтовий 15Б16к



D_y	X	L	H
15	32	55	80
20	39	65	86
25	51	80	100
32	62	95	110
40	73	110	120
50	89	130	145

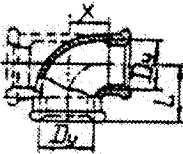
Продовження додатку 8

Коротка муфта

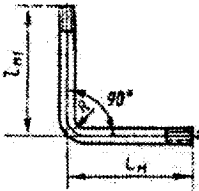


D_y	L	X
15	28	5
20	31	6
25	35	7
32	39	7

Трійник, кутник



D_y	L	X
15	28	18
20	33	21
25	38	25
32	45	30

5. Заготівельна довжина $L_{заг}$,
зігнутої під кутом 90° деталі

D_y	Скид X	R	$L_{заг} = L_M +$ $L_M - 1 - X$
15	20	50	$L_M + L_M - 20$
20	30	65	$L_M + L_M - 30$
25	40	90	$L_M + L_M - 40$
32	50	114	$L_M + L_M - 50$

6. Заготівельна довжина $L_{\text{зар}}$ (мм) відступу з кутником

D_y	H	R	X	a	$L_{\text{зар}} = L_M + L_M - X$
15	60	50	4	21	$L_M + 17$
	100			37	$L_M + 33$
20	60	65	4	21	$L_M + 17$
	100			37	$L_M + 33$
25	60	90	5	20	$L_M + 17$
	100			36	$L_M + 33$

7. Величина скидок на зварне T-подібне з'єднання



Діаметр труби, мм		Скидка X, мм
D_{y1}	D_{y2}	
15	15	8
20	15	10
	20	8
25	15	15
	20	15
	25	10

Додаток 9

АКТ
ГІДРОСТАТИЧНОГО ЧИ МАНОМЕТРИЧНОГО ВИПРОБУВАННЯ НА ГЕРМЕТИЧНІСТЬ

змонтованої в _____
(найменування системи)
(найменування об'єкта, будівлі, місту)

М. _____
Комісія в складі представників:
замовника _____

_____ (найменування організації, посада, прізвище та ініціали)
генерального підрядника _____

_____ (найменування організації, посада, прізвище та ініціали)
монтажної (будівельної) організації _____

_____ (найменування організації, посада, прізвище та ініціали)
провела огляд і перевірку якості монтажу і склала цей акт про
таке:

1. Монтаж виконаний за проектом _____
(назва проектної організації і номери креслень)

2. Випробування проведено _____
(гідростатичним чи манометричним методом)

тиском _____ МПа (_____ кгс/см²)

протягом _____ хв

3. Падіння тиску складо _____ МПа (_____ кгс/см²)

4. Ознак розриву чи порушення міцності з'єднання котлів і водонагрівачів, кріплень у зварних швах, різьбових з'єднаннях, опалювальних приладах, на поверхні труб, арматури і витоків води через водорозбірну арматуру, змієві пристрої і т. п. не виявлено (непогрібно закреслити).

Рішення комісії:

Монтаж зроблений відповідно до проектної документації, діючих технічних умов, стандартів, будівельних норм, правил виробництва і прийняття робіт.

Система визнається такою, що витримала випробування на герметичність.

Представник замовника _____ (підпис)

Представник генерального підрядника _____ (підпис)

Представник монтажної (будівельної) організації _____ (підпис)

Розподіл витрат води на господарсько-питні потреби протягом зміни на підприємствах (% від витрат води за зміну)

Години Зміни	Цехи із тепловиділенням, Вг/м ³ год.		Душові
	до 23,2 (холодні)	більше 23,2	
1	12,5	12,5	100*
2	6,25	7,5	
3	6,25	7,5	
4	18,75	18,7	
5	6,25	7,5	
6	6,25	7,5	
7	6,25	7,5	
8	37,25	31,3	
1**	12,5	12,5	100

* — витрати на душ попередньої зміни; ** — перша година наступної зміни

Література

1. Внутреннее оборудование горячего и холодного водоснабжения и центрального отопления из труб PE-Xc (VPE-c), LPE, PVC-C и PVC-U системы KAN-thetm. Справочник проектировщика. Современные системы отопления и водоснабжения. — Варшава, Польша, фирма "KAN s.c." 1997. — 81 с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 2. Водопровод и канализация; Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. — 4-е изд., — М.: Стройиздат, 1990. — 247с. (Справочник проектировщика).
3. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения. Проектирование: Справочник; Под ред. А.М. Тугая. — Киев: Будівельник, 1982. — 256с
4. Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учебник для вузов. — М.: Стройиздат, 1980. — 359с.
5. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації. За ред. П.Д. Хоружого — К.: Урожай, 1992. — 296с.
6. Канализация. Учебник для вузов. М., Стройиздат, 1975. — 632с.
7. *Кедров В.С., Ловцов Е.Н.* Санитарно-техническое оборудование зданий: Учеб. для вузов. — М.: Стройиздат, 1989. — 495с.
8. *Кравченко В.С.* Водопостачання і водовідведення: Навч. посібник. — Рівне: УДАВГ, 1997. — 237 с.
9. *Кравченко В.С., Саблій Л.А.* Гаряче водопостачання будівель: Навч. посібник, — 2-е вид. — Рівне, РДГУ, 2000. — 152 с.
10. *Лукиных А.А., Лукиных Н.А.* Таблицы для гидравлического расчёта канализационных сетей и докеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. М., Стройиздат, 1974. — 156с.
11. *Орлов В.О., Кравченко В.С.* Сільськогосподарське водопостачання: Курсові і дипломні проектування: Навч. посібник. — Рівне, РДГУ, 1999. — 240 с.
12. *Пальгунов П.П., Исаев В.Н.* Санитарно-технические устройства и газоснабжение зданий. Учебник для техникумов. — М.: Стройиздат, 1991. — 416 с.
13. Санитарно-техническое оборудование зданий. Примеры расчёта: Учеб. пособие (Ю.С. Сергеев и др.). — К.: Выща шк., 1991. — 206с.
14. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. — М.: Стройиздат, 1986. — 56 с.
15. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. — М.: Стройиздат, 1985.

16. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

17. *Тугай А.М., Терновцев В.Е.* Водоснабжение. Курсовое проектирование. — К.: Вища школа. Головное изд-во, 1980.

18. *Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф.* Таблицы для гидравлического расчёта водопроводных труб: Справ. пособие. — М.: Стройиздат, 1984. — 116 с.

Навчальне видання

Кравченко Віталій Сергійович

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА КАНАЛІЗАЦІЯ

Навчальний посібник

Редактор *Кліменчук Євгенія Василівна*

Коректор *Асташева Марія Василівна*

Комп'ютерна верстка *Полончук Микола Андрійович*

Дизайн обкладинки *Кочергін Олег Станіславович*

Підписано до друку 02.06.2008.

Формат 84 x 108 1/32. Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура
Newton. Умовн. друк. аркушів – 15,15. Обл.-вид. аркушів – 14,6.

Замовлення № 346

Видавництво «Кондор»

Свідоцтво № ДК - 513 від 02.07.2001 р.

03057, м. Київ, пров. Польовий, 6,

тел./факс (044) 456-60-82, 241-83-47

Друк:

ПП "Олді-плюс" з готових оригінал-макетів,

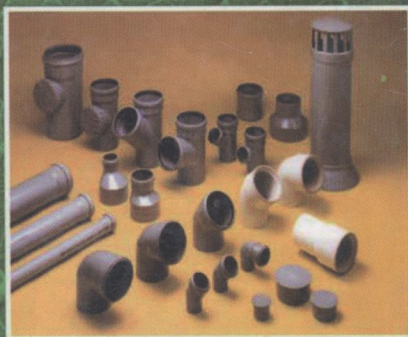
м. Херсон, вул. Комсомольська, 2. оф. 108.

тел./факс (0552) 42-08-19; e-mail: grin@public.kherson.ua

Ліцензія сер. ХС №2 від 16.08.2000 р.

Кравченко В.С.

**ВОДО-
ПОСТАЧАННЯ
ТА КАНАЛІЗАЦІЯ**



ВИДАВНИЦТВО

КОНДОР

ISBN 966-8251-15-6



9 789668 251153 >