

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра будівельної механіки та гідравліки

І.М. Єгорова

**ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

Конспект лекцій

Харків – 2015

Єгорова І.М. Водопостачання та водовідведення на

залізничному транспорті: Конспект лекцій. – Харків:
УкрДАЗТ, 2015. – 101 с.

Конспект лекцій призначено для студентів будівельного факультету всіх форм навчання, які вивчають курс «Водопостачання та водовідведення». У конспекті наведено основні конструкції, що використовуються при очищенні стічних вод, і методи очищення.

Іл. 70, табл. 3, бібліогр.: 8 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри будівельної механіки і гідравліки 11 березня 2014 р., протокол № 5.

Рецензент

доц. Г.Л. Ватуля

І.М. Єгорова

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Конспект лекцій

Відповідальний за випуск Павлюченков М.В.

Редактор Ібрагімова Н.В.

Підписано до друку 22.04.14 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 6,0. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

З М І С Т

Вступ	4
1 Водопостачання на залізничному транспорті	6
1.1 Системи та схеми водопостачання	6
1.2 Схеми водопровідних мереж і правила їх трасування	12
1.3 Розрахунок мереж водопостачання	16
1.4 Побудова мереж водопостачання	22
1.4.1 Труби водопостачання	22
1.4.2 Трубопровідна арматура водопровідної мережі	31
1.4.3 Водонапірні колодязі і камери	44
1.4.4 Прокладення водопровідних ліній через природні та штучні перешкоди	46
1.4.5 Випробування і приймання в експлуатацію систем водопостачання	48
1.4.6 Резервуари на мережах водопостачання	49
1.4.7 Насоси і насосні станції	52
1.4.8 Джерела водопостачання і водозабірні споруди	57
1.4.9 Поліпшення якості води	61
1.5 Трасування та будування мереж водопостачання	67
2 Водовідведення на залізничному транспорті	69
2.1 Системи та схеми водовідведення	69
2.2 Побудова мереж водовідведення	72
2.2.1 Труби мереж водовідведення	72
2.2.2 Колодязі та дощоприймачі	73
2.2.3 Переходи через шляхи та річки	75
2.2.4 Насоси і насосні станції	76
2.3 Розрахунок мереж водовідведення	77
2.4 Очищення стічної води	80
2.4.1 Показники якості стічної води	81
2.4.2 Методи очищення стоків та основні споруди	82
2.4.3 Переробка осаду	84
2.4.4 Компонування очисних споруд	85
2.5 Мережі водопостачання та водовідведення будинків	86
2.6 Водовідведення від насипів, виїмок, будівельних майданчиків	93
2.7 Випробування та експлуатація систем каналізації	95
Список літератури	101

Вступ

Розвиток залізничної техніки, покращення житлово-побутових умов і благоустрій залізничних селищ і станцій, охорона навколишнього середовища неможливі без поширення на транспорті централізованого водопостачання та сучасного водовідведення.

Під *залізничним водопостачанням* розуміють систему інженерних споруд, призначених для забезпечення доброякісною водою залізничників і пасажирів, станцій, локомотивних і вагонних депо, промислових підприємств залізничного транспорту та інших подібних об'єктів. При цьому вода витрачається на господарсько-питні, виробничі та протипожежні потреби.

Системи водопостачання являють собою складні комплекси споруд та обладнання, що включають водозабірні пристрої, насосні станції, споруди для очищення й обробки води, напірні і розвідні мережі, водорозбірну і запобіжну арматуру і т. д.

Водовідведенням (каналізацією) називають систему санітарних заходів та інженерних споруд, призначенням яких є збір стічних вод, у тому числі атмосферних, відведення їх за межі житлових територій, залізничних станцій і промислових підприємств для очищення і знезараження з метою повторного використання в технічному водопостачанні або, як виняток, для скидання у водні об'єкти (річки, озера, водосховища) без порушення їхньої нормальної діяльності.

Вода на залізничному транспорті, крім господарсько-питних цілей, витрачається на промивання і обмивку вагонів, на заправку систем водопостачання та опалення пасажирських вагонів, на водопій тварин, що перевозяться, на обмивку локомотивів, а також для охолодження двигунів внутрішнього згоряння та компресорів, приготування льоду і т. д. Значна частина води витрачається на залізничних підприємствах: на локомотиво- і вагоноремонтних заводах, промивально-пропарювальних станціях, дезинфекційно-промивальних станціях і пунктах, автобазах, шпалопросочувальних заводах, у котельнях, пральнях та ін.

Використані стічні води надходять у мережу водовідведення. При цьому так звані побутові стічні води, що

утворилися в житлових будинках, громадських будівлях і частково на підприємствах, скидаються в міську мережу водовідведення або безпосередньо у водні об'єкти (річки, озера, ставки). Для цього вони попередньо піддаються очищенню до необхідного за нормами рівня. Промислові стічні води слід використовувати по замкнутому циклу, тобто після очищення знову направляти на технічні потреби цих же або інших аналогічних підприємств.

Перспективними завданнями в галузі водопостачання та водовідведення є: повна ліквідація так званого привізного водопостачання, при якому в безводних районах на окремі станції і в селища вода доставляється в цистернах; зменшення витрат чистої води на виробничі потреби за рахунок більш широкого застосування оборотного водопостачання, вдосконалення методів очищення природних вод і забруднених стоків до такої міри, при якій питна вода задовольняла б вимоги гігієнічних нормативів, удосконалення управління системами водопостачання та водовідведення шляхом застосування комп'ютеризації.

Усі ці завдання неможливо вирішити без підготовки фахівців залізничного транспорту, що володіють хорошими знаннями в галузі водопостачання та водовідведення, на що і спрямований цей конспект лекцій. Мета конспекту лекцій – звернути увагу студентів на основні положення курсу та пояснити деякі найбільш складні розділи розрахунків систем водопостачання та водовідведення.

1 Водопостачання на залізничному транспорті

1.1 Системи та схеми водопостачання

Системи залізничного водопостачання являють собою комплекс інженерних споруд, призначених для збору природної води, очищення, зберігання і подачі її на господарсько-питні, виробничі та протипожежні потреби залізничних станцій і населених пунктів при них. Як джерела залізничного водопостачання використовуються відкриті водойми або підземні ґрунтові та артезіанські води.

До складу системи водопостачання входять такі основні водопровідні споруди:

- **водозабірні споруди**, за допомогою яких здійснюється приймання води з джерел. З природних поверхневих джерел забір води здійснюється береговими або русловими водоприймачами, з підземних - водозабірними свердловинами;

- **насосні станції**, що подають воду по трубах на очисні споруди і до місця споживання. З джерела водопостачання вода, як правило, перекачується на очисні споруди насосною станцією першого підймання, а після очищення подається водоспоживачам насосною станцією другого підймання;

- **очисні споруди**, призначені для очищення води;

- **резервуари чистої води**, у яких здійснюється регулювання нерівномірності режиму роботи насосних станцій першого і другого підймань, а також зберігання аварійних і протипожежних обсягів води;

- **напірні водоводи і водопровідна мережа**, призначені для транспортування води до місць її споживання;

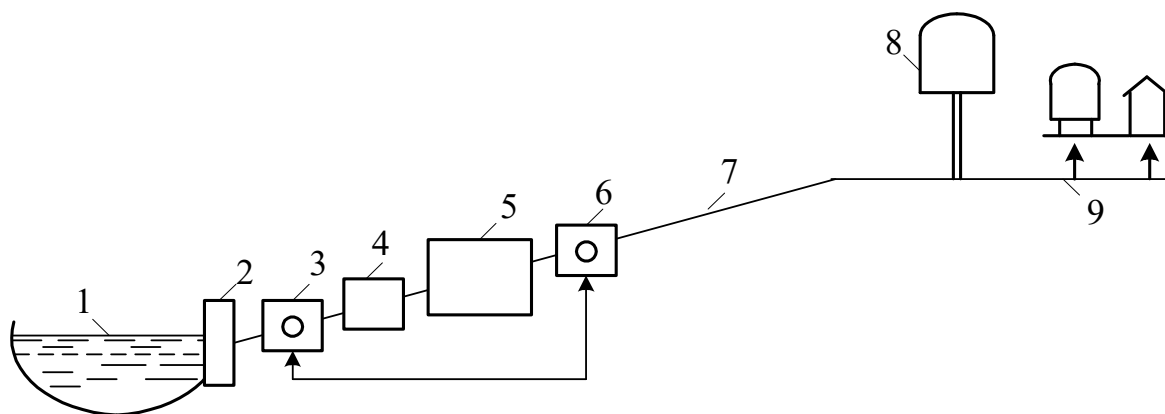
- **водонапірні бапти** або інші споруди для зберігання та акумулювання води, призначені для згладжування нерівномірності водоспоживання і подачі води насосами, а також для створення необхідних напорів у водопровідній мережі.

Системи водопостачання бувають господарсько-побутові, промислові, протипожежні та комбіновані.

За характером використання води системи водопостачання можуть бути: прямотечійними, оборотними і з повторним використанням води. У **прямотечійних системах** вода після

використання в технологічному циклі скидається у водойму. **Оборотні системи**, як правило, застосовують на промислових підприємствах і вони являють собою систему, у якій вода, що використовується у технологічному процесі, не скидається у водойму, а після обробки повертається у виробничий цикл. Втрати води, що мають місце у виробництві, поповнюються з джерела.

Системи водопостачання виконуються за різноманітними схемами, які обираються залежно від конкретних місцевих умов. Найбільш загальною є **схема водопостачання з поверхневого джерела води** (річки, озера, водосховища), яка подана на рисунку 1.1.



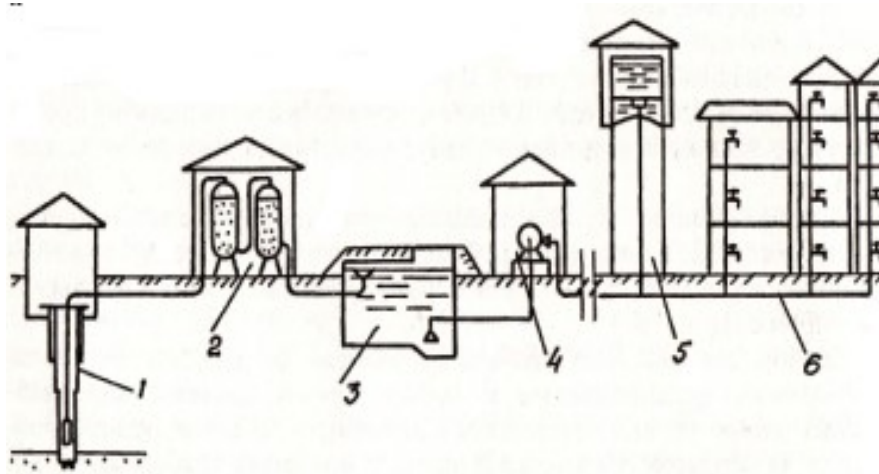
- 1 – поверхнєве джерело водопостачання; 2 – водозабірні колодязі; 3 – насосна станція першого підймання; 4 – станція поліпшення якості води; 5 – резервуари чистої води; 6 – насосна станція другого підймання (розташовується в одній будівлі з насосною станцією першого підймання); 7 – водогін; 8 – водонапірні резервуари; 9 – розвідні мережі з водорозбірними пристроями

Рисунок 1.1

Схема водопостачання із забором води з підземного джерела подана на рисунку 1.2.

Воду з підземних джерел беруть зазвичай з декількох свердловин, всередину яких опускають заглибні електронасоси. Зі свердловин воду подають на очищення, оскільки підземні води дуже часто містять домішки заліза, солей жорсткості або інших сполук у кількостях, що перевищують допустимі норми. Після очищення вода зливається в резервуари чистої води. Для

перекачування води з резервуарів у водонапірну башту залізничної станції служить насосна станція другого підіймання.



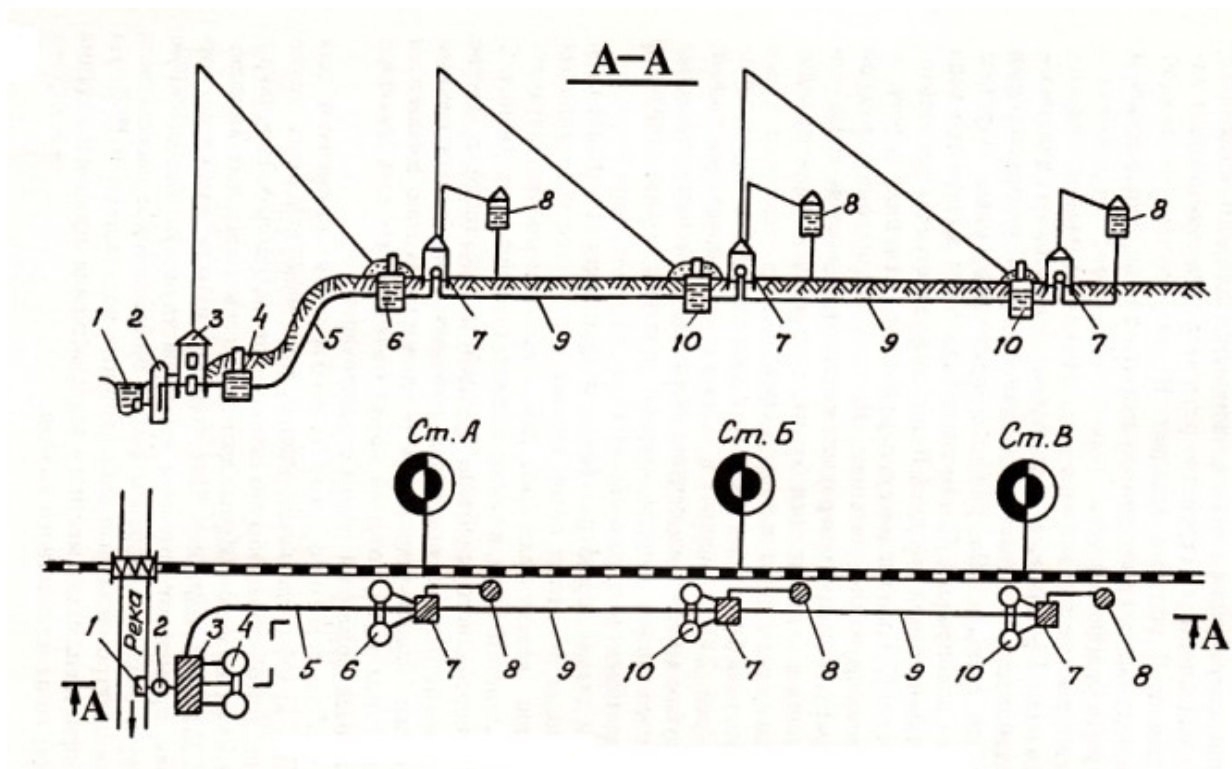
1 – артезіанська свердловина з насосом; 2 – водоочищувальна станція; 3 – резервуар чистої води; 4 – насосна станція другого підіймання; 5 – водонапірна башта; 6 – водогінна мережа

Рисунок 1.2

У пунктах з невеликим споживанням води та наявністю надійного підземного джерела потреба в резервуарах чистої води та насосної станції другого підіймання відпадає. У цих випадках з кожної свердловини воду подають електронасосами через напірні фільтри у водонапірну башту і в мережу.

Схема водопостачання з поздовжніми водопроводами. Поздовжні водопроводи влаштовують для постачання водою окремих ділянок залізниці, розташованих у безводних районах. На рисунку 1.3 наведені план і розріз поздовжнього водопроводу. За допомогою берегового водозабору вода після очищення насосною станцією другого підіймання подається по поздовжньому водопроводу, прокладеному паралельно залізниці, до трьох залізничних станцій. На кожній залізничній станції передбачені резервуари-накопичувачі чистої води, насосна станція і водонапірна башта, що забезпечують необхідні розрахункові витрати і напори в мережі.

Насоси меншої потужності подають воду на потреби станції (у напірний резервуар), а насоси більшої потужності подають воду на наступну станцію, де цикл повторюється.

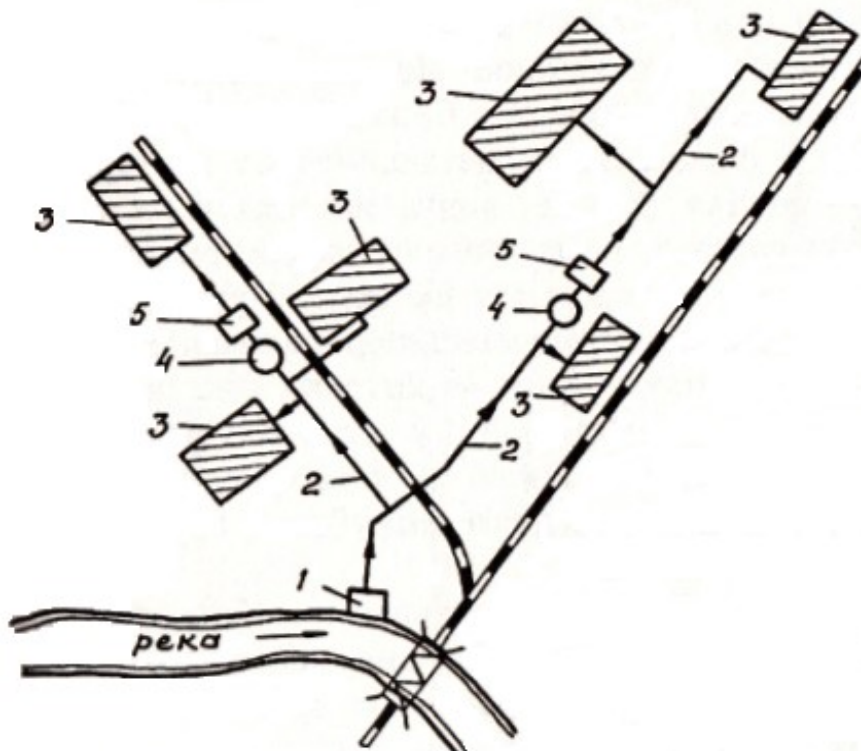


1 – водоприймач; 2 – береговий колодязь; 3 – насосні станції першого та другого підймання; 4 – резервуари чистої води; 5, 9 – напірні водогони; 6, 10 – резервуари-накопичувачі станцій; 7 – лінійні насосні станції; 8 – водонапірні башти

Рисунок 1.3

Схеми водопостачання з груповими водопроводами (рисунок 1.4) застосовують у маловодних районах для подачі води по трубах у кілька центрів обводнення (залізничні станції, населені пункти, ферми, колгоспи та інші об'єкти).

Для цієї схеми характерна велика протяжність водопроводів, яка іноді сягає сотень кілометрів. До складу групових водопроводів входять ряд насосних станцій і резервуарів-накопичувачів чистої води, а також потужні очисні споруди. З метою безперервного постачання водою споживачів у разі аварії на магістральних водопроводах на території об'єктів, крім водонапірних башт влаштовують резервуари. У них міститься аварійний запас води, який може бути поданий у мережу насосною станцією, розташованою поруч з резервуаром.

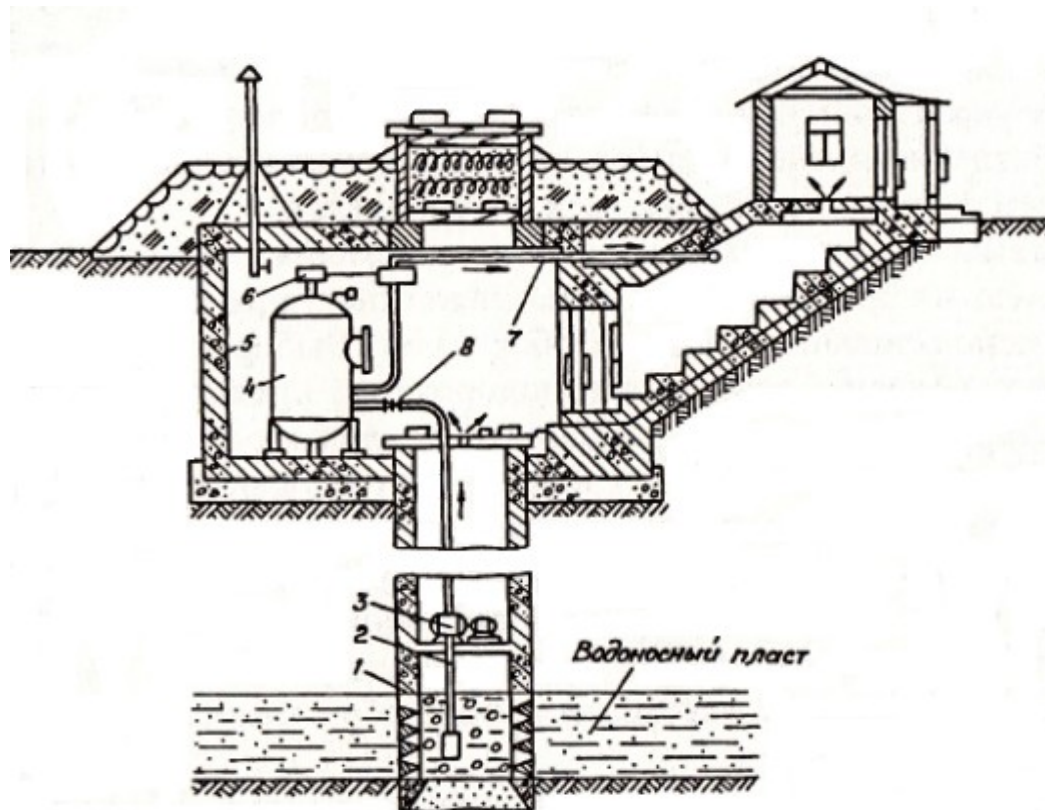


1 – головні водогінні споруди; 2 – напірні водогони; 3 – об’єкти водопостачання; 4 – резервуари-накопичувачі чистої води; 5 – насосні станції

Рисунок 1.4

Схеми місцевого водопостачання застосовують для постачання водою окремих будівель або нечисленних груп населення, у цій схемі зазвичай використовують підземні джерела з забором води з водозабірних свердловин, горизонтальних водозборів або шахтних колодязів. Для підймання води та подачі її споживачеві застосовують автоматично діючу безбаштову установку з повітряно-водяним баком, вібраційні насоси типу НЕП або електромагнітні вібраційні підіймачі ВПУ-1. На рисунку 1.5 наведена схема місцевого водопостачання окремої будівлі з забором води з шахтного колодязя.

Схеми водопостачання окремих будівельних об’єктів і будинків можуть мати своє джерело води або підключатися до існуючих мереж населених пунктів. Такі схеми частіше за все обладнуються напірними резервуарами або пневмобаками.



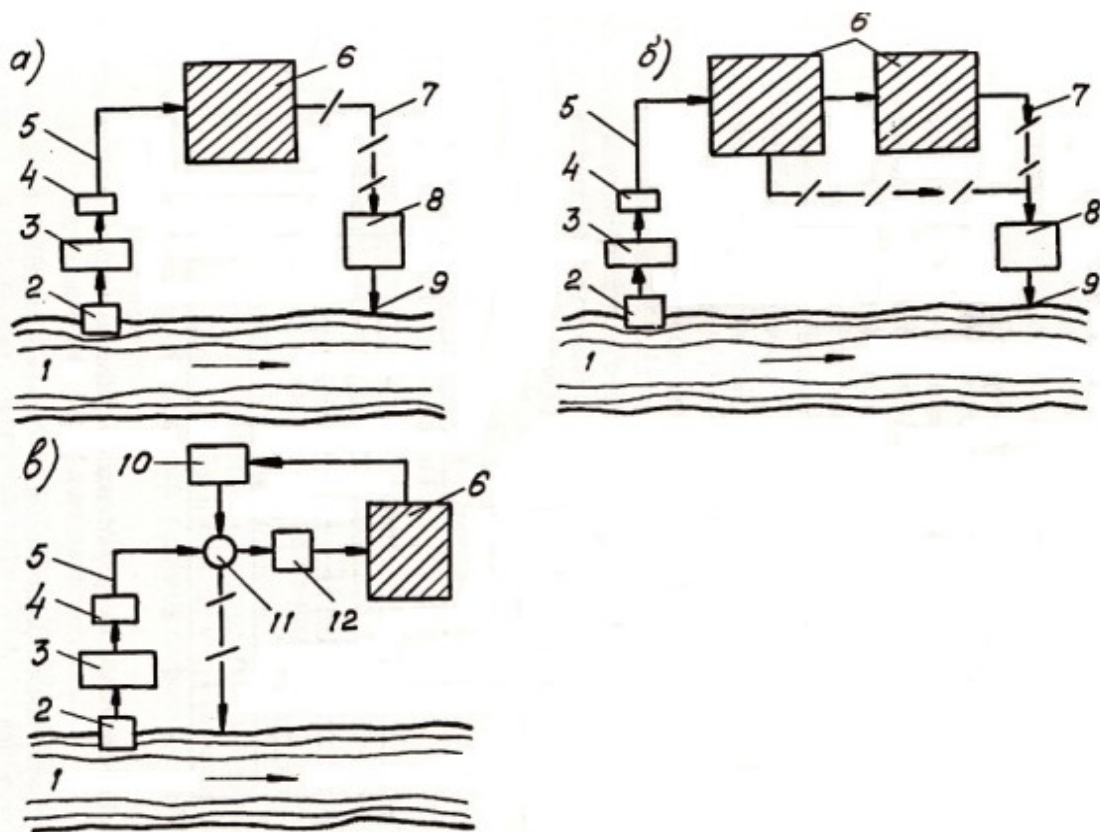
1 – шахтний колодезь; 2 – всмоктуюча труба насоса; 3 – насос;
 4 – повітряно-водяний бак; 5 – підземна камера; 6 – реле тиску;
 7 – напірно-розвідний водогін; 8 – напірна труба

Рисунок 1.5

Схеми виробничого водопостачання застосовують для промислових підприємств. Схема може бути прямиотечійною, з повторним використанням води і зворотною. Вибір схеми виробничого водопостачання залізничних підприємств залежить від характеру виробництва, потужності та місця розташування вододжерела, вимог до якості води та інших показників. На рисунку 1.6 наведені можливі схеми виробничого водопостачання.

Прямотечійна система (рисунки 1.6,а) передбачає забір води для виробничих цілей з вододжерела насосною станцією і подачу її в повному обсязі по водопровідній мережі. Після використання в технологічному циклі вода скидається у водойму після відповідного очищення.

Схема з повторним використанням води (рисунки 1.6,б) передбачає послідовне використання води кількома споживачами, після чого відбувається її скидання в каналізаційну мережу для обробки в очисних спорудах.



а – прямиотечійна; б – з повторним використанням води; в – зворотна; 1 – річка; 2 – водозабірні споруди; 3 – очисні споруди; 4 – насосна станція другого підймання; 5 – водогони; 6 – промислове підприємство; 7 – скидання використаної води; 8 – станція очищення стічних вод; 9 – скидання води в річку; 10 – водоохолоджуючий пристрій; 11 – збірна камера; 12 – насосна станція зворотної води

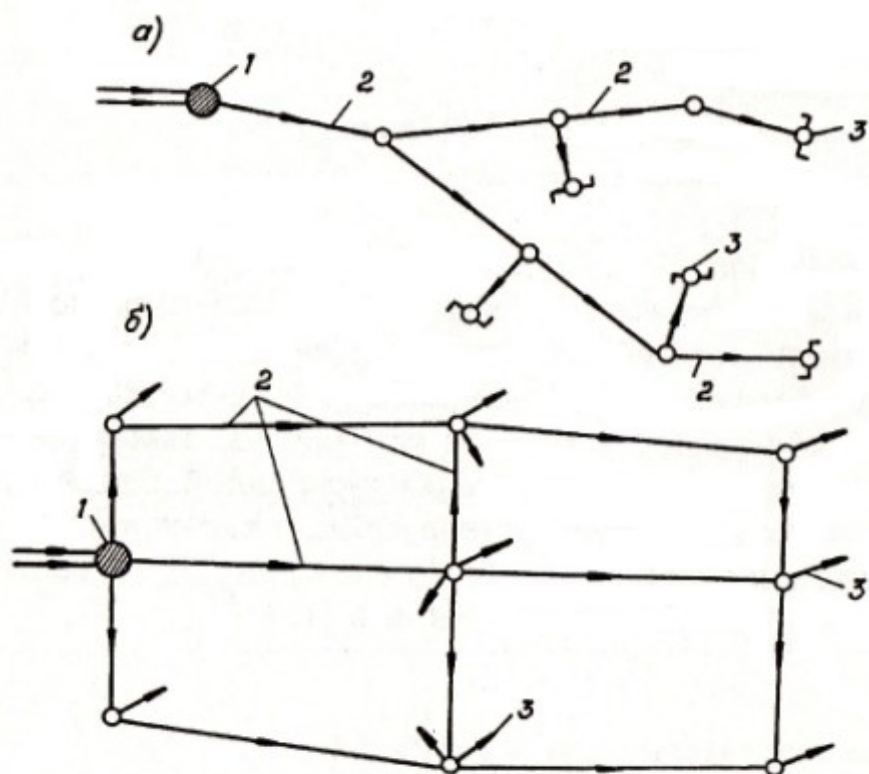
Рисунок 1.6

При оборотному водопостачанні (рисунок 1.6,в) вода, що використовується в технологічному процесі, не скидається у водойму, а після обробки знову повертається у виробничий цикл. Поповнення втрат води (3-5 % – випаровування, витік) в оборотний цикл відбувається з джерела.

1.2 Схеми водопровідних мереж і правила їх трасування

Водопровідні мережі призначені для транспортування води до споживачів. За своєю схемою водопровідні мережі бувають розгалужені, або тупикові (рисунок 1.7,а), і кільцеві (рисунок 1.7,б).

Конфігурація мережі залежить від планування забезпечуваного водою об'єкта, розміщення на його території окремих водоспоживачів, рельєфу місцевості, місця розташування використаних джерел водопостачання, наявності природних і штучних перешкод.



а – тупикова; б – кільцева; 1 – водонапірна башта; 2 – магістральна мережа; 3 – користувачі води

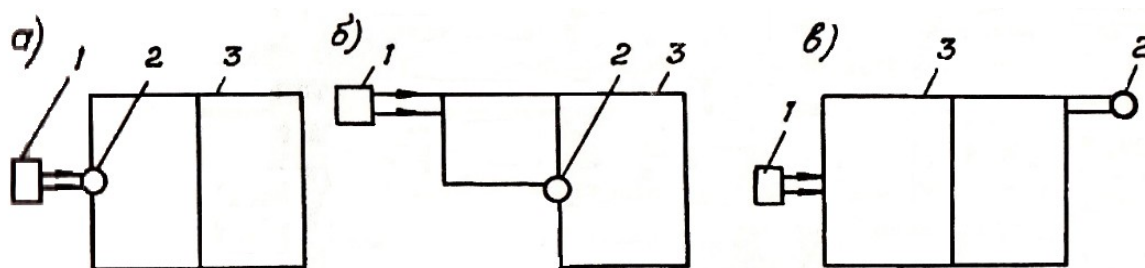
Рисунок 1.7

Тупикові мережі допускають транспортування води до споживача по єдиному напрямку. Тому такі мережі не забезпечують безперебійності, оскільки аварія на будь-якій ділянці цієї мережі призводить до припинення подачі води всім споживачам, розташованим нижче від місця аварії за напрямком руху води.

Кільцеві мережі, на відміну від тупикових, мають більш високу надійність. Завдяки наявності паралельно працюючих магістралей у цих мережах аварія на будь-якій ділянці не викликає припинення подачі води всім споживачам, крім тих, що живляться безпосередньо від пошкодженої ділянки.

Водопровідну мережу слід проектувати кільцевою, тупикові лінії дозволяється влаштовувати в господарсько-питних водопроводах при діаметрі труб не більше 100 мм, у протипожежних водопроводах при довжині лінії до 200 м і у виробничих водопроводах при допустимості перерви у водопостачанні на час ліквідації аварії.

Залежно від взаємного розташування насосної станції, водонапірної башти та розвідної мережі розрізняють схеми з водонапірною баштою на початку мережі (рисунок 1.8, а), всередині мережі (рисунок 1.8, б) і в кінці мережі (мережа з контррезервуаром (рисунок 1.8, в)).



а – на початку мережі; б – всередині; в – в кінці (з контррезервуаром); 1 – насосна станція; 2 – водонапірна башта; 3 – розвідна мережа

Рисунок 1.8

Водопровідна мережа складається з магістральних і розподільних ліній. **Магістральними** називаються лінії, які призначені в основному для розподілу води по усій території населеного пункту. **Розподільними** називають лінії, які отримують воду з магістральних ліній і подають її до споживачів через центральні пункти або будинкові вводи.

У практиці проектування гідравлічному розрахунку підлягають, як правило, тільки мережа магістральних ліній, а діаметри розподільних ліній господарсько-протипожежного водопроводу приймають не менше 100 мм і диктуються ці розміри витратою води на пожежогасіння. У великих містах подача води на пожежні потреби вимагає збільшення діаметра труб розподільної мережі до 150 мм, а іноді і до 200 мм.

При проектуванні магістральної мережі слід керуватися такими принципами її трасування:

1 Основний напрямок магістральних ліній має відповідати основним напрямкам потоків води по території об'єкта, що забезпечується.

2 По основному напрямку має бути передбачено декілька магістральних ліній, включених паралельно і забезпечуючих безперебійність роботи мережі, поздовжні магістралі необхідно з'єднати перемичками, які дозволяють у разі аварії вимкнути не всю магістраль, а тільки окремі її ділянки. Досвід проектування магістральних мереж показує, що оптимальна відстань між магістральними лініями становить 300-600 м. Відповідно відстань між перемичками приймається 400-800 м. Діаметри труб перемичок повинні призначатися з урахуванням роботи їх при аварії на магістральній лінії. Зазвичай діаметр труб перемички призначається на один-два розміри менше, ніж діаметр магістральної лінії.

3 Магістральна мережа повинна охоплювати найбільш великих споживачів води і розташовуватися рівномірно по всій території об'єкта, що забезпечується водою.

4 Магістральні лінії рекомендується прокладати по найбільш піднесеним відміткам території для створення достатніх напорів у розподільній мережі.

5 Перетин залізничних шляхів трубопроводами слід здійснювати під прямим кутом.

6 Водопровідні лінії, що йдуть уздовж станційних колій, необхідно прокладати в стороні від них з урахуванням можливого розвитку станції; у міжколійях дозволяється укладати тільки магістралі, що проводять воду до водозабірних кранів.

7 Трасування магістральних ліній необхідно пов'язувати з розміщенням інших мереж і споруд населеного пункту з дотриманням мінімальних відстаней від зовнішньої поверхні трубопроводу до різних підземних комунікацій у плані:

Обріз фундаменту будівлі	5 м
Крайня рейка трамвайних колій	2 м
Газопровід	1-2 м
Стовпи зовнішнього освітлення та огорожі	1,5 м
Стовбури дерев і бордюрни камені доріг	2 м

Кабелі зв'язку 0,5 м
Каналізаційні лінії при діаметрі труб ≤ 200 мм не менше 1,5 м
Каналізаційні лінії при діаметрі труб > 200 мм не менше ..3 м.

Трасування напірних водоводів здійснюється, як правило, у дві лінії з улаштуванням між ними перемичок, що дозволяють виключати окремі ділянки під час аварії.

Водонапірні споруди (башти, колони, напірні резервуари) слід розташовувати на найбільш високих відмітках місцевості в безпосередній близькості до водопровідної мережі.

1.3 Розрахунок мереж водопостачання

Мета розрахунку мереж водопостачання – визначення сумарної витрати і потрібного напору в початковій точці мережі, а також діаметрів труб, швидкостей руху води і витрат напору по ділянках мережі.

Швидкості руху води приймаються економічними:

(0,7÷1,2) м/с – для внутрішніх систем водопостачання будинків;

(1,2÷2,5) м/с – для зовнішніх мереж.

Розрахунок водопровідних мереж виконується на максимальну секундну витрату води, яка визначається в такому порядку:

1) визначаємо середню добову витрату води:

- для господарсько-побутових потреб

$$Q_{\text{доб.сер.}} = \sum_1^n q_{\text{г.п.}i} \cdot N_i ; \quad (1.1)$$

- для промислових потреб

$$Q_{\text{доб.сер.}} = \sum_1^n q_{\text{пр.}i} \cdot M_i , \quad (1.2)$$

де $q_{\text{г.п.}i}$ і $q_{\text{пр.}i}$ - норма водоспоживання на одну людину або на одиницю промислової продукції (дивись СНіП, норми);

N_i і M_i - кількість людей або одиниць промислової продукції;

2) визначаємо максимальну добову витрату:

$$Q_{\text{доб.макс}} = k \cdot Q_{\text{доб.сер.}} , \quad (1.3)$$

де k - коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання – 1,1÷1,3;

3) визначаємо максимальну секундну витрату:

- для цілодобово працюючих споживачів

$$q_i = \frac{k_c \cdot Q_{\text{доб.мах}} \cdot 10^3}{86400} = \frac{k_c \cdot Q_{\text{доб.мах}}}{86,4}; \quad (1.4)$$

- для тимчасово працюючих споживачів

$$q_i = \frac{Q_{\text{доб.мах}} \cdot 10^3}{T \cdot 3600} = \frac{Q_{\text{доб.мах}}}{T \cdot 3,6}, \quad (1.5)$$

де k_c - коефіцієнт часової нерівномірності водоспоживання (дивись СНІП, норми);

10^3 – переведення метрів кубічних у літри;

86400 – кількість секунд у добі;

3600 – кількість секунд у годині.

Розрахунок ведеться в табличній формі.

Порядок розрахунку глухої мережі:

- креслимо схему мережі, на яку наносимо вузли розташування водоспоживачів (точки), довжину ділянок, максимальні секундні витрати та відмітки точок (рисунок 1.9);

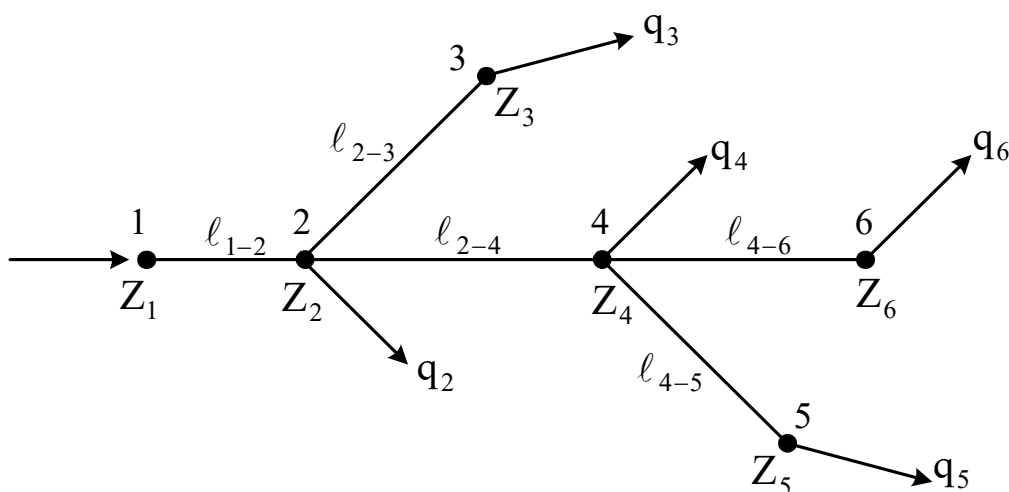


Рисунок 1.9

- визначаємо витрату води по ділянках мережі як суму вузлових витрат, розташованих за розрахунковою ділянкою:

$$\begin{aligned}
 q_{4-6} &= q_6; & q_{4-5} &= q_5; & q_{2-4} &= q_4 + q_5 + q_6; \\
 q_{2-3} &= q_3; & q_{1-2} &= q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6;
 \end{aligned}
 \tag{1.6}$$

- визначаємо діаметри труб при економічній швидкості руху води з формули витрати

$$q = V_e \cdot \omega = V_e \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V_e}} \Rightarrow d_{cm}; \tag{1.7}$$

- визначаємо фактичну швидкість при стандартному розмірі діаметра

$$V_\phi = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot d_{cm}^2}; \tag{1.8}$$

- визначаємо втрати напору на ділянках мережі або безпосередньо за формулами гідравліки ($R_e \rightarrow \lambda \rightarrow h_e$), або за таблицями, які розроблено для конкретних випадків водопостачання за формулами гідравліки з деякими припущеннями. За таблицями Шевельова Ф.А., які найчастіше використовуються на залізничному транспорті, втрати визначаються за формулою

$$h_e = i \cdot \ell_i, \tag{1.9}$$

де i - гідравлічний уклон – втрати напору на один метр довжини трубопроводу при припущенні квадратичної зони опорів;

ℓ - довжина ділянки;

- визначаємо диктуючу точку мережі – найбільш віддалену; з найбільшими витратою, вільним напором і відміткою; визначають точку за найбільшим потрібним напором у точці розгалуження (див. рисунок 1.2):

$$\begin{aligned}
 \text{для точки 5} & \quad H_4 = H_{B5} + 1,1 \cdot h_{4-5} + (Z_5 - Z_4); \\
 \text{для точки 6} & \quad H_4 = H_{B6} + 1,1 \cdot h_{4-6} + (Z_6 - Z_4),
 \end{aligned}
 \tag{1.10}$$

де H_B - вільний напір (нормативна величина);

$1,1$ - урахування місцевих втрат напору;

Z_i - відмітки точок;

- визначаємо потрібний напір у початковій точці мережі відносно диктуючої точки

$$H_{номр.} = H_B + 1,1 \cdot \sum_1^n h_i + (Z_{д.м.} - Z_n), \quad (1.11)$$

де H_B - вільний напір у диктуючій точці;

$\sum_1^n h_i$ - втрати напору по довжині в магістралі від початкової до диктуючої точки;

$Z_{д.м.}$ і Z_n - відмітки диктуючої і початкової точок;

- визначаємо потрібний напір у всіх точках мережі і будуємо лінію потрібних напорів (рисунок 1.10 – диктуюча точка б).

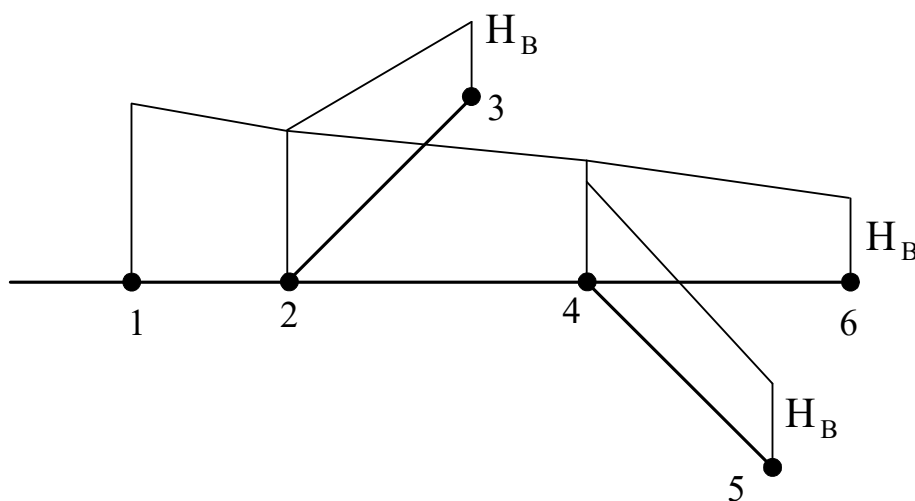


Рисунок 1.10

Розрахунок кільцевої мережі

У кільцевих мережах при розрахунку повинна виконуватися умова рівності втрат напору за двома напрямками (+ і -) руху води (рисунок 1.11), тобто

$$\sum_1^n h_i = 0.$$

Окрім того, сума витрати, що надійшла у вузол, повинна дорівнювати сумі витрати, яка вийшла з вузла.

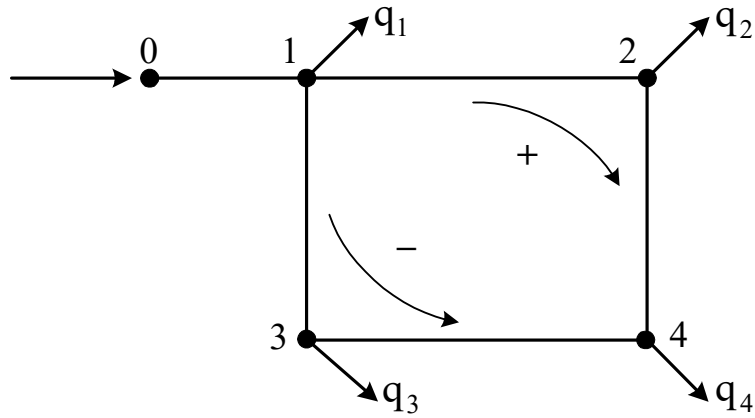


Рисунок 1.11

У кільцевих мережах також вводиться поняття питомої витрати з одного погонного метра довжини ділянки мережі, що спрощує розрахункову схему водорозбору споживачами з малою витратою води (водорозбірні колонки, крани для поливу тощо).

Питома витрата розраховується за формулою

$$q_{\text{пит.}} = \frac{\sum_1^n q_i}{\sum_1^n \ell_i}, \quad (1.12)$$

де $\sum_1^n q_i$ - сума витрат; $\sum_1^n \ell_i$ - довжина периметра кільця.

Ще одним спрощенням є припущення, що витрата в точку зустрічі напрямків потоків (+) і (-) (точка 4 на рисунку 1.4) надходить порівну з прилеглих ділянок ($q_4 = q_{2-4} + q_{3-4}$).

Порядок розрахунку кільцевої мережі:

- креслимо схему мережі, на яку наносимо максимальні секундні витрати у вузлах, довжини ділянок і відмітки точок;

- визначаємо питому витрату за формулою (1.12);

- визначаємо водорозбір із кожної ділянки (шляховий), обумовлений питомою витратою, за формулою

$$q_{\text{шл.}} = q_{\text{пит.}} \cdot \ell_i; \quad (1.13)$$

- визначаємо вузлові витрати з припущення, що шляхова витрата розбирається порівну з обмежуючих ділянку вузлів:

$$q_{\text{вузл.}i} = q_{\text{зос.}i} + 0,5 \sum_1^n q_{\text{шл.}i}, \quad (1.14)$$

де $q_{\text{зос.}i}$ - зосереджена у вузлі витрата;

$0,5 \sum_1^n q_{\text{шл.}i}$ - напівсума шляхових витрат, на прилеглих до вузла ділянках;

- визначаємо розрахункові витрати по ділянках мережі, попередньо прийнявши

$$q_{2-4} = q_{3-4} = \frac{q_4}{2}; \quad (1.15)$$

тоді

$$q_{1-2} = q_2 + \frac{q_4}{2}; \quad (1.16)$$

$$q_{1-3} = q_3 + \frac{q_4}{2}; \quad (1.17)$$

- визначаємо параметри потоку на ділянках: діаметри, швидкості, гідравлічний уклін і втрати напору, аналогічно до глухої мережі;

- перевіряємо умову рівності втрат напору по напрямках руху води (+) і (-):

$$h_{1-2} + h_{2-4} = h_{1-3} + h_{3-4} \pm 0,5 \text{ м.} \quad (1.18)$$

Якщо умова виконується, розрахунок витрат правильний, якщо ні – виконуємо перерозподіл витрат за допомогою поправкової витрати, яку визначаємо за формулою

$$\Delta q = - \frac{\pm \Delta h}{2 \sum_1^n \frac{h_i}{q_i}}, \quad (1.19)$$

де Δh - різниця витрат напору за напрямками (+) і (-);

h_i - втрата напору на ділянці;

q_i - витрата на тій самій ділянці.

Примітка - поправкову витрату вводимо у витрату кожної ділянки з урахуванням її знака, наприклад, при $-\Delta q$:

$$q'_{1-2} = +q_{1-2} + (-\Delta q); \quad (1.20)$$

$$q'_{1-3} = -q_{1-3} + (-\Delta q); \quad (1.21)$$

- за виправленою витратою знову визначаємо параметри ділянок і перевіряємо вищенаведену умову.

За результатами розрахунків визначаємо потрібний напір у кільцевій або в складній мережі водопостачання. У складній мережі порівнюється потрібний напір для глухої і кільцевої частин і приймається більший.

$$H_n = H_B + 1,1 \sum_1^n h_i + (Z_\delta - Z_0), \quad (1.22)$$

де H_B - вільний напір у диктуючій точці;

$1,1 \sum_1^n h_i$ - втрати напору від диктуючої до початкової точок ($1,1$

- урахування місцевих втрат напору);

Z_δ і Z_0 - відмітки диктуючої і початкової точок.

1.4 Побудова мереж водопостачання

Системи водопостачання – це складний комплекс різноманітних споруд, обладнання, пристроїв, спеціальних приладів, з'єднувальних вузлів тощо, які призначені забезпечити надійність і безперебійність роботи мережі. Найбільш відповідальною частиною водопроводу є трубопроводи.

1.4.1 Труби водопостачання

Для будівництва водопровідних мереж застосовують азбестоцементні, залізобетонні, чавунні, пластмасові і сталеві труби. Водопровідні труби повинні мати достатню пропускну здатність, водонепроникні стінки, малу шорсткість внутрішньої поверхні, великий термін служби, достатню міцність, а також забезпечувати можливість простого і надійного з'єднання на місці. Для влаштування водопровідних мереж можуть застосовуватися тільки ті труби, матеріали яких нешкідливі для здоров'я людини.

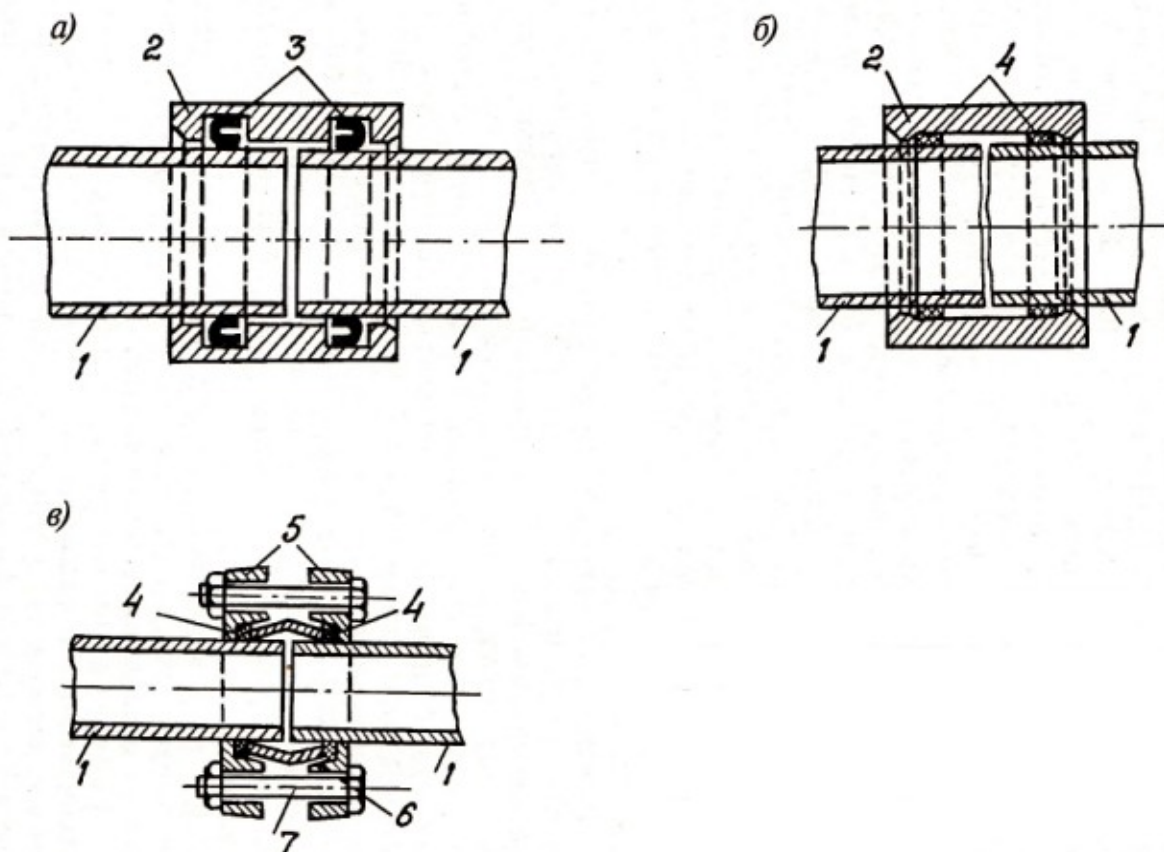
За вимогами СНіП для водопровідних мереж, як правило, слід застосовувати неметалеві труби (азбестоцементні, залізобетонні та пластмасові). Сталеві труби застосовують для влаштування самопливних і всмоктуючих ліній, переходів під

залізницями та автомобільними дорогами або через водні перешкоди і яри, коли застосування труб з інших матеріалів невиправдано. Крім того, враховуючи високу міцність і пластичність сталевих труб, їх рекомендується укласти в складних природних умовах (у вічній мерзлоті, просідаючих і заторфованих ґрунтах, у сейсмічних районах). У вічній мерзлоті і просідаючих ґрунтах допускається застосування також пластмасових труб.

Будівництво водопроводів і водопровідних мереж з чавунних труб дозволяється в межах населених пунктів, територій промислових і сільськогосподарських об'єктів.

Азбестоцементні труби мають стійкість до корозії, морозостійкість, порівняно невелику щільність, а отже, відносну легкість і невисоку вартість. Основні їх недоліки - крихкість і низький опір ударам. Недостатня увага до азбестоцементних труб, недотримання правил укладання і перевезення призводить до серйозних наслідків.

Азбестоцементні труби виготовляють чотирьох класів: ВТ6 - на робочий тиск 0,6 МПа; ВТ9 - 0,9 МПа; ВТ12 - 1,2 МПа і ВТ15 - 1,5 МПа. Їх випускають трьох типів. Труби першого типу виготовляють діаметром 100-500 мм, довжиною 3-4 м; другий - діаметром 200-500 мм, довжиною 5 м; третій - діаметром 200 і 300 мм, довжиною 6 м. Труби з'єднують різними муфтами. Найбільш поширені азбестоцементні муфти САМ з гумовими манжетами (рисунок 1.12, а). Герметизація з'єднання досягається завдяки попередньому обтисненню манжет при монтажі труб і додатковій деформації їх у муфтах гідравлічним тиском всередині труби. Монтаж стику з муфтою САМ виконують у такій послідовності. У пази муфти вставляють ущільнювальні гумові манжети і насаджують муфту на кінець приєднуваної труби. Трубу з муфтою опускають у траншею і центрують з раніше укладеною трубою. Насування муфти виконують гвинтовим або важільним домкратами. Для з'єднання азбестоцементних труб марки ВТ6 застосовують полегшені азбестоцементні двобортні муфти з гумовими кільцями (рисунок 1.12, б).



а – з азбестоцементною муфтою САМ; б – з азбестоцементною двобортною муфтою; в – з чавунною фланцевою муфтою; 1 – азбестоцементні труби; 2 – азбестоцементна муфта; 3 – гумові манжети; 4 – гумові кільця; 5 – фланці; 6 – втулка; 7 – болт

Рисунок 1.12 – Стикове з'єднання азбестоцементних труб

Можливе з'єднання азбестоцементних труб чавунною фланцевою муфтою (рисунок 1.12, а), що складається з чавунної втулки і двох насувних фланців, які стягуються болтами. Гумові кільця в цих муфтах щільно притискаються фланцями до втулки і до тіла труби, роблячи стик водонепроникним. Монтаж стику з чавунною муфтою здійснюють у такому порядку. На кінець раніше укладеної труби надягають фланець, гумове кільце і втулку, а на кінець приєднуваної труби – другий фланець і гумове кільце. Після центрування фланці стягують за допомогою болтів. Стик з чавунною муфтою дає можливість плавно змінювати на-прямок трубопроводу в плані без застосування фасонних частин.

Для азбестоцементних трубопроводів у більшості випадків використовують чавунні фасонні частини, але для переходу до них роблять спеціальні чавунні патрубки.

Залізобетонні труби залежно від гідростатичного тиску поділяють на низьконапірні, розраховані на робочий тиск до 0,3 МПа, і напірні, здатні витримувати тиск до 1,5 МПа. За конструктивними ознаками низьконапірні і напірні труби бувають: ненапружені (із звичайного бетону) і попередньо напружені (з попередньо напруженого бетону); з водонепроникним циліндром і без циліндра.

За величиною розрахункового внутрішнього тиску залізобетонні напірні труби поділяють на труби 1-го (1,5 МПа), 2-го (1 МПа) і 3-го (0,5 МПа) класів.

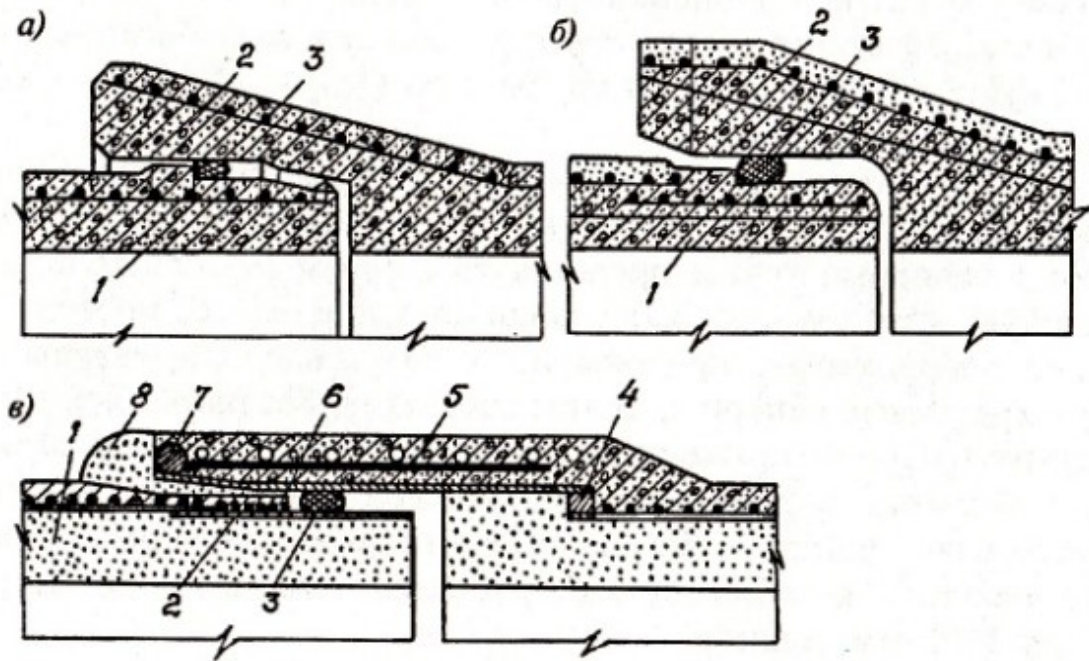
Залежно від технології виготовлення залізобетонні напірні труби мають різні конструкції. Віброгідропресовані напірні труби являють собою монолітну залізобетонну конструкцію, що включає захисний шар і попередньо напружену і спіральну арматури. Центрифуговані напірні труби складаються з бетонного сердечника з попередньо напруженою арматурою і навитою на сердечник попередньо напруженою спіральною арматурою, захищеною шаром дрібнозернистого бетону. Віброгідропресовані і центрифуговані залізобетонні труби виготовляють діаметром від 500 до 1600 мм, довжиною 5 м.

Залізобетонні напірні труби зі сталевим циліндром складаються з сердечника, що виготовляється центрифугуванням у звареному циліндрі, сталевого циліндра, спіральної арматури, що навивається на поверхню сталевого циліндра з заданим напруженням після твердіння бетону, і захисного шару товщиною 15-20 мм. Ці труби виготовляють діаметром від 250 до 1000 мм, довжиною 5 і 10 м.

Полімерзалізобетонні труби являють собою залізобетонний циліндр, на внутрішній стороні якого розташований профільований безшовний рукав з термопластичного полімеру. До кінців полімерного профільованого рукава приварюють «коміри» для утворення розтруба і гладкого кінця труби. Полімерзалізобетонні труби виготовляють діаметром від 300 до 1500 мм і довжиною 5,2 м.

Конструкції залізобетонних напірних труб передбачають гнучке розтрубне з'єднання їх при монтажі. Для ущільнення стику застосовують гумові кільця круглого перетину. Найбільш

характерні конструкції гнучких стикових з'єднань залізобетонних труб показані на рисунку 1.13.



а – віброгідропресовані; б – центрифугіровані; в – зі сталевим сердечником; 1 – втулочний кінець; 2 – розтруб; 3, 4 – гумове та перехідне кільця; 5, 7 – арматурні сітки та кільце жорсткості; 6 – замок; 8 – цементний розчин

Рисунок 1.13 – Стикові з'єднання залізобетонних труб

З'єднання буртових напірних залізобетонних труб здійснюється за допомогою залізобетонних муфт з гумовими кільцями ущільнювачів.

До переваг залізобетонних труб належать їх довговічність, міцна гладка внутрішня поверхня, висока пропускна здатність; ці труби порівняно з металевими значно менш металоємні. Недоліком їх є висока маса.

Пластмасові труби (поліетиленові, полівінілхлоридні та поліпропіленові) широко використовують для зовнішніх мереж водопостачання внаслідок їх переваг порівняно з трубами з інших матеріалів. Вони дуже легкі, не піддаються корозії і не руйнуються навіть при замерзанні в них води і в той же час мають високу пропускну здатність через низькі гідравлічні опори, велику довговічність і малу теплопровідність. До недоліків пластмасових труб належать необхідність дотримання

певних правил при укладанні, великий коефіцієнт лінійного розширення і відносна складність їх з'єднання.

Напірні поліетиленові труби виготовляють з поліетилену високої і низької щільності методом безперервної шнекової екструзії чотирьох типів: Л, ЧЛ, Ч і Т на робочий тиск відповідно 0,25; 0,4; 0,6 і 1,0 МПа. Їх випускають довжиною 5, 6, 8, 10 і 12 м. Труби ПВП з поліетилену високої щільності (поліетилен низького тиску) можуть виготовлятися зовнішнім діаметром від 10 до 1200 мм. Труби ПНП з поліетилену низької щільності (поліетилен високого тиску) випускають діаметром до 160 мм.

Напірні труби з неластифірованого полівінілхлориду (ПВХ) випускаються чотирьох класів: СЛ, С, Т і ОТ на робочий тиск відповідно 0,4; 0,6; 1,0 і 1,5 МПа діаметром від 10 до 315 мм.

Напірні поліпропіленові труби (ПП) виготовляють трьох класів: Л, С і Т на робочий тиск відповідно 0,25; 0,6 і 1,0 МПа діаметром від 32 до 300 мм.

Пластмасові труби з'єднують нероз'ємними (зварювання або склеювання) і роз'ємними (на гумових кільцях, фланцях) способами. Вибір способу з'єднання в першу чергу залежить від матеріалу труб, виду фасонних частин, способу прокладання трубопроводу і умов його роботи. Способи різних з'єднань пластмасових труб наведені на рисунку 1.14 і в таблиці 1.1.

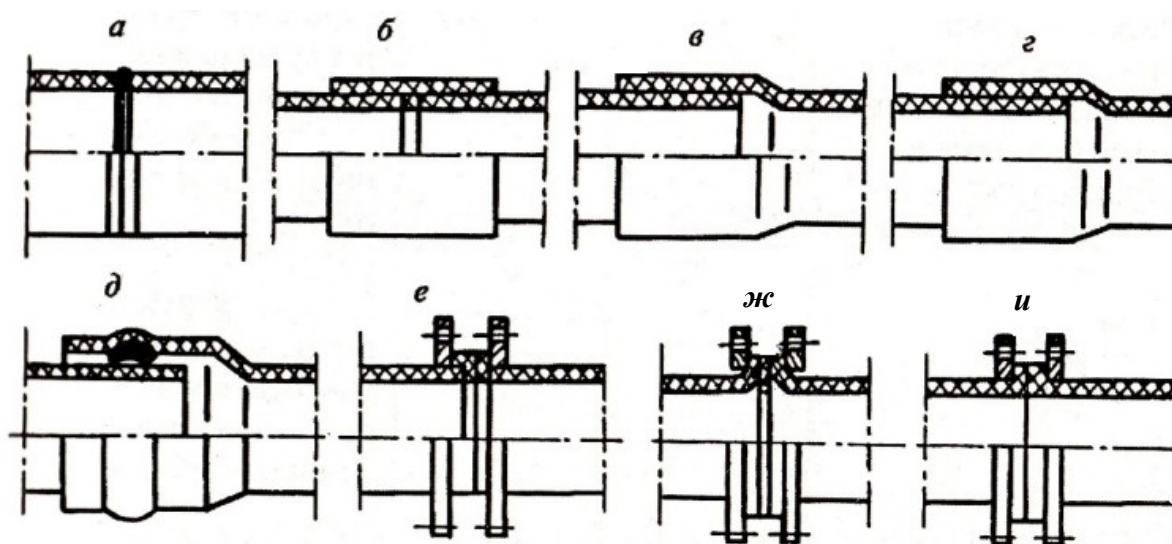


Рисунок 1.14

Таблиця 1.1 – Способи з'єднання пластмасових труб (див. рисунок 1.14)

Спосіб з'єднання	Схема	Матеріал	Сфера
------------------	-------	----------	-------

	з'єднання	труб	застосування
Контактно-стикове зварювання	а	ПНП, ПВП, ПП	Напірні трубопроводи діаметром 50 мм і більше з товщиною стінок > 4 мм
Контактне зварювання в розтруб з фасонними частинами (муфтами)	б	ПНП, ПВП, ПП	Напірні трубопроводи діаметром до 140 мм
Контактне зварювання в формований розтруб	в	ПНП, ПВП, ПП	Те саме діаметром до 160 мм
Склейка у формований розтруб	г	ПВХ	Те саме діаметром до 225 мм
Розтрубне з'єднання з профільним гумовим кільцем	д	ПВХ	Те саме діаметром до 110-315 мм
Роз'ємне з'єднання на вільних фланцях з привареними буртовими втулками	е	ПНП, ПВП, ПП	Напірні трубопроводи для приєднання до арматури і до металевих фасонних частин і труб діаметром до 160 мм
На вільних фланцях з відбортовкою	ж	ПНП, ПВП, ПП, ПВХ	Напірні трубопроводи (до 0,25 МПа) для приєднання до арматури і металевих труб діаметром до 630 мм
На вільних фланцях і відбортованих кінцях труб	и	ПНП, ПВП, ПП, ПВХ	Те саме діаметром до 150 мм

Чавунні труби в залізничному водопостачанні дуже поширені. Ці труби довговічні і стійкі в корозійноактивних середовищах, що обумовлюється високою корозійною стійкістю

чавуну і значною товщиною стінок труб. Їх укладають часто уздовж електрифікованих залізничних шляхів замість сталевих, щоб уникнути корозії від блукаючих струмів.

Промисловість випускає:

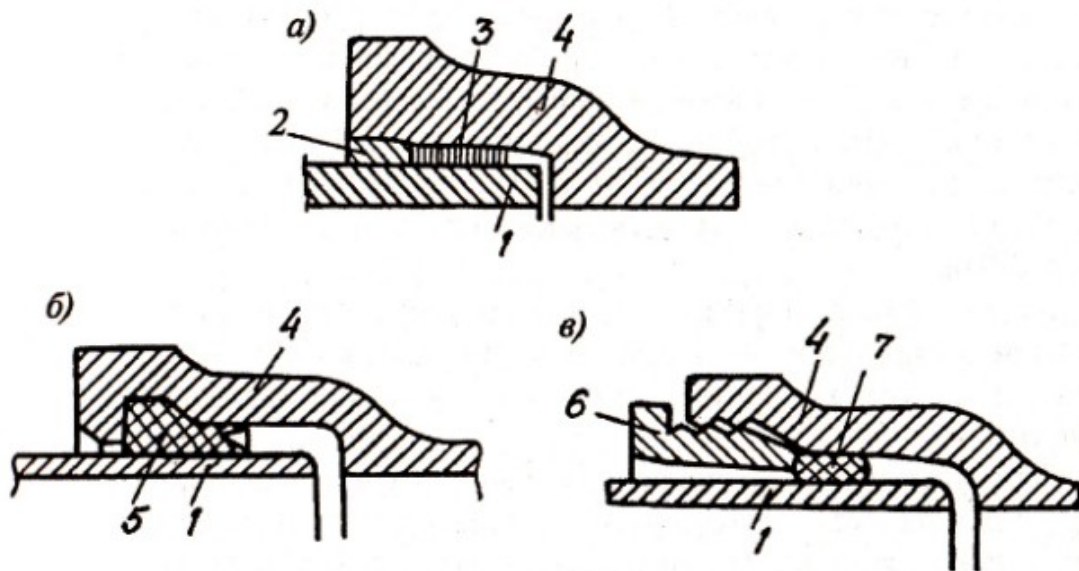
1 Чавунні розтрубні труби, що виготовляються з сірого чавуну методом відцентрового і напівбезперервного лиття діаметрами 65-1000 мм, довжиною 3-10 м.

2 Чавунні напірні труби з розтрубними стиковими з'єднаннями на гумових манжетах і з розтрубно-гвинтовими з'єднаннями на запірних муфтах і гумових кільцях діаметрами 65-300 мм, довжиною 2-6 м.

Залежно від робочого тиску ці труби поділяються на три класи: ЛА (1 МПа), А (1,4 МПа) і Б (1,6 МПа).

1 Чавунні напірні труби з кулястим графітом і стиковими з'єднаннями під гумову ущільнювальну манжету діаметрами 65-600 мм, довжиною 7 м.

2 Чавунні труби з'єднують між собою стиками. На рисунку 1.15, а показаний стик чавунних труб з азбестоцементним закладенням. При такому з'єднанні гладкий кінець однієї труби вставляють у розтруб іншої з заповненням кільцевого простору, що утворився, ущільнювальними матеріалами. Спочатку проводять конопачення кільцевого простору смоляним або бітумізованим пасмом, ущільнюючи спеціальним інструментом, що створює водонепроникність стику; в іншу частину розтруба вводять заповнювач, який надає міцність стику. Як заповнювач застосовують азбестоцемент, свинець та інші матеріали. Кращим заповнювачем є азбестоцемент або свинець (останній застосовується при аварійних роботах). Азбестоцементний заповнювач складається з 30 % (за масою) розпушеного еластичного азбестового волокна і 70 % чистого портландцементу марки не нижче 400 з додаванням 10 ... 12 % (за масою суміші) води. Суміш у розтрубі пошарово ущільнюють карбуванням. Гідравлічне випробування таких з'єднань можна проводити не раніше ніж через 12 ... 24 год. Тому при ремонтних роботах, коли водопровід необхідно відразу ж піддати внутрішньому тиску, як заповнювач застосовують свинець.



а – з азбестоцементним закладенням; б – з гумовою ущільнюючою манжеткою; в – з гвинтовою муфтою та гумовим кільцем; 1 – гладкий кінець труби; 2 – азбестоцементний заповнювач; 3 – смоляне пасмо; 4 – розтруб; 5 – гумова манжета; 6 – упорне кільце з різью; 7 – гумове кільце

Рисунок 1.15

Таке закладення стикового з'єднання чавунних труб досить трудомістке і вимагає високої кваліфікації працівників. Більш індустріальним є розтрубне з'єднання з гумовою ущільнювальною манжетою (рисунок 1.15, б). У цьому випадку стик монтується за способом запресовування. У розтруб встановлюють гумову манжету, гладкий кінець іншої труби покривають графітно-гліцериновим мастилом для зниження монтажних зусиль. Потім за допомогою нескладного пристосування його вводять у розтруб. Таке стикове з'єднання є рівноміцним з трубами, менш трудомістким у монтажі, підвищує герметичність і гнучкість стику і витримує тиск до 4 МПа.

На рисунку 1.15,в показано розтрубно-гвинтове з'єднання з ущільненням гумовим кільцем. Кільце утримується від викочування з розтрубної щілини гвинтовою чавунною або пластмасовою муфтою.

Для улаштування відгалуження, поворотів, переходів і при монтажі вузлів на мережі застосовують різні чавунні фасонні частини: коліна, відводи, трійники, хрести, переходи, випуски, пожежні підставки і т. д. Фасонні частини до чавунних труб

бувають розтрубними, з гладкими і фланцевими кінцями. Останні необхідні для приєднання водопровідної арматури.

Сталеві труби застосовуються для влаштування зовнішніх водопровідних мереж в обмежених кількостях, через необхідність економії металу. Ці труби випускають діаметром від 6 до 1400 мм. Вони витримують найбільші тиски, зручні при монтажі, при їх перевезенні і укладанні немає необхідності в особливих заходах обережності. У той же час застосування сталевих труб вимагає значних витрат на антикорозійний захист. Для влаштування водопровідних мереж застосовують в основному прямошовні, спіральньо-шовні, спіральньо-шовні тонкостінні і водогазопровідні сталеві труби. Довжина цих труб коливається від 4 до 12,5 м, товщина стінок – від 2,5 до 7,5 мм. В останні роки промисловість виготовляє сталеві труби з внутрішнім і зовнішнім пластмасовим і емалевим облицюванням, що дозволяє підвищити їх пропускну спроможність і довговічність.

Сталеві труби з'єднують між собою зварюванням. При монтажі сталевих трубопроводів застосовують гнуті, штамповані і зварні сталеві фасонні частини.

Різну водопровідну арматуру приєднують до сталевих труб за допомогою фланцевих з'єднань. Фланці приварюють до труб. Для ущільнення між фланцями труби і фланцями арматури використовують прокладку з гуми або параніту, яка затискається болтами фланцевого з'єднання.

1.4.2 Трубопровідна арматура водопровідної мережі

На водопровідній мережі встановлюють запірну, регулюючу, запобіжну і водорозбірну арматуру.

Запірна арматура призначена для відключення окремих ділянок мережі при аварії та ремонті, а також служить для регулювання та розподілу витрат води по мережі. До запірної арматури відносять засувки і затвори.

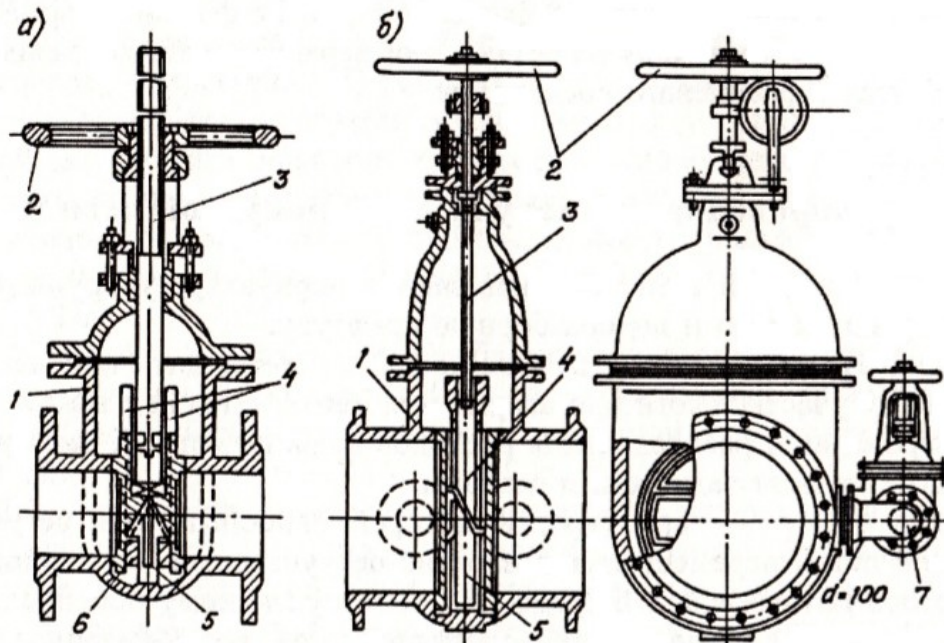
Засувка – арматура, у якій запірний або регулюючий орган переміщується зворотно-поступально перпендикулярно до осі потоку робочого середовища. За конструктивним виконанням вона може бути: паралельною (з запірним або регулюючим органом, у якого ущільнювальні поверхні розташовані

паралельно одна одній); клинковою (з запірним або регулюючим органом, у якого ущільнювальні поверхні розташовані під кутом одна до одної); з висувним шпинделем або штоком (при відкритті і закритті засувки шпиндель або шток робить поступальний чи обертально-поступальний рух); з невисувним шпинделем (при відкритті і закритті засувки шпиндель робить обертальний рух); з ручним, електричним, електромагнітним або гідравлічним приводом.

На рисунку 1.16 показана конструкція паралельних засувок з висувним і невисувним шпинделем з ручним приводом. У цих засувках при обертанні маховика шпиндель піднімає або опускає диски, які відкривають або закривають отвір труби. При опусканні дисків за допомогою упорного клина диски розсуваються і притискаються до гнізд, забезпечуючи щільне закриття засувки. На таких засувках діаметром більше 400 мм для врівноваження тиску по обидва боки запірних дисків влаштовують обвідні лінії малого діаметра із засувками. Такі обвідні лінії називаються байпасами. Крім того, при великих діаметрах засувок їх закривають і відкривають за допомогою гідравлічного або електричного привода.

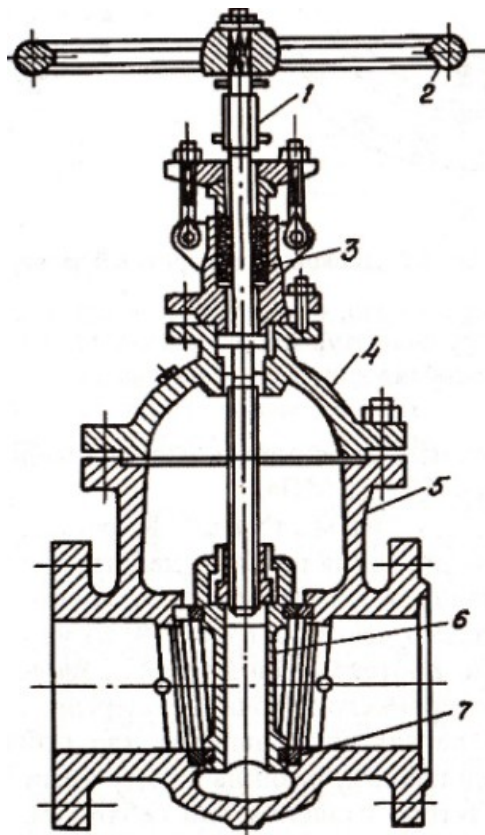
У клинових засувках (рисунки 1.17) живий перетин потоку перекривається круглим клиноподібною формою диском, який переміщається в гнізді між похилими ущільнювальними кільцями корпусу.

Затвор – арматура, у якій запірний орган повертається навколо осі, яка не є його власною віссю. У дисковому поворотному затворі (рисунки 1.18) прохід корпусу перекривається диском, що знаходиться в потоці, шляхом повороту його на 90° відносно осі. Робоче положення затвора – повністю відкритий (у цей час площина диска паралельна потоку рідини) або повністю закритий. Дискові поворотні затвори виготовляють діаметром від 50 до 2400 мм з ручним, електричним і гідравлічним приводом на робочий тиск 0,25 ... 1 МПа.



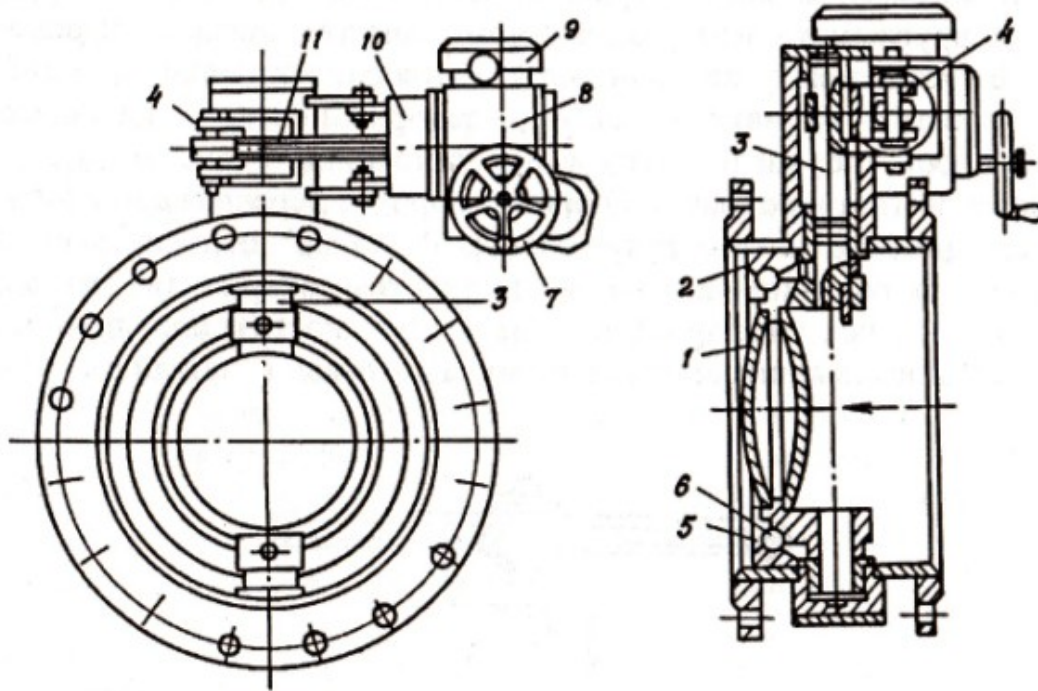
а – з висувним шпинделем; б – з невисувним шпинделем;
 1 – чавунний корпус; 2 – маховик; 3 – шпиндель; 4 – запірні диски;
 5 – упорний клин; 6 – ущільнювальні кільця; 7 – обвідна лінія

Рисунок 1.16



1 – шпиндель; 2 – маховик; 3 – сальник; 4 – кришка; 5 – корпус;
 6 – диск; 7 – ущільнювальні кільця

Рисунок 1.17

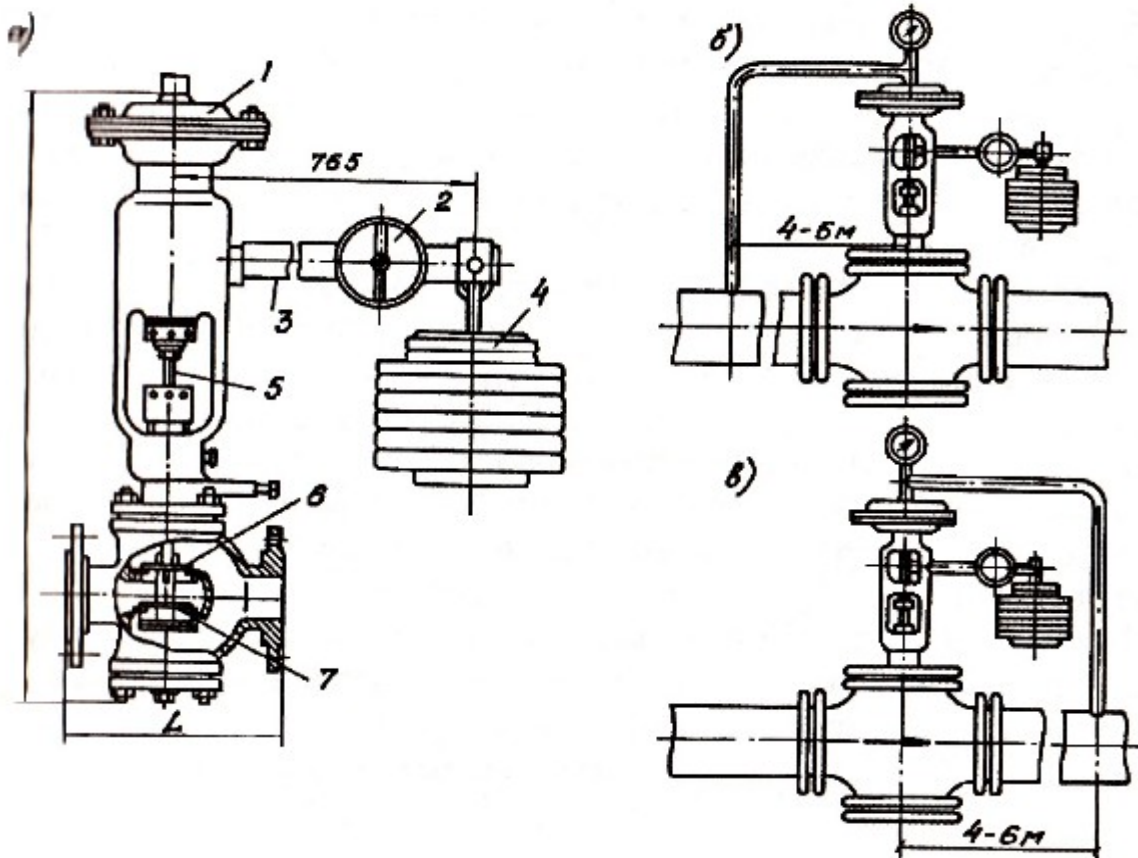


1 – диск; 2 – сідло; 3 – вал; 4 – важіль; 5 – притискне кільце;
 6 – гумове кільце; 7 – ручний штурвал; 8 – електропривод;
 9 – кінцеві вимикачі; 10 – бугельний вузол; 11 – шпindelь

Рисунок 1.18

Регулююча арматура. До регулюючої арматури відносять регулятори тиску прямої дії, а також регулятори тиску на базі поворотних затворів і кільцевих засувок. Регулятори тиску прямої дії (рисунок 1.19,а) управляються енергією води, що протікає в трубопроводі, і не вимагають додаткового стороннього джерела енергії.

По улаштуванню регулятори тиску «до себе» і «після себе» важільного типу однакові, різниця між ними полягає лише в тому, що в регуляторі тиску «до себе» (див. рисунок 1.19,б) двосекційний клапан закривається знизу вгору (при підйманні клапана), а в регуляторі тиску «після себе» (див. рисунок 1.19,в) – згори вниз (при опусканні клапана). Конструкція цих регуляторів є такою: вантаж, мембранний виконавчий механізм і розвантажувальний регулюючий орган – золотник. Вода під робочим тиском подається у вхідний патрубок. Прохідний перетин у цей момент відкрито в регуляторів «після себе» і закрито в регуляторів «до себе» за рахунок дії важеля з вантажем на рухому систему.



а – загальний вигляд; б – схема вмикання клапана тиску «до себе»; в – схема вмикання клапана тиску «після себе»; 1 – головка регулятора; 2, 4 – вантажі; 3 – важіль; 5 – шток; 6, 7 – золотники

Рисунок 1.19

За допомогою імпульсної трубки, що з'єднує водопровід з мембранним виконавчим механізмом, тиск діє на мембрану в бік, зворотний дії вантажу. Якщо зусилля від тиску води на мембрану буде більше або менше від зусилля, що розвивається вантажем, то рухома система почне переміщатися. Це призведе до зміни прохідного перетину в регуляторі і тиску до регулятора і за ним.

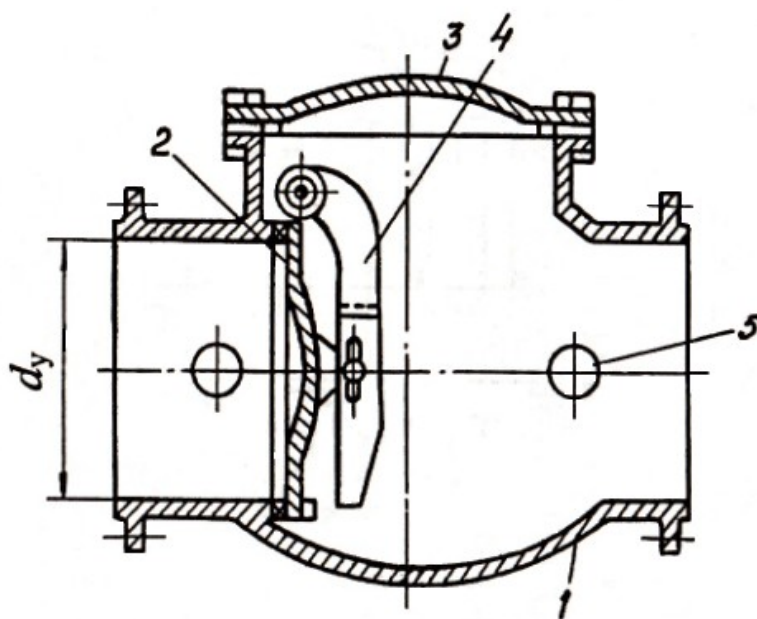
На необхідний тиск регулятор налаштовують підбиранням вантажів і їх розташуванням на важелі, а також вибором головки мембранного виконавчого механізму.

У регуляторі тиску «до себе» імпульсна трубка одним кінцем приєднана до водопроводу до регулятора, а іншим – до діафрагмової головки (див. рисунок 1.19,б). У регуляторі тиску «після себе» імпульсна трубка одним кінцем приєднана до водопроводу за регулятором, а іншим – до діафрагмової головки (див. рисунок 1.19, в).

Запобіжна арматура. До цього виду арматури відносять зворотні клапани, клапани автоматичного дії для впускання й випускання повітря – вантузи, клапани-гасники гідравлічного удару в трубах, випуски і компенсатори.

Зворотні клапани встановлюються на мережах у місцях, де допускається рух води тільки в одному напрямку. Вони використовуються також на напірних лініях біля насосів, на лініях для відключення водонапірних башт і в ряді інших випадків.

На рисунку 1.20 показаний зворотний клапан, що складається з корпусу, тарілки, клапана і кришки. Тарілка клапана шарнірно з'єднана з горловиною корпусу. Під дією руху води тарілка повертається на важелі відносно осі, і вода проходить через клапан. При зворотному русі води тарілка опускається на сідло, щільно притискається до нього тиском води і клапан закривається.

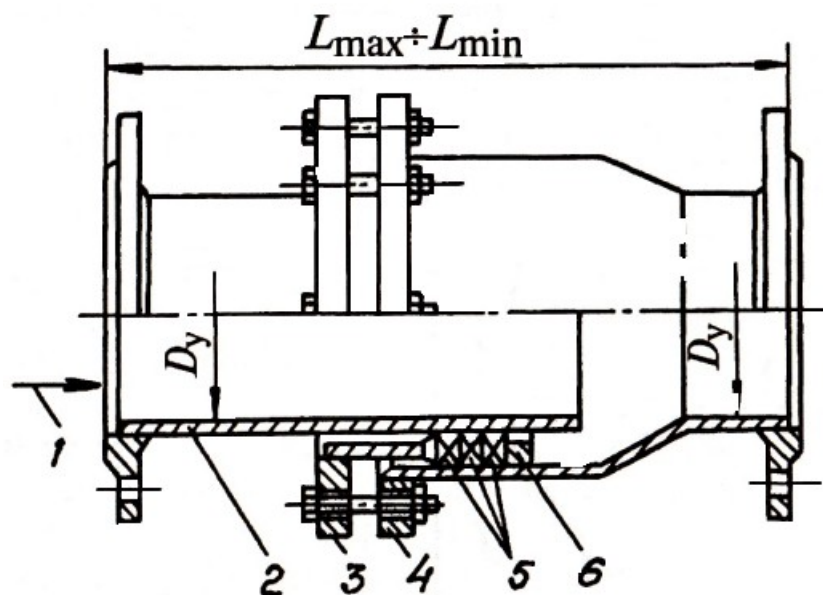


1 – корпус; 2 – тарілка клапана; 3 – кришка; 4 – важіль; 5 – байпас

Рисунок 1.20

Компенсатори встановлюються на водопроводах, стикові з'єднання яких не компенсують осьові переміщення, викликані зміною температури води, повітря або ґрунту. Компенсатори встановлюються на сталевих водогонях у колодязях, каналах,

мостах або естакадах і на стояках водопровідних башт. На рисунку 1.21 показаний зварний компенсатор сальникового типу.



1 – напрямок руху води; 2 – внутрішній патрубок; 3 – натискний фланець; 4 – зовнішній патрубок; 5 – ущільнення; 6 – упорне кільце

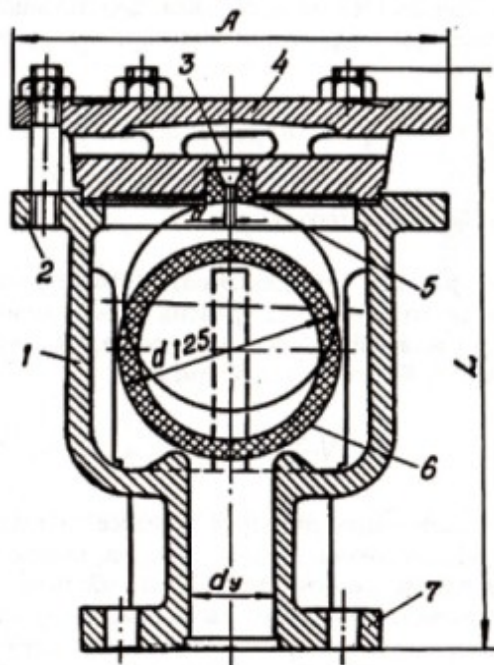
Рисунок 1.21

Вантузи служать для автоматичного випускання повітря, яке накопичується в підвищених точках трубопроводу. Повітряні скупчення викликають додаткові гідравлічні опори і знижують пропускну спроможність трубопроводу. Через вантузи (водовідводи) здійснюється також випускання повітря у великих кількостях при наповненні трубопроводу водою.

У ряді випадків виникає необхідність впускання повітря в трубопровід, якщо в ньому з яких-небудь причин утворюється вакуум, наприклад під час спорожнення трубопроводу, при розриві труб і закінченні води в них, а також при розривах суцільності потоку, що виникають при гідравлічних ударах. У цих випадках поряд з вантузами застосовують іноді спеціальні аераційні клапани, що впускають повітря у великих кількостях.

Найпростіший вантуз зображений на рисунку 1.22. Основною його деталлю є кульовий поплавок, виготовлений з дерева, обтягнутий гумою, або з пластмаси. У робочому положенні поплавок займає своє верхнє положення і закриває повітровипускний отвір. При накопиченні в корпусі вантуза

повітря, що потрапляє в нього з трубопроводу, горизонт води в корпусі знижується, поплавок на короткий час опускається і тим самим відкриває отвір для випускання повітря. Потім поплавок знову спливає і закриває отвір для випускання повітря.



1 – корпус; 2 – фланець корпусу; 3 – повітровипускний отвір;
4 – кришка; 5 – бронзова втулка; 6 – поплавок; 7 – приєднуючий фланець патрубку

Рисунок 1.22

Гасники гідравлічного удару. Гідравлічним ударом у водопроводах називається стрибкоподібне підвищення або зниження напору в ньому при різкій зміні швидкості течії рідини.

Зміна швидкості течії рідини викликається швидким відкриттям або закриттям кранів, засувок, клапанів або раптовим пуском чи зупинкою насосів при постійно відкритій засувці на напірній лінії. Раптове підвищення тиску в трубах, як правило, перевищує робочий і статичний рівні, викликає розрив труб, пошкодження арматури і вимірювальних приладів, порушення герметичності стикових з'єднань та інші ушкодження.

Для оберігання трубопроводів від гідравлічних ударів застосовуються різні способи. Це, по-перше, установлення поблизу насосів на напірних трубопроводах повітряно-гідравлічних ковпаків, тобто ємностей, частково заповнених

повітрям, а частково водою. Для того щоб повітря не розчинялося у воді і не витікало через нещільності в місцях приєднання до трубопроводу, його закачують у футбольні або автомобільні камери (рисунок 1.23). При підвищенні тиску повітря в камерах стискається, тобто відіграє роль амортизаторів, і гідравлічний удар загасає. У багатьох випадках повітряно-гідравлічні ковпаки виходять за розрахунком занадто громіздкими, тому замість них рекомендується на насосних станціях установлювати клапани-гасники ударів.

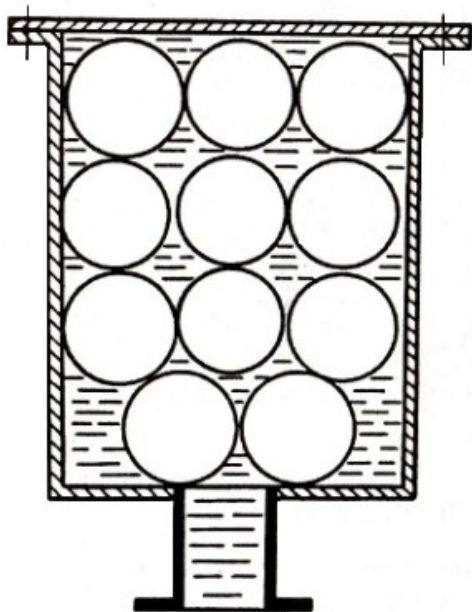
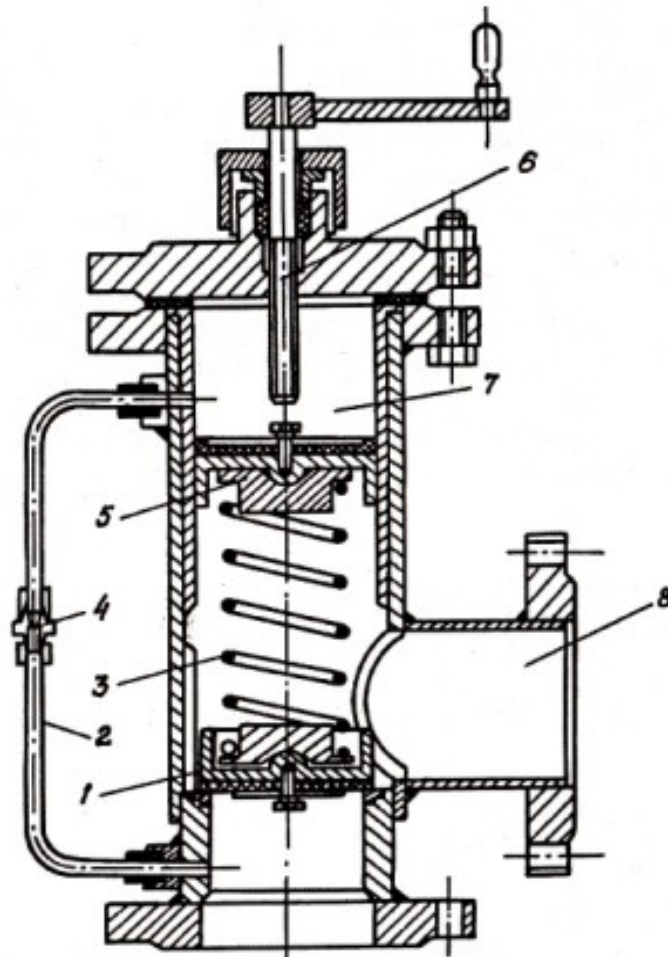


Рисунок 1.23

На рисунку 1.24 зображений поршневий клапан-гасник гідравлічних ударів диференціальної дії. При підвищенні тиску під час гідравлічного удару тарілка клапана підводиться, частина води скидається по відвідному трубопроводу в каналізацію - гідравлічний удар при цьому гаситься. Для того щоб скидання води припинилося і клапан закритися, у нього є імпульсна трубка, у яку вставлена мембрана з отвором діаметром 1-2 мм. Завдяки цій мембрані підвищення тиску з запізненням передається у верхній надпоршневий простір клапана. У цей час через клапан скидається вода. У момент, коли тиск зверху на поршень стане більше, ніж знизу на клапан, відбуваються опускання клапана та перекриття скидного отвору. Це відбувається тому, що площа поршня перевищує площу клапана. Пружина в даному випадку служить тільки для пом'якшення ударів клапана об сідло.



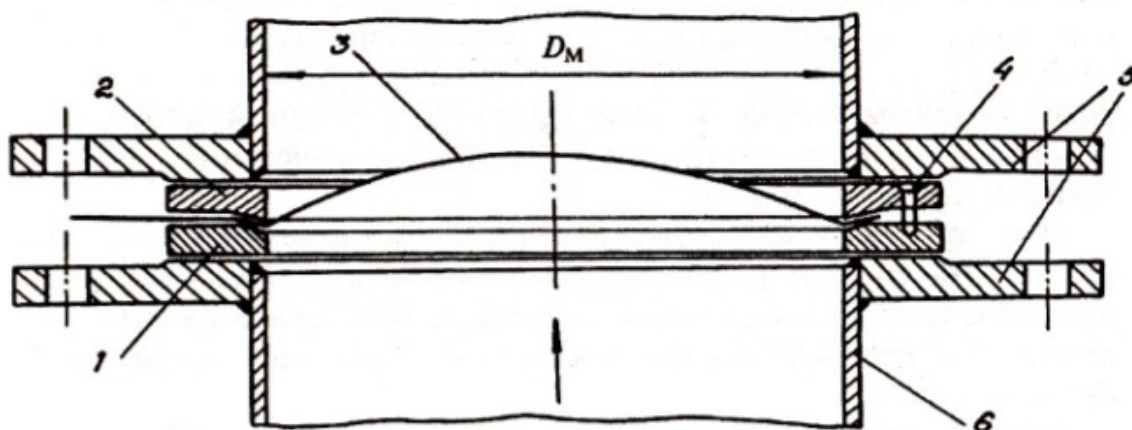
1 – тарільчатий клапан; 2 – імпульсна трубка; 3 – пружина;
 4 – діафрагма; 5 – поршень; 6 – пристрій для зарядки клапана;
 7 – циліндр (надпоршневий простір); 8 – патрубок для скидання
 води

Рисунок 1.24

Для оберігання трубопроводів від руйнування можуть служити також тонколистові мембрани (рисунок 1.25), встановлені на відводі від основного трубопроводу. Вони виготовляються з титанової або сталевих фольги і в момент підвищення тиску до небезпечної межі розриваються, при цьому частина води скидається з трубопроводу і гідравлічний удар загасає. Далі необхідно закрити засувку перед мембраною і замінити її на цілу. Існують автоматичні запірні пристрої, які перекривають скидний трубопровід після розриву мембрани.

Іноді застосовують і інші способи захисту трубопроводів від гідравлічного удару, зокрема впускання повітря в трубопровід у

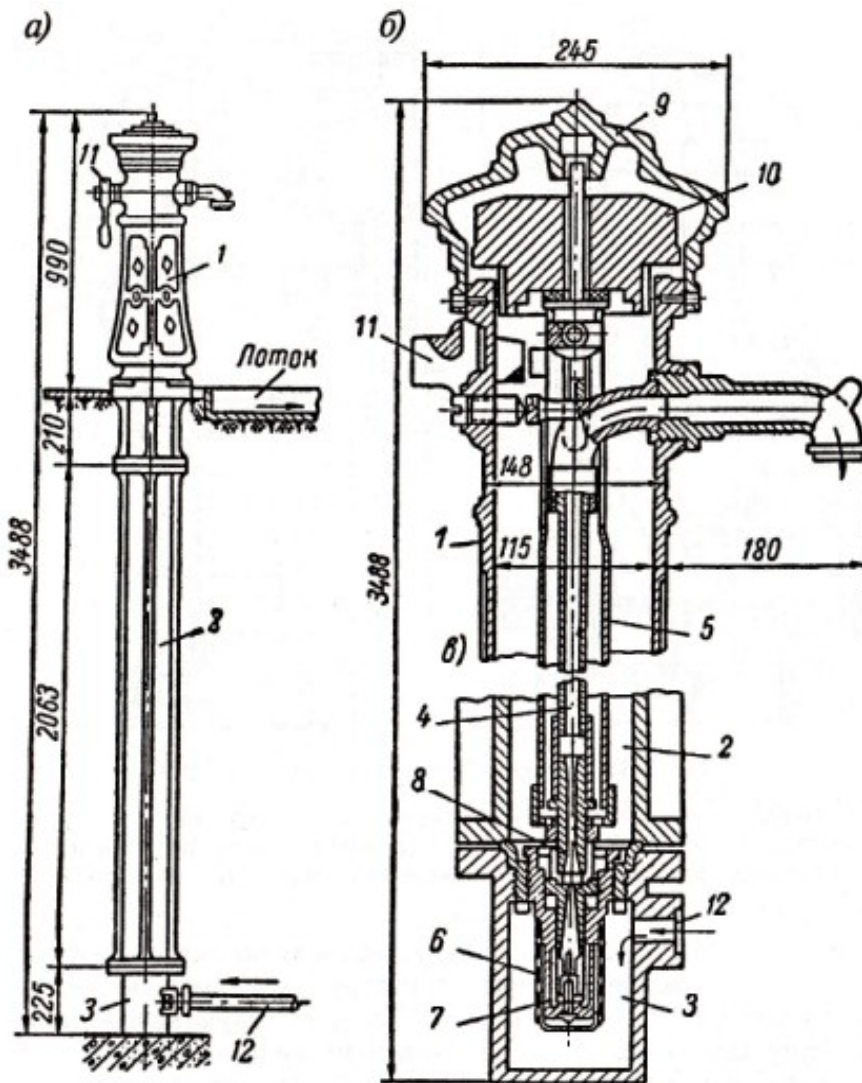
місцях утворення в ньому вакууму (можливий тільки на трубопроводах, що подають технічну воду), пропускання води у зворотному напрямі через насос за відсутності на напірному трубопроводі зворотного клапана, улаштування водяних колон та інших пристроїв, описаних у спеціальній літературі.



1, 2 – притискні кільця; 3 – тонколистова розривна мембрана;
4 – гвинт; 5 – фланці; 6 – відповідний трубопровід

Рисунок 1.25

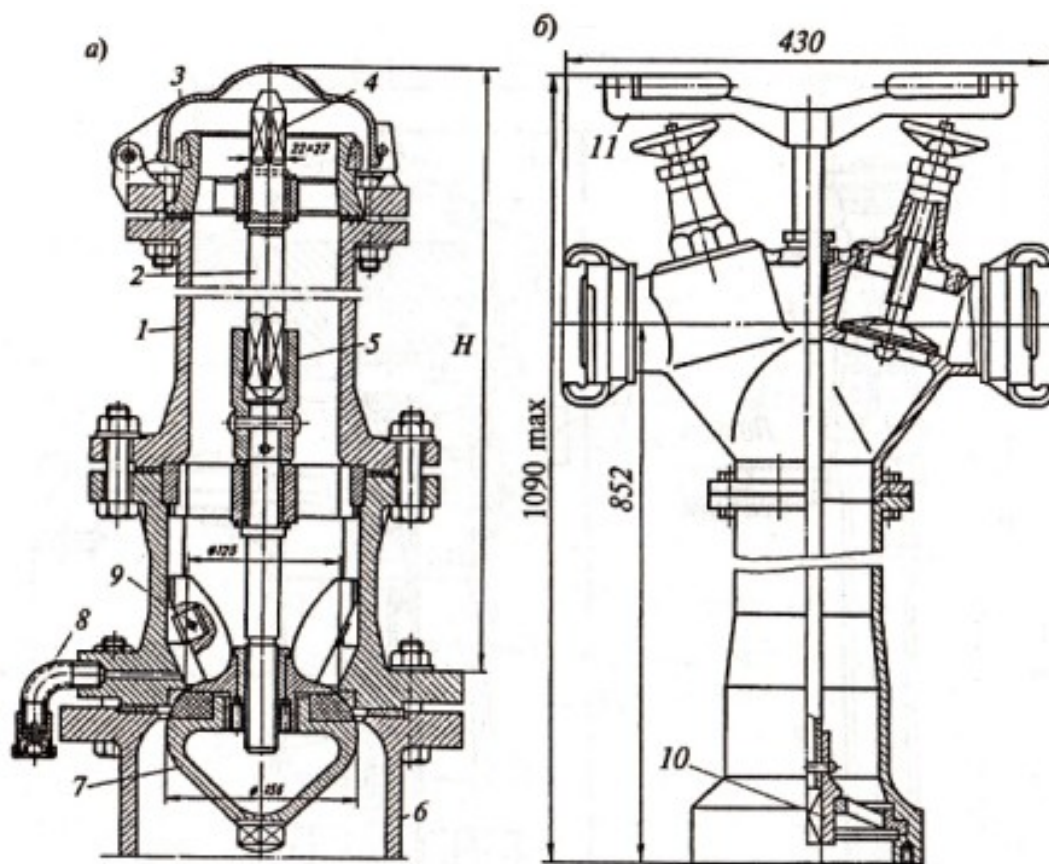
Водорозбірна арматура. До водорозбірної арматури в системах водопостачання відносять вуличні колонки, пожежні гідранти і крани. Водопровідні крани розміщують на внутрішніх водопроводах у житлових і громадських будівлях. У деяких випадках відбір води з зовнішньої мережі проводиться з вуличних водорозбірних колонок (рисунок 1.26). Колонки монтують на підставках без улаштування водопровідних колодязів. При натисканні на рукоятку трубчаста штанга опускається вниз і відтискає пропускний клапан, розташований у нижній частині колонки, вода надходить у трубу подачі і вільно виливається з водорозбірного відростка. Після вимикання колонки вода зливається в нижню частину корпусу і відсмоктується звідти ежектором у трубу, що подає воду при наступному відборі.



а – загальний вигляд; б – деталь верхньої частини; в – деталь нижньої частини; 1 – корпус; 2 – патрубок; 3 – водоприймач; 4 – подавальна труба; 5 – трубкова штанга; 6 – сітка; 7 – клапан; 8 – ежектор; 9 – ковпак; 10 – вантаж; 11 – важіль з рукояткою; 12 – патрубок для приєднання колонки до зовнішньої водопровідної мережі

Рисунок 1.26

Пожежні гідранти встановлюють на зовнішній мережі на відстані не більше 150 м один від одного. Вони бувають двох типів: наземні і підземні. Найбільшого поширення в нашій країні отримали підземні гідранти (рисунок 1.27,а). Їх встановлюють у водопровідному колодязі на пожежній підставці, що являє собою трійник або хрестовину з вертикальним фланцевим відростком. Стовбур гідранта залежно від глибини укладання труб може мати висоту від 1250 до 2250 мм.



а – гідрант; б – стендер; 1 – корпус; 2 – стрижень; 3 – кришка; 4 – чотиригранник; 5 – гайка; 6 – підставка; 7 – клапан; 8 – клапан для випускання води; 9 – повзунок; 10 – головка стендера; 11 – рукоятка

Рисунок 1.27

При використанні гідранта на його верхній кінець з різьбою нагвинчують стендер (рисунок 1.27,б). Обертанням рукоятки стендери через гвинтовий стрижень відкривають або закривають грушоподібний клапан. До відростків стендера приєднують пожежні рукави. Після закриття гідранта вода зі стояка стікає через випускний клапан у колодязь, чим запобігає замерзання води.

У системах залізничного водопостачання використовують також спеціальну водорозбірну арматуру, за допомогою якої виробляють заправку пасажирських вагонів. Таку водорозбірну арматуру встановлюють у міжколійях приймально-відправних колій на відстані 80 м одна від одної. Ця арматура являє собою стояк-трубу, що має на рівні поверхні землі півгайку пожежного типу для приєднання шланга. Стояк приєднують до розвідної мережі за допомогою трійника і засувки, а між засувкою і

стояком встановлюють колодязь з люком. Звичайно за допомогою одного такого пристрою по черзі можна заправити три вагони.

1.4.3 Водонапірні колодязі і камери

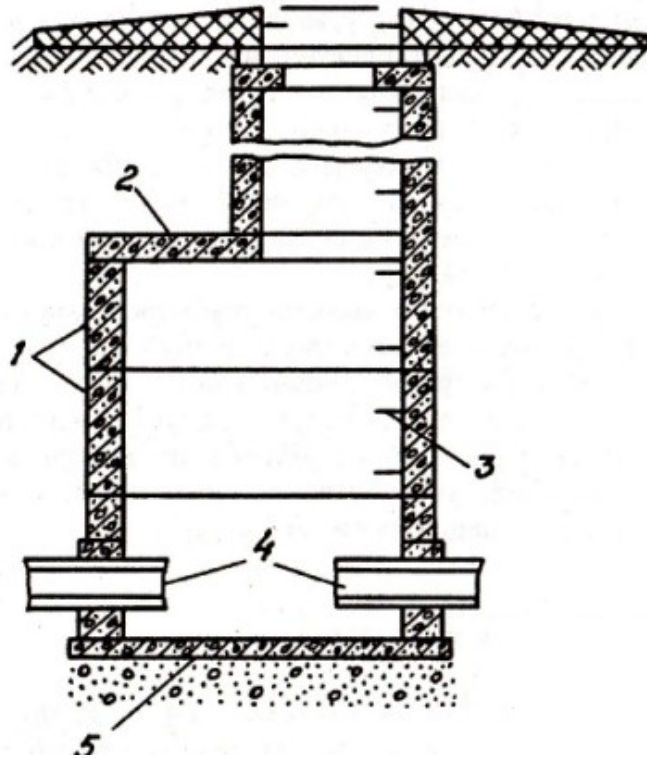
Водопровідні колодязі і камери влаштовують на зовнішній водопровідній мережі для розміщення в них засувок, вантузів, пожежних гідрантів, іншої арматури, а також для приєднання відгалуження і улаштування випускань. Водопровідні колодязі і камери можуть бути круглої і прямокутної форми в плані. Їх розміри встановлюють залежно від діаметра й заглиблення водопроводу, виду монтованого в них обладнання, а також вимог експлуатації.

При будівництві зовнішньої водопровідної мережі колодязі, як правило, монтують із збірного залізобетону. При відповідному обґрунтуванні в окремих випадках допускається влаштування колодязів з місцевих матеріалів (з цегли або монолітного бетону).

Круглі колодязі зі збірного залізобетону (рисунок 1.28) складаються з днища, робочої частини, перекриття і горловини. Робоча частина складається з кілець діаметром 1000, 1500 і 2000 мм. Для перекриття використовують круглі або прямокутні плоскі плити. В окремих випадках колодязі перекривають дорожніми плитами з нішею для люка.

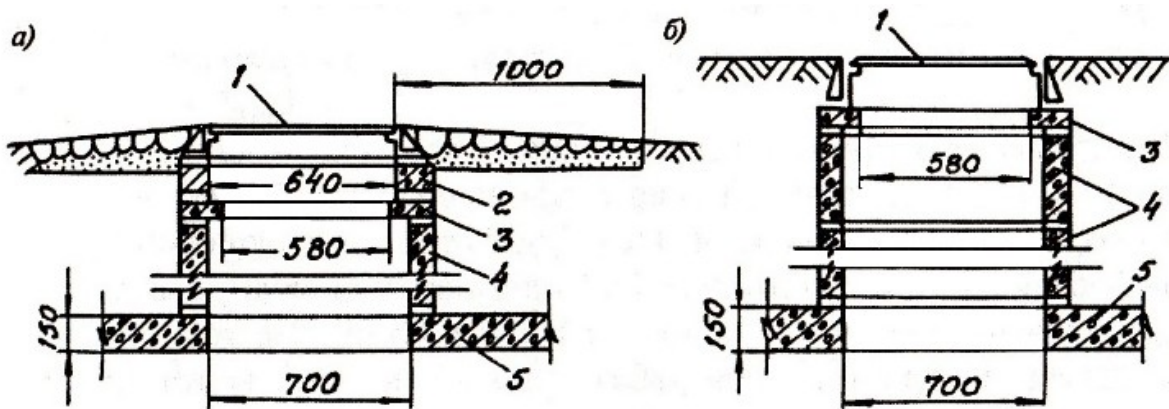
Горловина колодязя складається з кілець висотою 290 і 890 мм діаметром 700 мм і залежно від товщини засипки над перекриттям приймають загальну висоту.

Конструкція горловини колодязів, що влаштовуються поза проїжджою частиною дороги, показана на рисунку 1.29,а, а колодязів, що влаштовуються на проїжджій частині, на рисунку 1.29,б. Для закриття лазів колодязів на горловину горизонтально встановлюють чавунний люк; важкий типу «Т» (для проїжджої частини вулиць) і легкий типу «Л» (для тротуарів і доріг з рухом транспорту обмеженого тоннажу і непроїзних місць). Люки колодязів водопроводів, що прокладаються по незабудованій території, повинні підніматися над поверхнею землі на 20 см.



1 – залізобетонні кільця; 2 – плита перекриття; 3 – скоби;
4 – водогінні труби; 5 – днище

Рисунок 1.28



а – поза проїжджою частиною; б – на проїжджій частині; 1 – люк;
2 – цегляна кладка; 3, 4 – опірне та стінове кільця; 5 – плита перекриття

Рисунок 1.29

Засувки, трійники, хрестовини та іншу фасонну арматуру, розміщувану в колодязях, встановлюють на опорах з монолітного бетону. Закладення труб у стінках колодязів повинне

забезпечувати щільність з'єднання, водонепроникність в умовах мокрих ґрунтів, можливість незалежного опадання стінок.

У мокрих ґрунтах для доброго закладення труб у стінках колодязів встановлюють патрубки зі сталеві труби з зазором 30 мм. Отвір у патрубку з боку зовнішньої поверхні колодязя бетонують. Щілину між трубою і патрубком закладають просмоленим канатом, вихідні отвори щілини закладають азбестоцементом. У щільних сухих ґрунтах допускається закладення труб у стінки колодязів без установлення патрубків.

1.4.4 Прокладка водопровідних ліній через природні та штучні перешкоди

Прокладення зовнішніх трубопроводів через ріки і канали здійснюють у вигляді дюкера. Дюкери прокладають у дві нитки зі сталевих труб під дном річки. По обидва боки дюкерів передбачають колодязі, у яких розташовують засувки, а у верхньому колодязі, крім того, влаштовують вантуз. Сталеві трубопроводи укладають у траншеї, що розробляються в дні водотоку. Для захисту труб від підмиву, просадок та інших зовнішніх впливів глибина закладення від відмітки дна річки до верхньої твірної трубопроводу повинна бути не менше 0,5 м при прокладенні його під річками, каналами, протоками та іншими водотоками і не менше 1 м при прокладенні під судноплавними руслами. Відстань між лініями дюкера приймають дещо меншим порівняно з діаметром прилеглих ділянок, що запобігає засміченню трубопроводу, оскільки швидкість течії в ньому зростає.

Перетин водопроводами балок, ярів, каналів або річок з крутими берегами або невеликої ширини доцільно виконувати у вигляді акведуків. Їх влаштовують найчастіше за типом мостів балкової або підкосноригельної системи.

Відповідно до діючих правил всі перетини водопроводами залізничних колій на залізницях I, II і III категорій, на перегонах головних і приймально-відправних станцій влаштовують у футлярах (кожухах) (рисунки 1.30). Захисні футляри обов'язкові також при перетині автомобільних доріг I і II категорій. Під іншими залізничними коліями та автодорогами водопроводи допускається укладати зі сталевих труб без футлярів. Перетин

водопроводами тіла залізничних насипів не допускається. Переходи необхідно розташовувати в місцях з мінімальною кількістю шляхів, як правило, поза місцями розташування стрілочних переводів, з'їздів і перехресних перетинів, не ближче 10 м від фундаментів штучних споруд. Не допускається перетинання електрифікованих залізничних колій під стрілками і хрестовинами, а також у місцях приєднання до рейок відсмоктувальних кабелів. Перетини повинні знаходитися від зазначених місць, а також від опор контактної мережі не менше 10 м.

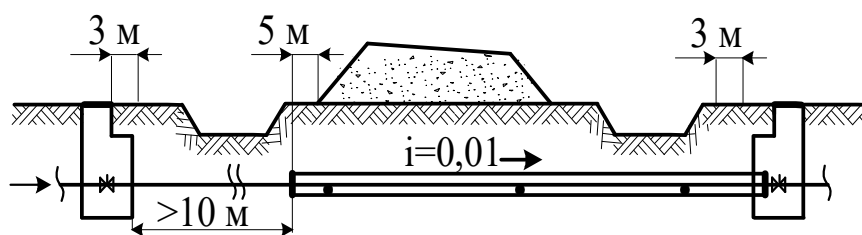


Рисунок 1.30

Футляр укладають з уклоном не менше 0,001, що забезпечує стік води. Верховий кінець його після пропускання робочих труб зашпаровують, а низовий виводять в оглядовий колодязь і залишають відкритим. Між футляром і робочою трубою залишається зазор, за яким у разі прориву робочої труби вода надходить у колодязь.

Глибина закладення верху футляра від подошви рейки залізничної колії або від покриття автомобільної дороги повинна бути не менше: 1 м при відкритому способі здійснення робіт з укладання футляра; 1,5 м при здійсненні робіт з улаштування футляра методом продавлювання, горизонтального буріння або щитової проходки; 2, 5 м – при проколі.

Для розміщення у футлярах робочих трубопроводів застосовують різні конструкції опор: повзункові, роликові й лоткові.

В окремих випадках переходи водопроводами через автомобільні дороги і залізниці можна виконувати по естакадах. Для улаштування естакад використовують індустріальні конструкції. Переходи над залізничними шляхами по естакадах повинні бути у вигляді залізобетонних пішохідних мостів. При прокладанні водопроводів по естакадах труби поміщають у футляр, заповнений теплоізоляційним матеріалом.

1.4.5 Випробування і приймання в експлуатацію систем водопостачання

Випробування систем проводять після закінчення монтажних робіт. При прийманні систем перевіряють справність водорозбірної арматури, змивних пристроїв, запірної арматури. Приймання починають з зовнішнього огляду та випробування системи.

Випробування системи на герметичність проводять до закладення трубопроводів (при прихованому прокладанні) і до накладання ізоляції.

Гідравлічне випробування системи холодного і протипожежного водопостачання проводять тиском, що дорівнює робочому тиску плюс 0,5 МПа, але не більше 1 МПа при тривалості випробування 10 хв. Протягом цього часу тиск у трубопроводах не повинен знижуватися більш ніж на 0,05 МПа. Випробування систем оформляють актами.

При прийманні монтажних робіт пред'являють таку документацію:

- 1) креслення та документи погоджень на додаткові роботи і зміни, допущені при монтажі;
- 2) акти прийняття захованих робіт;
- 3) паспорти обладнання та акти випробувань монтажних деталей і конструкцій;
- 4) акти випробувань на тиск і ефективність дії систем.

У процесі приймання перевіряють відповідність виконаних робіт затвердженому проекту, міцність кріплень і правильність ухилів, відсутність витоків через з'єднання, арматуру і змивні пристрої. Перевіряють ефективність дії окремих установок і обладнання (насосів, баків, автоматичних пристроїв, пожежних кранів тощо).

Після приймання кожної системи складають акти, у яких вказують всі відмічені відхилення від затвердженого проекту, результати випробування систем, характеристику робочого стану обладнання та установок (насосів, електродвигунів і т. п.), якість виконаних монтажних робіт, перелік дефектів, недоробок і неполадок з зазначенням термінів їх усунення.

Випробування і приймання насосних установок проводять у процесі обкатки підшипників, п'ят, сальників і інших елементів до постійної температури (не вище 80°C). Результати обкатних випробувань оформляють актом.

Водопровідні вводи піддають гідравлічному або пневматичному випробуванню шляхом доведення тиску на 0,05 МПа вище робочого. Після випробування вводи промивають чистою водою зі швидкістю течії 2-3 м/с, після чого їх піддають знезараженню.

1.4.6 Резервуари на мережах водопостачання

На мережах водопостачання для зберігання аварійного, протипожежного та регулюючого запасів води будуються водонапірні резервуари: водонапірні башти, наземні і пневматичні резервуари. На залізничному транспорті найчастіше будуються водонапірні башти на роздільних пунктах і пневморезервуари в окремих будинках і на об'єктах.

Водонапірні башти Шухова є досконалою конструкцією, яка діє в автоматичному режимі під перепадом тиску у водопостачальній мережі. Схема руху води у вежі наведена на рисунку 1.31,а,б.

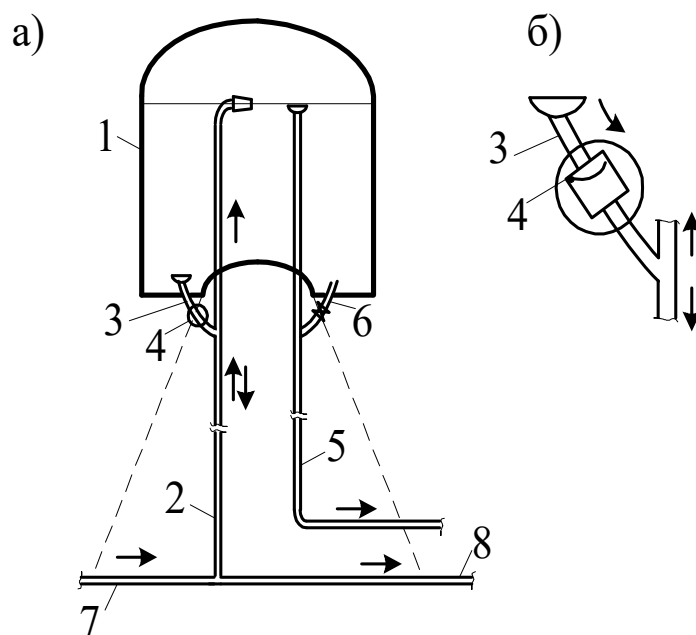


Рисунок 1.31

У водонапірний бак 1, який розташовується на башті Шухова, вода надходить по трубі 2, якщо напір у трубопроводах 7 (від насоса) і 8 (до споживачів) перевищує висоту розташування бака, що відбувається в години малого водорозбору. По трубі 3 зі зворотним клапаном 4 і трубі 2 вода надходить з бака в мережу, якщо напір у трубопроводах 7 і 8 менше за висоту розташування бака, що відбувається в години максимального водорозбору.

Для запобігання переповнення бака встановлена переливна труба 5 з грязьовим відростком 6.

Аналогічну конструкцію мають і наземні резервуари, які встановлюються на підвищених елементах рельєфу.

Пневмобаки діють за принципом витискування води стиснутим повітрям.

Резервуари розраховуються за висотою розташування та об'ємом.

Висота розташування визначається за формулою

$$H_B = H_{\text{потр.}} + h_B, \quad (1.23)$$

де $H_{\text{потр.}}$ – потрібний напір у мережі;

h_B – висота бака.

Об'єм резервуара

$$W = W_a + W_n + W_p, \quad (1.24)$$

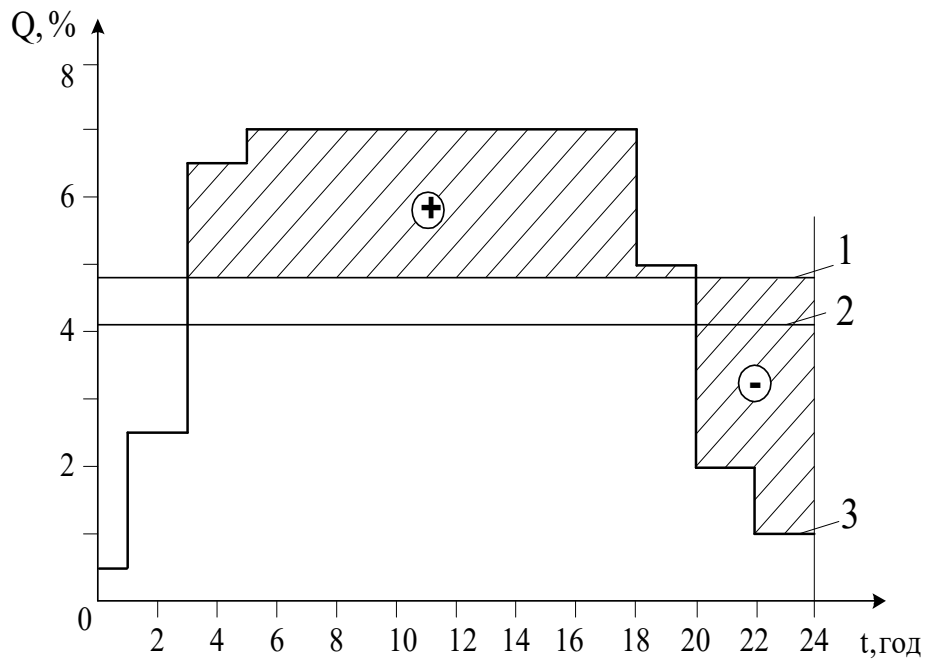
де W_a – аварійний об'єм;

W_n – протипожежний об'єм;

W_p – регулюючий об'єм.

Аварійний і протипожежний об'єми обумовлюються СНіПом і нормативними документами, а регулюючий об'єм розраховується. Розрахунок виконується порівнянням подачі і споживання води по кожній годині доби. Попередньо регулюючий об'єм визначається графічно за ступінчастим або інтегральним графіками, на яких порівнюються два варіанти подачі води насосною станцією і вибирається той, при якому об'єм бака менший.

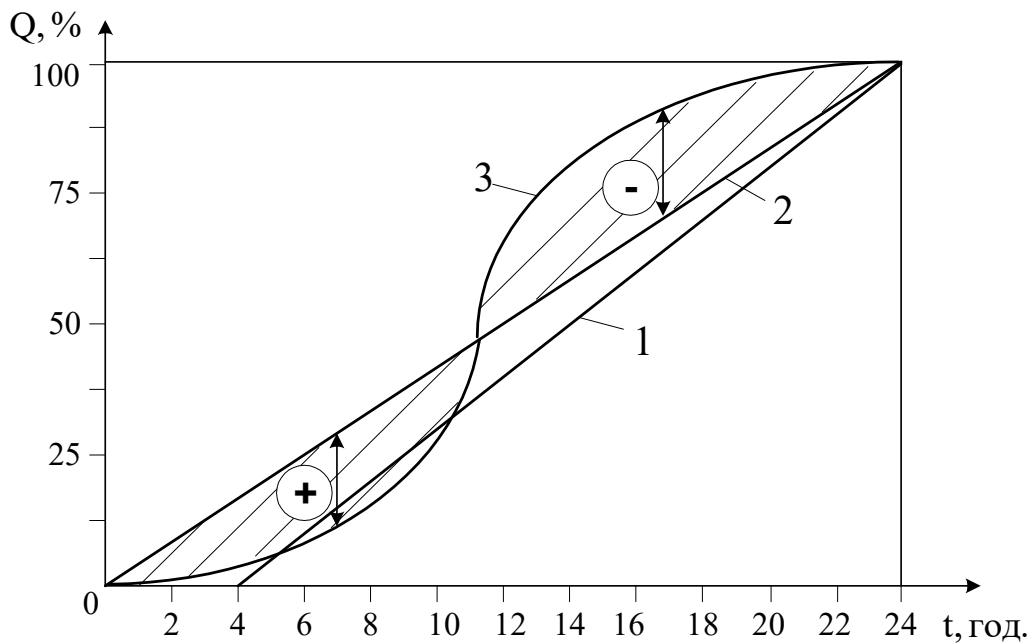
За ступінчастим графіком (рисунок 1.32) об'єм бака, %, Q дорівнює більшій площі надходження води в бак або витрати з бака.



1 – ступінчаста подача 20 годин на добу; 2 – рівномірна подача 24 години на добу; 3 – споживання води; (+) – подача в бак; (-) – витрата з бака

Рисунок 1.32

За інтегральним графіком (рисунок 1.33) об'єм бака, %, Q дорівнює сумі найбільших відхилень (+) і (-) графіків подачі і споживання води.



1 – ступінчаста подача; 2 – рівномірна подача; 3 – споживання

Рисунок 1.33

Графічно вибирається досконаліший варіант роботи насосної станції, за меншим об'ємом бака, а потім аналітично в табличній формі виконується остаточний розрахунок вибраного варіанта (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

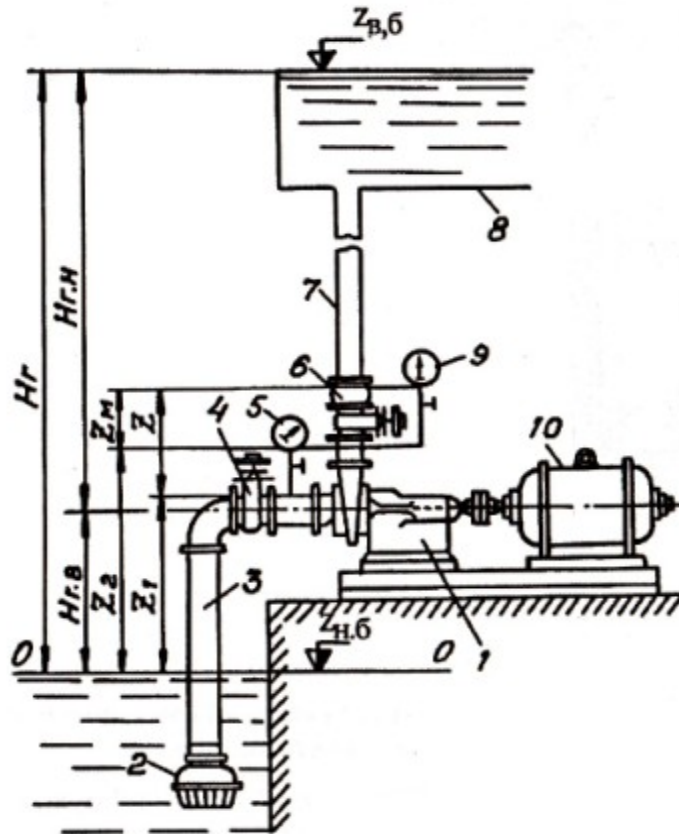
Годин и	Подача $Q, \%$	Споживання $Q, \%$	У бак $Q, \%$	Із бака $Q, \%$	Залишо к $Q, \%$
0-1	5	1	4	-	
1-2					
-	-	-	-	-	-
22-23	-	1	-	1	
23-24					

Об'єм бака визначається за найбільшим залишком води в баці.

1.4.7 Насоси і насосні станції

Насосами називаються машини, призначені для перекачування рідини. За допомогою насосів можна піднімати рідину на визначену висоту, транспортувати її на необхідну відстань, змушувати циркулювати її в замкнутій системі.

Незалежно від виконуваних функцій, насос є складовою частиною будь-якої насосної установки, схема якої в загальному вигляді зображена на рисунку 1.34. У насосній установці рідина з приймального резервуара по всмоктуючому трубопроводу надходить у насос і далі нагнітається по напірному трубопроводу в інший резервуар, водонапірну башту або у водопровідну мережу. У нижній частині всмоктувальної трубопроводу розташована сітка, що оберігає насос від потрапляння твердих предметів, а також може бути приймальний клапан, якщо заливка насоса перед пуском його в роботу здійснюється з напірної лінії. У тих випадках, коли насос встановлений «під залив» або з'єднаний зі всмоктувальними трубопроводами інших насосів, на всмоктувальному трубопроводі встановлюють засувку.



1 – насос; 2 – приймальний клапан з сіткою; 3 – всмоктувальний трубопровід; 4 – засувка; 5 – вакууметр; 6 – зворотний клапан; 7 – напірний трубопровід; 8 – резервуар; 9 – витратомір; 10 – двигун

Рисунок 1.34

Робота насосної установки характеризується подачею, напором, потужністю і коефіцієнтом корисної дії.

Подача насоса Q являє собою обсяг рідини, що подається в одиницю часу через напірний патрубок. Одиниці вимірювання – л/с, м³/с, м³/год. Іноді її називають витратою рідини.

Напір насоса H являє собою різницю питомих енергій потоку рідини у вихідному і вхідному патрубках насоса. Напір виражають у метрах водяного стовпа.

Потужність насоса N , кВт, визначається роботою насоса, що здійснюється ним при підйманні рідини в одиницю часу на висоту H .

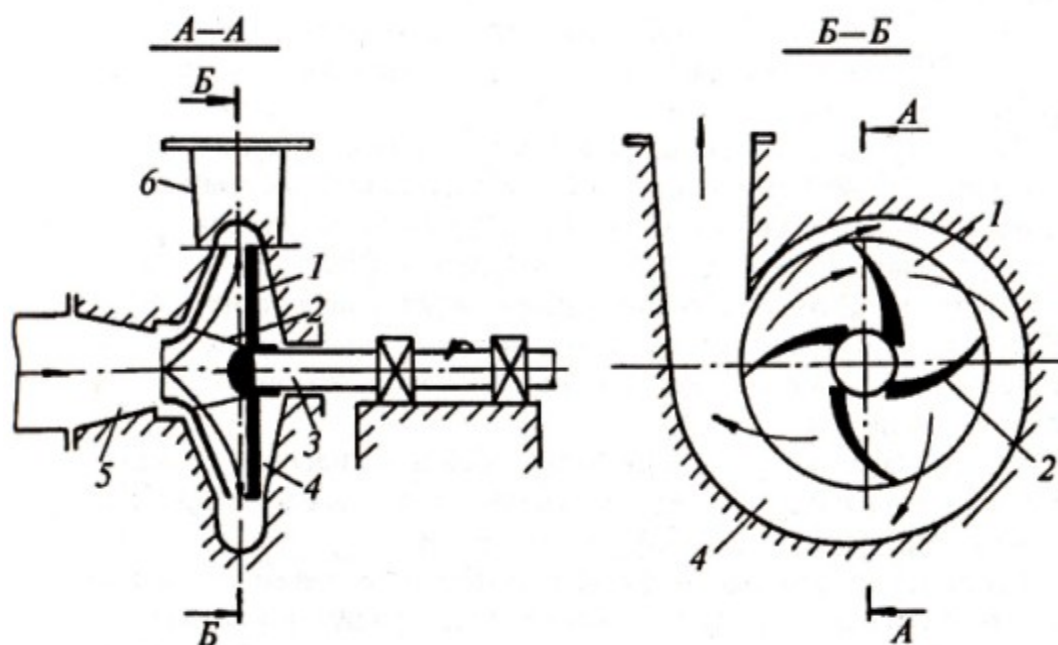
Повним коефіцієнтом корисної дії насоса η називають відношення корисної потужності насоса до споживаної потужності. Повний коефіцієнт корисної дії насоса залежить від

досконалості конструкції насоса. Сучасні великі насоси мають коефіцієнт корисної дії 0,80-0,92, а малі насоси – 0,45-0,75.

Насоси поділяються на об'ємні і динамічні. Перекачування води насосами здійснюється внаслідок перепаду тиску на поверхні джерела води і в робочій камері насоса.

В об'ємних насосах перепад досягається зміною об'єму робочої камери, а в динамічних – при обертанні робочого колеса, пропелера або турбіни.

Відцентрові насоси зображені на рисунку 1.35. Основним робочим органом відцентрового насоса є робоче колесо 1 з криволінійними лопатями 2, насаджене на вал 3 і розташоване в корпусі 4. Вода надходить у насос через всмоктувальний патрубок 5 до центральної частини робочого колеса і викидається з нього в спіральну камеру і далі в напірний патрубок 6.



1 – робоче колесо; 2 – лопаті; 3 – вал; 4 – корпус; 5 – всмоктувальний патрубок; 6 – напірний патрубок

Рисунок 1.35

При обертанні робочого колеса частинки води рухаються по лопатях від центра камери на периферію, при цьому внаслідок збільшення швидкості в центрі утворюється вакуум (рівняння Бернуллі) і вода під дією атмосферного тиску потрапляє в центр робочої камери, а потім у нагнітальний патрубок. З принципу дії

відцентрового насоса видно і його недолік – висота всмоктування обмежується вакуумом у робочій камері (4-6 м). Тому при запуску відцентрових насосів великої потужності попередньо вмикають вакуум-насос і насос для подавання мастила в підшипники, і лише потім – сам насос. Процес пуску триває 30-40 хв, тому насоси на насосних станціях працюють безупинно 20-22 год на добу, а для згладжування невідповідності подачі і споживання води передбачається регулюючий об’єм водонапірних резервуарів, про що було сказано в п. 1.4.6.

Параметри відцентрових насосів (витрата, напір, висота допустимого вакууму, потужність і ККД) виражаються графічно відповідними кривими, які називаються “характеристики насоса” (рисунок 1.36).

При роботі насоса на водопровідну мережу для визначення дійсних параметрів насоса потрібно мати також характеристику мережі, координати якої обчислюються за формулою

$$H = H_{\Gamma} + \sum_1^n h_{\text{в}}, \quad (1.25)$$

де H_{Γ} – геометрична висота подачі води – різниця відміток рівнів води в резервуарі і джерелі;

$\sum_1^n h_{\text{в}}$ – сума втрат напору в мережі.

Для обчислення координат беруть ряд витрат у межах подачі насоса і визначають відповідні напори. За отриманими координатами будують графік характеристики трубопроводу (парабола) на характеристиці насоса до перетину кривих $H = f(Q)$. Точка перетину називається “робочою” (рисунок 1.36) і характеризує дійсні параметри насоса.

На насосних станціях насоси з’єднуються послідовно або паралельно, при цьому загальна характеристика послідовно з’єднаних насосів будується подвоєнням напорів для кожної витрати, а паралельно з’єднаних – подвоєнням витрат для кожного напору (рисунок 1.36).

На водопостачальних мережах насоси встановлюються на насосних станціях, які поділяються:

- на насосні станції першого підіймання – подають воду з водозабірної споруди на станцію поліпшення якості;

- насосні станції другого підймання – подають воду з резервуара чистої води у водогін;
- підвищуючі станції висотних будинків;
- насосні станції оборотних систем промислового водопостачання.

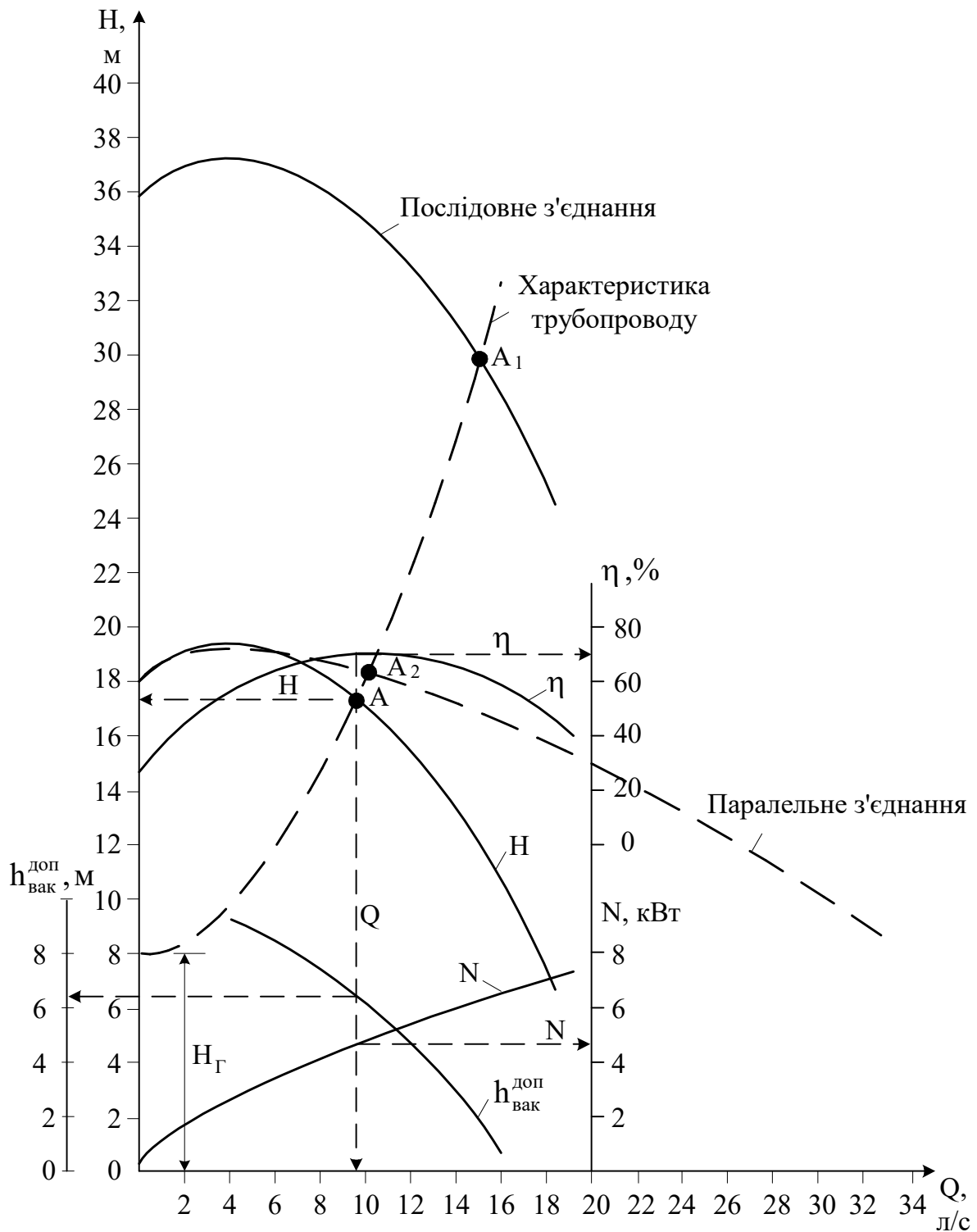


Рисунок 1.36

За надійністю роботи насосні станції поділяються на три категорії:

- 1) перерва в роботі станції не допускається;
- 2) допускається перерва на час пуску резервного насоса (≈ 30 хв);
- 3) допускається перерва на час ліквідації аварії.

Подача насосної станції першого підймання розраховується за формулою, $\text{м}^3/\text{год}$,

$$Q = \frac{\alpha \cdot Q_{\text{max.доб.}}}{T}, \quad (1.26)$$

де α – коефіцієнт, який ураховує витрату на потреби станції ($1,03 \div 1,1$);

$Q_{\text{max.доб.}}$ – максимальна добова витрата, м^3 ;

T – час роботи станції (20-22 год).

Насосні станції обладнуються насосними агрегатами, всмоктувальними та напірними трубопроводами, вакуум-насосами, насосами для подачі мастила в підшипники, контрольно-вимірювальною апаратурою, відповідною арматурою, підйомно-транспортними засобами тощо. На станціях повинні бути відповідні приміщення для персоналу і майстерні. Розташування приміщень та обладнання виконується відповідно до вимог СНіПу.

1.4.8 Джерела водопостачання і водозабірні споруди

Джерела водопостачання поділяються на поверхневі (річки, озера, моря, штучні водойми) і підземні (грунтові та міжпластові води, джерела).

Поверхневі води водойм України забруднені різноманітними сполуками, у тому числі і токсичними, а тому потребують очищення на станціях поліпшення якості води.

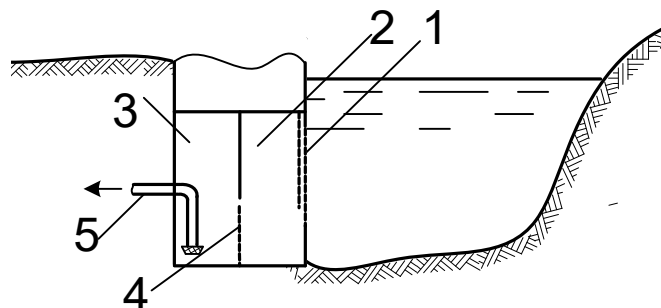
Підземні води менш забруднені, але сильно мінералізовані.

Основними показниками при виборі джерела є: кількість і якість води, відстань до нього, складність побудови споруд тощо.

Поверхневі джерела. Найчастіше використовуються річки та водосховища на них.

Водозабірні споруди на поверхневих джерелах бувають берегового і руслового типу.

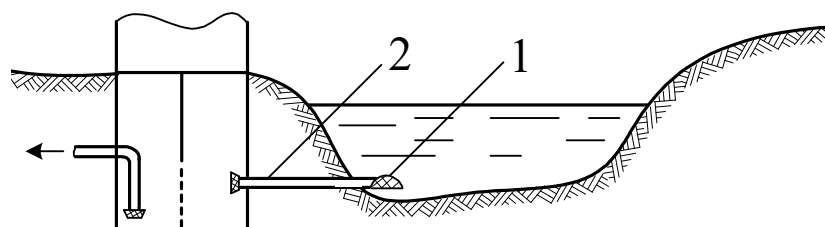
Берегові водозабори будуються тоді, коли берег річки стрімкий і стійкий (рисунок 1.37).



1 – водоприймальні вікна з решітками; 2 – приймальна камера;
3 – всмоктувальна камера; 4 – сітка; 5 – всмоктувальна труба насоса

Рисунок 1.37

Руслові водозабори будуються при пологих і нестійких берегах (рисунок 1.38).

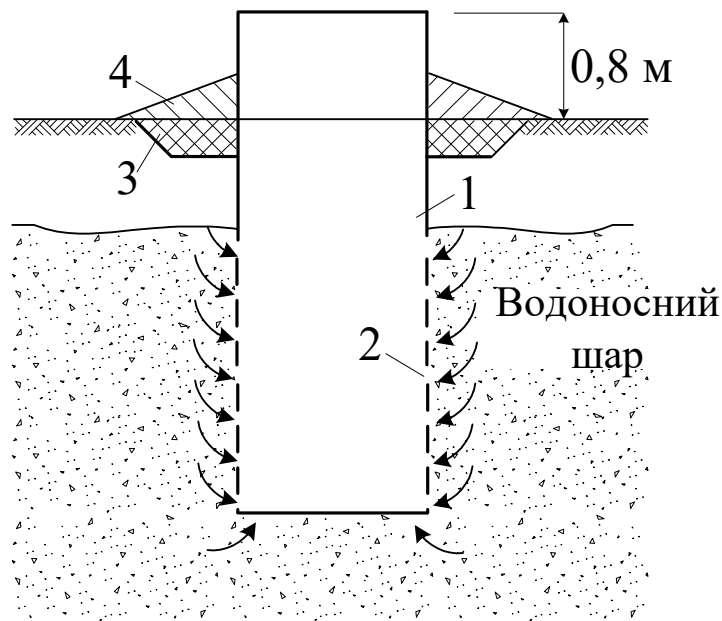


1 – оголовок; 2 – самобіжні трубопроводи (2 лінії)

Рисунок 1.38

Інколи водозабірні споруди і насосні станції першого підймання поєднують в одній споруді.

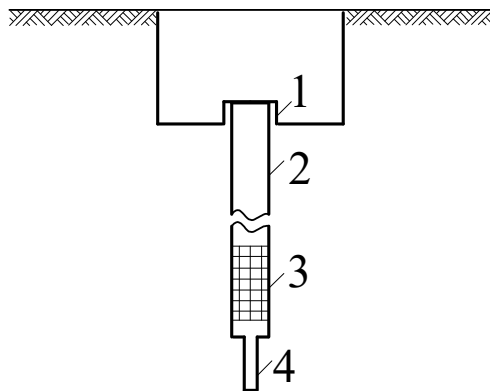
Підземні джерела. На підземних джерелах влаштовують шахтові колодязі та свердловини. Шахові колодязі споруджуються для забору води з глибин до 30 м, хоч інколи будують і більш глибокі споруди (рисунок 1.39).



1 – ствол колодязя; 2 – фільтр; 3 – глиняний замок;
4 – вимощення

Рисунок 1.39

Свердловини споруджуються для забору води з глибинних водоносних шарів і можуть досягати сотень метрів глибини (рисунок 1.40).



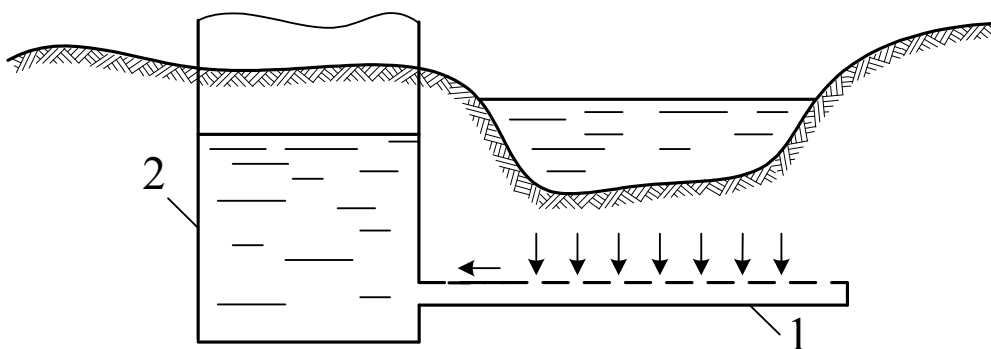
1 – устя свердловини; 2 – ствол; 3 – фільтр; 4 – відстійник

Рисунок 1.40

Приплив води (дебіт) до водозабору розраховується за формулами гідравліки.

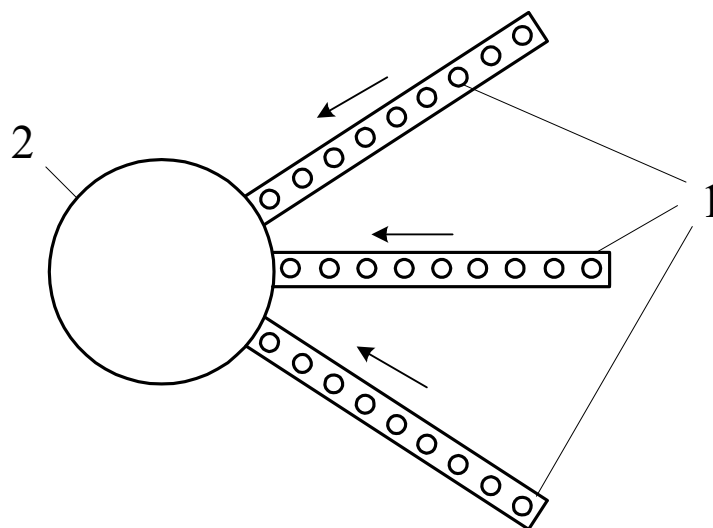
Спеціальні водозабори. Водозабори спеціального типу влаштовуються на мілководних річках – *інфільтраційні*

водозабори, у які вода потрапляє крізь шар ґрунту на дні (рисунок 1.41); на річках з великим коливанням рівнів води – плавучі водозабори, які влаштовуються на понтонах; на водоносних шарах малої водності – горизонтальні та променеві водозабори, які збирають ґрунтові води з великої площі в один колодязь (рисунок 1.42); на підземних джерелах, які виливаються на поверхню землі – каптаж джерел (рисунок 1.43).



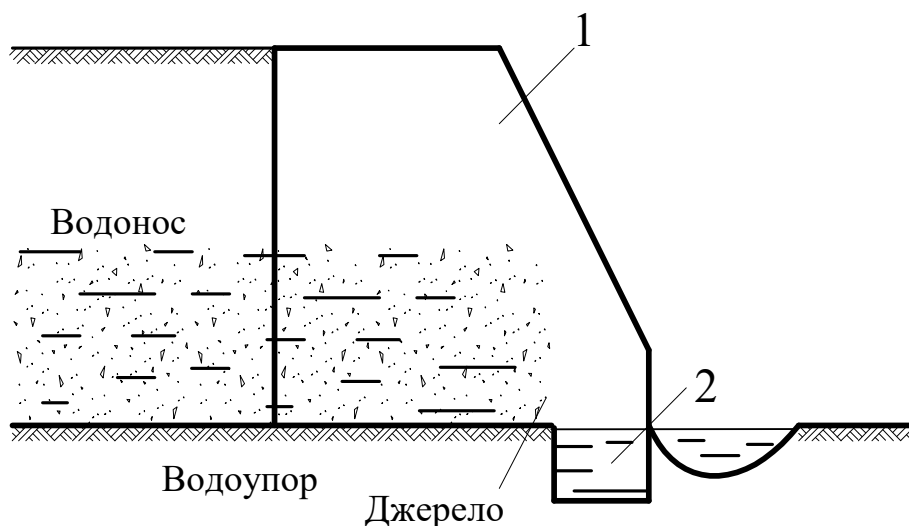
1 – водозбірні труби з отворами; 2 – водозбірний колодязь

Рисунок 1.41



1 – водозбірні труби з отворами; 2 – водозбірний колодязь

Рисунок 1.42



1 – каптажна камера; 2 – водозбірний лоток

Рисунок 1.43

Всі джерела, водозабірні й інші споруди на них охороняються, для чого влаштовуються три зони охорони:

1-ша зона – зона суворого режиму (≈ 100 м навколо споруд) обгороджується та охороняється спецпідрозділом МВС;

2-га зона – зона заборони будь-якого будівництва, що може порушувати гідрологічний режим джерела або якість води в ньому (межа зони проходить по ближчих водорозділах);

3-тя зона – зона спостережень, яка охоплює басейн живлення джерела.

1.4.9 Поліпшення якості води

Різні споживачі води ставлять свої вимоги щодо якості води. Так, наприклад, вода на питні потреби повинна відповідати вимогам ГОСТу “Питна вода”.

Показники якості води

Показники якості води у джерелі поділяють на три групи: фізичні, хімічні та біологічні.

Фізичні показники: температура, вміст завислих речовин (прозорість), цвітність, запахи і присмаки.

Різні споживачі ставлять свої **вимоги до фізичних показників**, так, для питної води температура повинна бути

7-10°C; прозорість <1,5 мг/л; цвітність не більше 20° в умовних градусах; запахи і присмаки 2 бали за п'ятибальною шкалою.

Кожний показник, окрім запахів, присмаків, вимірюється відповідними приладами: **температура** – термометрами; **прозорість** – фотоелектрокалориметрами-нефелометрами (ФЕК-Н) або візуально “по хресту” і “по шрифту” (хрест або спеціальний текст повинні бути видимими на дні прозорої ємності глибиною відповідно 300 і 30 см); **цвітність** – спеціальною шкалою, імітуючою різкий ступінь забарвлення; **запахи і присмаки** визначаються органолептично (дегустацією).

Хімічні показники: іонний склад, жорсткість, лужність, окислюваність, активна концентрація водневих іонів (рН); вміст сульфатів, хлоридів, азотних сполук (нітратів і нітритів), розчинених газів, заліза і токсичних речовин.

Іонний склад обумовлюється в більшості випадків катіонами Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ і аніонами SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- . Інші іони зустрічаються рідко і в невеликій кількості.

Жорсткість води характеризується сумарним вмістом кальцію і магнію. Вимірюється жорсткість у міліграм-еквівалентах на один літр води $\left(\frac{\text{мг} - \text{екв.}}{\text{л}}\right)$.

Кожні $20,04 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$ іонів Ca^{2+} та $12,6 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$ іонів Mg^{2+} , що містяться у воді, надають їй жорсткість $1 \frac{\text{мг} - \text{екв.}}{\text{л}}$. Жорсткість води для питного водопостачання може сягати $7 \frac{\text{мг} - \text{екв.}}{\text{л}}$, а для парових котлів лише $0,1 \frac{\text{мг} - \text{екв.}}{\text{л}} \left(\frac{\text{мг}}{\text{л}}\right)$.

Лужність води визначається сумарним вмістом HCO_3^- , OH^- та CO_3^{2-} $\left(\frac{\text{мг} - \text{екв.}}{\text{л}}\right)$. Для питної води лужність не лімітується, але для окремих технологічних процесів має значення.

Окислюваність характеризує забруднення води органічними речовинами і виражається в міліграмах кисню, потрібного для окислювання органічних сполук у 1 л води $\left(\frac{\text{мг}}{\text{л}}\right)$.

Активна концентрація водневих іонів (рН) є показником кислотності або лужності води. Вода є слабким електролітом і дисоціює на іони водню H^+ і гідроксильні іони OH^- згідно з рівнянням



У нейтральній воді концентрація H^+ і OH^- однакова і дорівнює при 22°C $10^{-7} \frac{\text{г-іон}}{\text{л}}$, або за прийнятим спрощенням $\text{pH}=7$ (7 – показник ступеня). Якщо $\text{pH}<7$ – маємо кислу воду, а якщо $\text{pH}>7$ – маємо лужну воду. Для питної води $\text{pH}=6,5\div 8,5$. Лімітується pH і для багатьох галузей народного господарства. Так, наприклад, у будівництві показник pH впливає на міцність будівельних розчинів, бетону і цегли, а у харчовій промисловості pH впливає на якість хлібобулочних виробів.

Інші хімічні елементи і сполуки (сульфати, хлориди, азотні сполуки) впливають на присмаки і запахи, а також на придатність води для технологічних процесів. Так, наприклад, для будівельних потреб потрібна вода з $\text{pH}>4$, вмістом іонів $\text{SO}_4^{2-} < 2700 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$ і загальним вмістом солей не більше $5000 \sum_1^n h_i$.

Сухий і прокалений залишок характеризує загальний вміст розчинених у воді сполук.

Сухий залишок утворюється при випарюванні 1 літра води і висушуванні при температурі 110°C .

Прокалений залишок утворюється прокалюванням сухого залишку при температурі 800°C .

Різниця між сухим і прокаленим залишком характеризує вміст у воді органічних сполук.

Бактеріологічні показники – це вміст у воді загальної кількості бактерій і кишкових паличок.

У питній воді допускається 3 палички на 1 літр (колі-індекс) або не менше 300 мілілітрів води на 1 паличку (колі-тітр). Загальна кількість бактерій у 1 мл допускається не більше 100.

Основні процеси поліпшення якості води

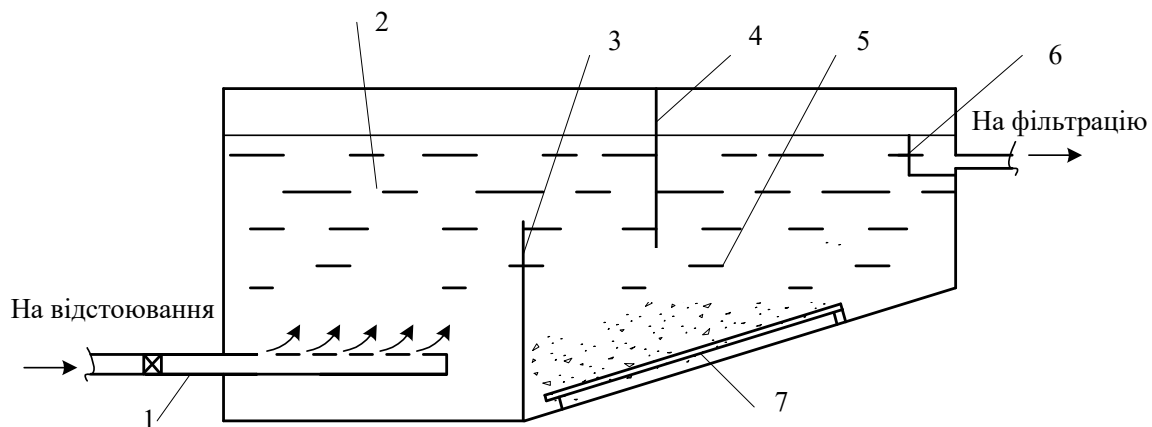
Основними процесами обробки води на станціях поліпшення якості є: освітлення, знебарвлення і знезараження, а у деяких випадках знезалізування, знесолення, пом'якшування та інші спеціальні процеси.

Освітлення і знебарвлення – вилучення з води завислих і колоїдних речовин за допомогою відстоювання і фільтрації. Для прискорення процесів у воду додають коагулянт $(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$ або

$FeSO_4$), який викликає процес укрупнення колоїдних і завислих речовин.

Для відстоювання і фільтрації води застосовуються різноманітні конструкції відстійників і фільтрів.

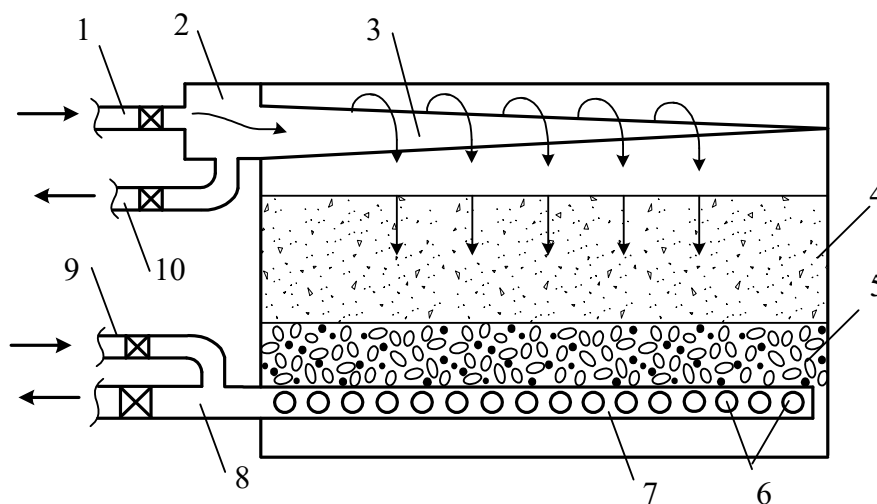
Найбільш простою конструкцією відстійника є горизонтальний (рисунок 1.44), у якому вода рухається зі швидкістю $3 \div 7$ мм/с.



1 – дірчасті труби; 2 – камера пластівцеутворювання; 3 – водолив; 4 – перегородка; 5 – зона осаду; 6 – водозбірний лоток; 7 – пристрій для видалення осаду

Рисунок 1.44

Для фільтрації води на залізничному транспорті часто використовують безнапірні піщано-гравійні фільтри, у яких кварцовий пісок крупністю $0,5 \div 2$ мм з висотою шару $0,7 \div 2$ м насипають на підтримуючий шар гравію крупністю $2 \div 32$ мм і висотою $0,35$ м (рисунок 1.45).



1 – труба відстійника; 2 – боковий карман; 3 – розподільні лотки; 4 – піщана засипка; 5 – підтримуючий шар гравію; 6 – дірчасті дренажні труби; 7 – центральний збірний колектор; 8 – труба в резервуар чистої води; 9 і 10 – труби промивної води

Рисунок 1.45

Знезаражування води виконується з метою нейтралізації хвороботворних бактерій. Застосовуються три способи знезаражування:

- **хлорування** - обробка води рідким або газоподібним хлором;

- **бактерицидні промені** – обробка ультрафіолетовим випромінюванням ртутно-кварцових ламп;

- **озонування** – знезаражування води триатомарним киснем (озоном), який утворюється тліючим розрядом електричного струму.

Найбільш поширеним у нас і найбільш дешевим є хлорування води, але, на жаль, і найбільш шкідливим для здоров'я людини.

Озонування за санітарно-технічними міркуваннями є найбільш прийнятним способом знезаражування, але дорогим з точки зору сьогоднішніх розрахунків. Але, якщо урахувати, що озон знебарвлює воду і усуває присмаки та запахи, можливо, підрахунки будуть на користь озону.

Спеціальні способи обробки води застосовуються для окремих галузей народного господарства і технологічних

процесів. До них належать пом'якшування води, опріснення і знесолення та видалення деяких хімічних сполук.

Пом'якшування води виконується для зменшення у воді іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , які в теплообмінних агрегатах відкладаються на стінках, порушуючи їх теплопровідність. Для пом'якшування застосовують такі методи:

- **реагентний** – додавання у воду реагентів: вапново-содового розчину, фосфатів, барію і їдкого натрію (найчастіше застосовується вапново-содовий метод як найдешевший);

- **катіонітовий** – воду фільтрують через зернистий катіоніт (кам'яне вугілля, оброблене концентрованою сірчаною кислотою – сульфовугілля);

- **комбінований** – вода спочатку обробляється реагентами, а потім фільтрується через катіоніт.

Катіонітовий і комбінований методи застосовуються для глибокого пом'якшування води.

Опріснення і знесолення води застосовується при загальному вмісті солей >1000 мг/л і може здійснюватися: **дистиляцією** (випаровуванням), **іонітовим** і **електрохімічним** методами.

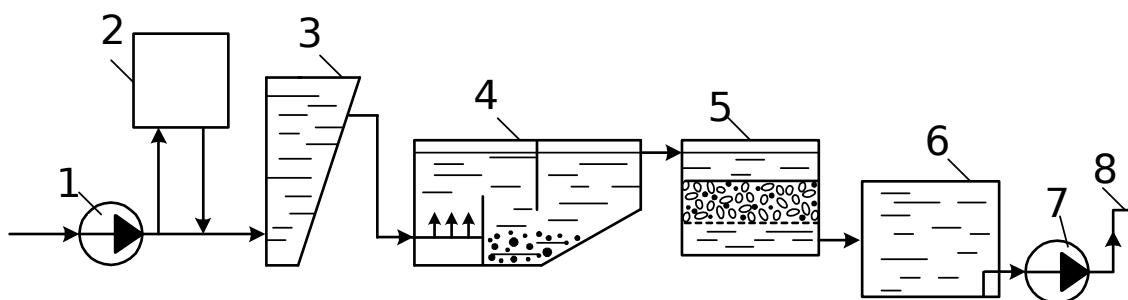
Дистиляція – випаровування води в одному або декількох послідовно з'єднаних випарниках.

Іонітовий метод – воду фільтрують спочатку через Н-катіоніт, а потім через ОН-аніоніт.

Електрохімічний метод – через воду пропускають постійний струм в особливих камерах – *електролізерах*, де позитивно заряджені катіони переміщуються до катода, а негативні – до анода.

Для часткового знесолення інколи застосовується **виморожування**, **геліоопріснення** в сонячних випарниках і **гіперфільтрація** через селективні мембрани. Найбільш сучасним методом є **гіперфільтрація**, коли вода фільтрується через напівпроникні мембрани, діючі за принципом природних молекулярних фільтрів (шлунок, нирки, печінка тощо).

Усі установки для поліпшення якості води компонуються за різноманітними технологічними схемами залежно від процесів обробки води за вимогами споживача. Найбільш відомою є класична схема з відстійниками і фільтрами (рисунок 1.46).



1 – насосна станція першого підймання; 2 – реагентний цех (коагулянт, хлор тощо); 3 – змішувач; 4 – відстійник; 5 – фільтр; 6 – резервуар чистої води; 7 – насосна станція другого підймання; 8 – водогін

Рисунок 1.46

1.5 Трасування та будування мереж водопостачання

Трасування – це надання мережі водопостачання певного геометричного зображення в плані.

Трасування водопостачальних мереж залежить від розташування водоспоживачів, джерел водопостачання, умов рельєфу та геологічних особливостей тощо.

При трасуванні мережі поділяють на *магістральні*, які транспортують воду на великі відстані від джерела до великих споживачів, і *розподільні*, які розводять воду окремим споживачам на об'єкти чи населені пункти.

Трасування виконують у такому порядку:

- наносять на план джерела водопостачання, місцеположення споживачів води та бар'єрні місця (болота, карсти, зсуви тощо);

- намічають магістральні лінії (не менше двох), по можливості, по найбільш короткій відстані;

- намічають розподільні мережі до споживачів.

При трасуванні потрібно враховувати перспективи розвитку об'єкта або населеного пункту.

При будівництві мереж виконують такі роботи:

- розбиття траси на місцевості з закріпленням осі і місць розташування колодязів;
- розробка траншеї на розрахункову глибину і ширину;
- укладка труб на вирівняне та утрамбоване дно траншеї;
- випробування на міцність і відсутність витікання води;
- промивання мережі та її дезинфекція.

2 Водовідведення на залізничному транспорті

2.1 Системи та схеми водовідведення

Система водовідведення – це комплекс споруд, пристроїв, обладнання, апаратури тощо, який повинен забезпечити збирання, транспортування, очищення і скидання у водойми різноманітних стічних вод.

Стічні води бувають *господарсько-побутовими, виробничими (промисловими)* та *атмосферними*.

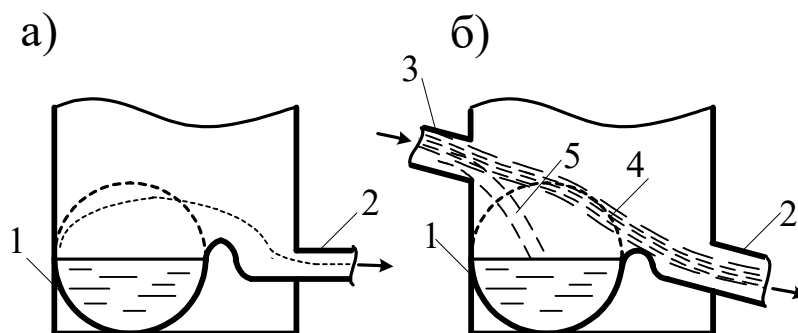
Побутові стічні води утворюються в житлових будинках, на вокзалах, у готелях, а також в інших громадських будинках, пральнях, лазнях і т. д. Це стічні води від раковин, унітазів, ванн і т. п.

Виробничі стічні води утворюються на промислових підприємствах при різних технологічних процесах. Зокрема на залізничних станціях це води від обмивки локомотивів, вагонів, промивання цистерн і т. д. Виробничі стічні води бувають забрудненими і незабрудненими (до останніх належать, наприклад, води, використовувані для охолодження різних агрегатів).

Атмосферними є дощові води і води від танення снігу і льоду.

Залежно від рельєфу місцевості, клімату, потужності водойми - приймача стічних вод, благоустрою об'єкта та інших факторів можуть бути застосовані роздільна (повна і неповна), загальносплавна, напівроздільна і комбінована системи водовідведення.

Якщо всі стічні води збираються в одну систему, така система є **загальносплавною**. При транспортуванні господарсько-побутових і виробничих вод по одній трубі на очисні споруди, а атмосферних – по іншій у водойму маємо **повну роздільну** систему. Якщо атмосферні стоки скидаються не у водойму, а в головний колектор, така система називається **напівроздільною**. У загальносплавній системі – зливостоки (рисунок 2.1, а), а у напівроздільній – з'єднувальні камери (рисунок 2.1, б).



1 – головний колектор; 2 – зливосток; 3 – атмосферний колектор; 4 – потік катастрофічної зливи; 5 – потік звичайної зливи

Рисунок 2.1

Залежно від обраної системи водовідведення, рельєфу місцевості, наявності бар'єрних місць (болота, зсуви, карсти) та інших умов обирають схему водовідведення:

- **перпендикулярна пересічена** – застосовується при пологому рельєфі з малим уклоном у бік річки (рисунок 2.2, а);
- **паралельна** або **віяльноподібна** – застосовується при крутому рельєфі в бік річки (рисунок 2.2, б);
- **зонна** або **поясна** – застосовується при великих перепадах відміток рельєфу (рисунок 2.2, в);
- **радіальна** – застосовується у великих містах за наявності декількох очисних споруд (рисунок 2.2, г).

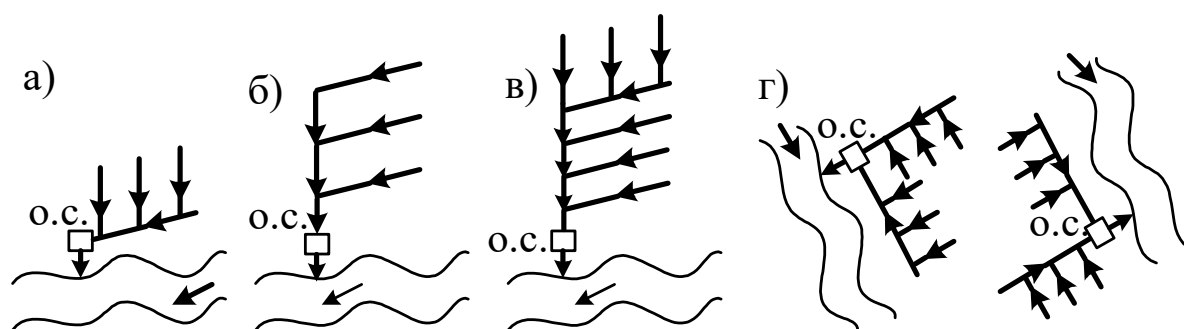


Рисунок 2.2

На об'єктах залізничного транспорту побутові стічні води утворюються в пасажирських будівлях, житлових будинках, виробничих і громадських будівлях.

Промислові стічні води виникають у процесі виробничих циклів у приміщеннях локомотивних і вагонних депо, на ремонтних заводах, на пунктах підготовки пасажирських і вантажних вагонів, промивально-пропарювальних станціях і пунктах, шпалопросочувальних заводах та інших підприємствах. Ці стічні води після місцевого очищення, як правило, повинні знову використовуватися у процесі виробництва, але у всіх випадках доводиться їх частково оновлювати, і тому до 30-50 % обсягу стічних вод поки надходить у системи водовідведення.

Для залізничних станцій, крім того, досить актуальним є відведення дощових і ґрунтових вод. Способи зниження рівня ґрунтових вод розглядаються в спеціальній літературі. На станційних територіях утворюються не тільки атмосферні стоки від дощів, що випадають, і танення снігу, але і порівняно чисті від невчасно закритих водорозбірних кранів і колонок, переливів при заправці вагонів, гасіння пожеж на станційних коліях і т. п. У всіх випадках на станційних коліях вода, що з'являється, повинна бути швидко відведена за допомогою спеціальних водовідвідних пристроїв (лотків, кюветів, трубопроводів, каналів тощо). В іншому випадку при скупченні води на станційних коліях можливі просадка верхньої будови колії, розмиви земляного полотна, пошкодження стрілочних переводів, особливо при замерзанні води, порушення дії автоматики та інші неприємності.

Оскільки утворені на станційних коліях атмосферні та інші стічні води зазвичай забруднюються тут нафтопродуктами, частинками ґрунту або іншими залишками вантажів, вони перед скиданням у водні протоки або яри повинні піддаватися спеціальному очищенню. Поверхневі стічні води в першу чергу повинні відводитися від місць укладання стрілочних переводів (горловин станційних парків), пасажирських платформ, вантажних майданчиків, товарних дворів, складів, під'їздів до пасажирського будівлі і з інших подібних територій.

Поверхневі води, що утворюються поза станційними територіями, на майданчиках, які мають позначки землі вище, ніж станційні колії, і ухил у бік останніх, повинні бути повністю перехоплені кюветами і нагірними канавами і відведені в найближчі водотоки або в низини. У необхідних випадках влаштовують водопропускні труби.

2.2 Побудова мереж водовідведення

Мережі водовідведення – це складний комплекс споруд, пристроїв, устаткування та контрольно-вимірювальної апаратури, призначених для збирання стічної води, транспортування її на очисні споруди, очищення та скидання у водойми. До складу водовідведення входять: *приймачі стоків* (мийки, умивальники, душі, дощоприймачі тощо); *трубопроводи* (колектори); *внутрішньобудинкові, внутрішньозаводські* (внутрішньопідприємські) і *вуличні мережі; оглядові колодязі; насосні станції; переходи через шляхи і річки та очисні споруди.*

2.2.1 Труби мереж водовідведення

Окрім перелічених у водопостачанні труб у водовідведенні застосовуються також керамічні труби з глазурованим покриттям. Обмежено застосування сталевих труб, які встановлюються лише на напірних ланках насосних станцій. Найбільш перспективними трубами для внутрішньобудинкових систем водовідведення є пластмасові труби, а для зовнішніх – залізобетонні колектори круглого та прямокутного перерізу.

Керамічні труби виготовляються з пластичної вогнетривкої глини з домішками кварцового піску і шамоту і покриваються зовні і всередині стінок соляною глазур'ю. Глазур надає трубам водонепроникності і гладкості, захищає їх від впливу кислот і лугів. Труби випускаються розтрубними з внутрішнім діаметром від 150 до 600 мм і довжиною від 800 до 1200 мм.

Стики розтрубних керамічних труб зазвичай ущільнюють бітумізованим лляним пасмом, яке закладають у стик приблизно на 1/2 глибини розтруба. Іншу частину розтруба заповнюють матеріалом, що створює замок, - асфальтовою чи іншою мастикою (напівтвердий стик). Жорсткі стики часто руйнуються при опадах ґрунту, а також при вібрації, спричиненої міським транспортом. Тому суцільне закладення стиків азбестоцементною сумішшю допускається лише при укладанні труб на бетонній чи іншій дуже міцній основі. Найчастіше стики між трубами, що збираються в ланки біля бровки траншеї (2-4 труби), закладаються мастикою, а стики, що з'єднуються в траншеї, -

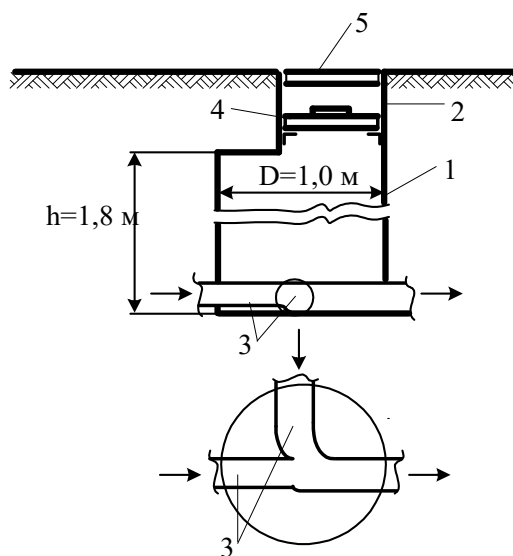
азбестоцементною сумішшю. За наявності в стічних водах розчинників бітуму або при досить щільній основі всі стики закладаються азбестоцементом.

Асфальтова мастика складається приблизно з 70 % асфальту і 30 % гудрону або бітуму. При підвищеній температурі стічних вод (до 40°C) у неї додають вапняну муку, золу, пісок. Дозволяється застосовувати також мастику, виготовлену на полімерних смолах.

У старих мережах найчастіше прокладено чавунні труби.

2.2.2 Колодязі та дощоприймачі

Для спостереження, очищення і промивання мереж водовідведення влаштовують *оглядові колодязі*. Їх розробляють на ділянках приєднання приток (вузлові колодязі). *Вузлові колодязі*, як правило, роблять із збірних бетонних і залізобетонних елементів круглого або прямокутного перерізу (рисунок 2.3).



1 – робоча камера; 2 – горловина; 3 – відкриті лотки;
4 – кришка; 5 – чавунний люк

Рисунок 2.3

Для збирання дощових і талих вод влаштовують *дощоприймальні колодязі*. У дощоприймальних колодязях

(рисунок 2.4) приймальна верхня частина 1 закривається решіткою 2, що встановлена на опорній плиті 4, поблизу бордюрного каменя 3. На днищі 8 набивається шар бетону 7 з ухилом у бік відвідної труби 9. Для спуску в колодязь влаштовані скоби 6. Глибина дощоприймальника Н залежить від глибини промерзання ґрунту в місцевості. За типовими проектами глибина Н для шляхових покриттів від 1130 до 2020 мм.

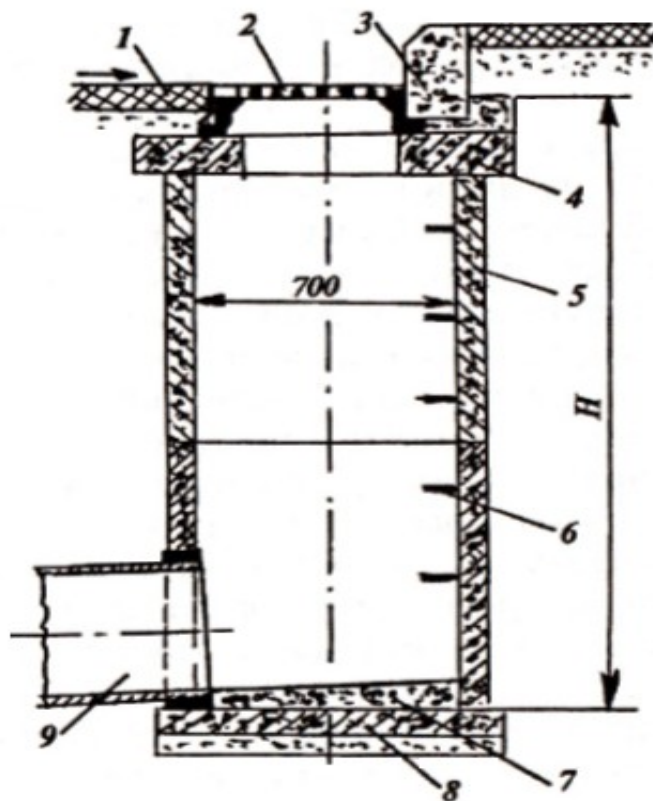


Рисунок 2.4

При з'єднанні трубопроводів на різних відмітках застосовують спеціальні *перепадні колодязі*. У перепадних колодязях (рисунок 2.5) влаштовується трубчатий або стіновий перепад, який плавно спрямовує потік з верхньої труби в лоток. Колодязь складається з горловини 1 та робочої камери 6. Підвідний 2 та відвідний 5 колектори з'єднуються за допомогою стояка 3, що виконується у вигляді залізобетонного каналу або шляхом встановлення в колодязі металеві труби. Знизу стояка влаштовується водобійний пряминок 4.

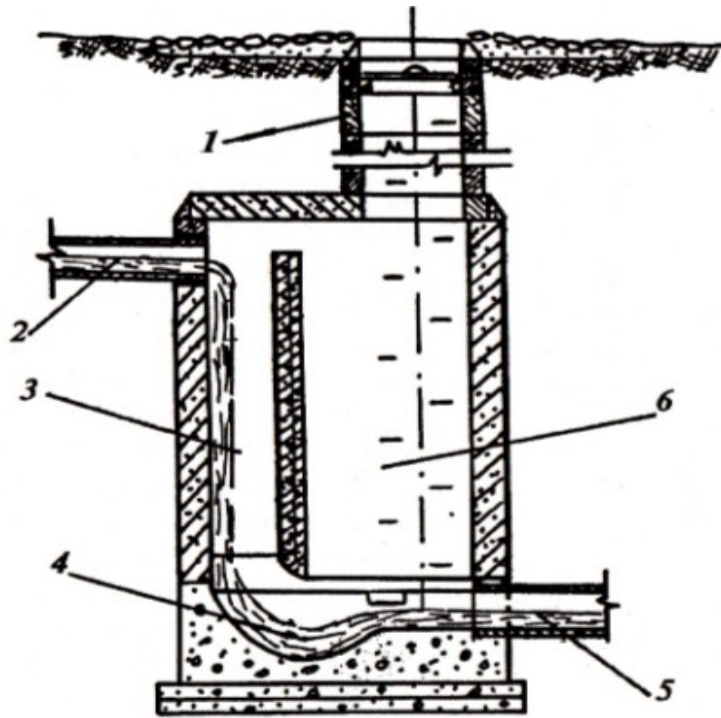
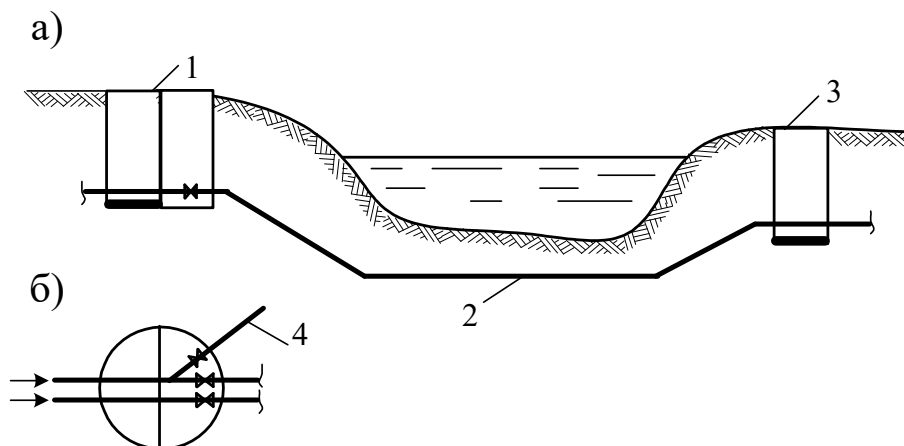


Рисунок 2.5

2.2.3 Переходи через шляхи та річки

Переходи робляться аналогічно мережам водопостачання з деякими особливостями: ланка переходу виконується тільки з металевих труб (безнапірні переходи – чавунні труби, напірні – сталеві труби); на початку переходів влаштовуються колодязі з випусками стоків; на переходах через річки влаштовується двокамерний колодязь з мокрим відділом (відкритий лоток) і сухим (труба з арматурою і випуском) (рисунок 2.6, а, б).



1 – двокамерний колодязь; 2 – дюкер; 3 – однокамерний мокрий (лоток) колодязь; 4 – випуск

Рисунок 2.6

2.2.4 Насоси і насосні станції

У водовідведенні застосовуються переважно ті самі насоси, що і у водопостачанні, але з деякими особливостями.

До відцентрових насосів ставляться такі вимоги:

- насоси не повинні забиватися відходами зі стоків, для чого передбачається відділення відходів за допомогою решіток і сіток;
- на корпусі насоса передбачається люк (ревізія) для очищення робочої камери;
- кількість лопаток 2-4 з найбільш можливою обтічною формою;
- камера насоса повинна мати підвищену стійкість;
- насоси роблять тільки одноколісними.

Застосовуються також поршневі насоси з відкритим циліндром (помпи), насоси для перекачування водоґрунтових сумішей (пульпи) – ґрунтові насоси, піску – піскові насоси, шламу – багерні насоси, для перекачування осаду – шнекові насоси (Архімедів гвинт).

Промисловість випускає відцентрові насоси типу Ф – фекальні: ФГ – горизонтальне і ФВ – вертикальне розташування вала, на подачу $Q = 2 \div 1000$ л/с і напір $H = 7 \div 98$ м. Для перекачування активного мулу і осаду на крупних очисних станціях застосовують осьові і плунжерні насоси.

На більшості довжини мереж водовідведення повинен бути самоплинний рух води, перекачування стічної води виконується як виняток.

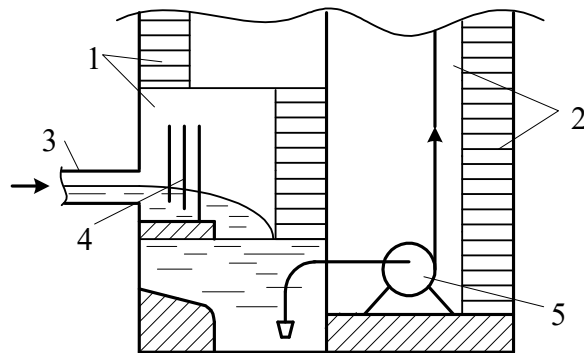
При перекачуванні стічної води влаштовуються насосні станції:

- головні насосні станції (ГНС) – перекачують стічні води усього населеного пункту (об'єкта) на очисні споруди (ОС);
- районні насосні станції (РНС) – перекачують стоки з окремих районів водовідведення (каналізування) у розташовані вище головні колектори;
- місцеві насосні станції (МНС) – перекачують стоки від окремих об'єктів (будинків).

За глибиною розрізняють насосні станції:

- незаглиблені – до 4 м;
- напівзаглиблені – до 7 м;
- шахтні - > 7 м.

Насосні станції найчастіше влаштовують двокамерними з приймальним (аванкамера) і насосним відділеннями (рисунок 2.7).



1 – приймальне відділення (аванкамера) зі сходами; 2 – насосне відділення зі сходами; 3 – головний колектор; 4 – сітки, решітки; 5 – насос зі всмоктувальним і напірним трубопроводом

Рисунок 2.7

Насосні станції обладнуються контрольно-вимірною апаратурою, допоміжними пристроями і устаткуванням (вакуум-насоси, магістральні насоси і т. п.), підйомними механізмами тощо. Великі станції мають допоміжні приміщення для обслуговування обладнання та його ремонту.

Керування станцією здійснюється автоматично або дистанційно.

2.3 Розрахунок мереж водовідведення

Мета розрахунку – визначити діаметр колекторів, уклон, швидкість і наповнення для забезпечення самопливного (безнапірного) руху стоків.

Порядок розрахунку:

- креслимо схему мережі, на яку наносимо місце розташування джерела стоків, відстань до них, відмітки точок;
- розраховуємо максимальну секундну витрату стоків у вузлах за нормами водовідведення (див. СНіП, норми) аналогічно розрахункам водопостачання (див. п. 1.1);
- розраховуємо максимальну секундну витрату стоків від житлових кварталів (мікрорайонів) за формулою

$$q_{кв} = K_{заг} \cdot q_0^{tot} \cdot N, \quad (2.1)$$

де $K_{заг}$ - загальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення;
 q_0^{tot} - норма водовідведення на одну людину;
 N - кількість мешканців кварталу (мікрорайону)

$$N = p \cdot F, \quad (2.2)$$

де P - щільність населення для району будівництва (див. довідники);

F - площа забудови;

- розраховуємо максимальну секундну витрату стоків за ланками мережі як суму зосередженої витрати і витрати з кварталів для всіх витоків стоків, розташованих за розрахунковою ланкою:

$$q_i = \sum_I^n q_{зос.} + \sum_I^n q_{кв.}, \quad (2.3)$$

де $\sum_I^n q_{зос.}$ - сума зосереджених у вузлах за розрахунковою ланкою витрат;

$\sum_I^n q_{кв.}$ - сума квартальних витрат з кварталів, розташованих за тією самою ланкою;

- визначаємо діаметри, уклон, швидкість і наповнення труб за формулою Шезі

$$Q = \omega \cdot c \sqrt{R \cdot i}, \quad (2.4)$$

де ω - площа поперечного перерізу;

c - коефіцієнт Шезі,

$$c = \frac{1}{n} R^{1/6}; \quad (2.5)$$

де n - коефіцієнт шорсткості;

R - гідравлічний радіус,

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (2.6)$$

де χ - змочений периметр; i - уклон дна,

або за таблицями, графіками, номограмами, програмами для ЕОМ, складеними за цією самою формулою (при розрахунках приймають $V \geq 0,7$ м/с, $a = \frac{h}{d} = (0,5 \div 0,9)$);

- визначаємо глибину стоків у колекторі

$$h = a \cdot d, \quad (2.7)$$

та падіння труби

$$h_T = i \cdot \ell, \quad (2.8)$$

де a - наповнення труби – відношення глибини стоків h до діаметра d ;

i - уклон труби; ℓ - довжина ланки;

- визначаємо глибини лотка (приймавши глибину першого колодязя на 0,3 м меншою за глибину промерзання) за формулою:

$$h_i = h_{i-1} + i \cdot \ell = h_{i-1} + h_T, \quad (2.9)$$

де h_{i-1} - глибина попереднього колодязя;

h_T - падіння труби;

- визначаємо відмітки лотка та верху труби (шелиги):

$$H_l = H_z - h_i, \quad (2.10)$$

де H_z - відмітка землі; h_i - глибина колодязя;

$$H_{ш} = H_l + d, \quad (2.11)$$

де d - діаметр труби;

- креслимо поздовжній профіль мережі (рисунок 2.8).

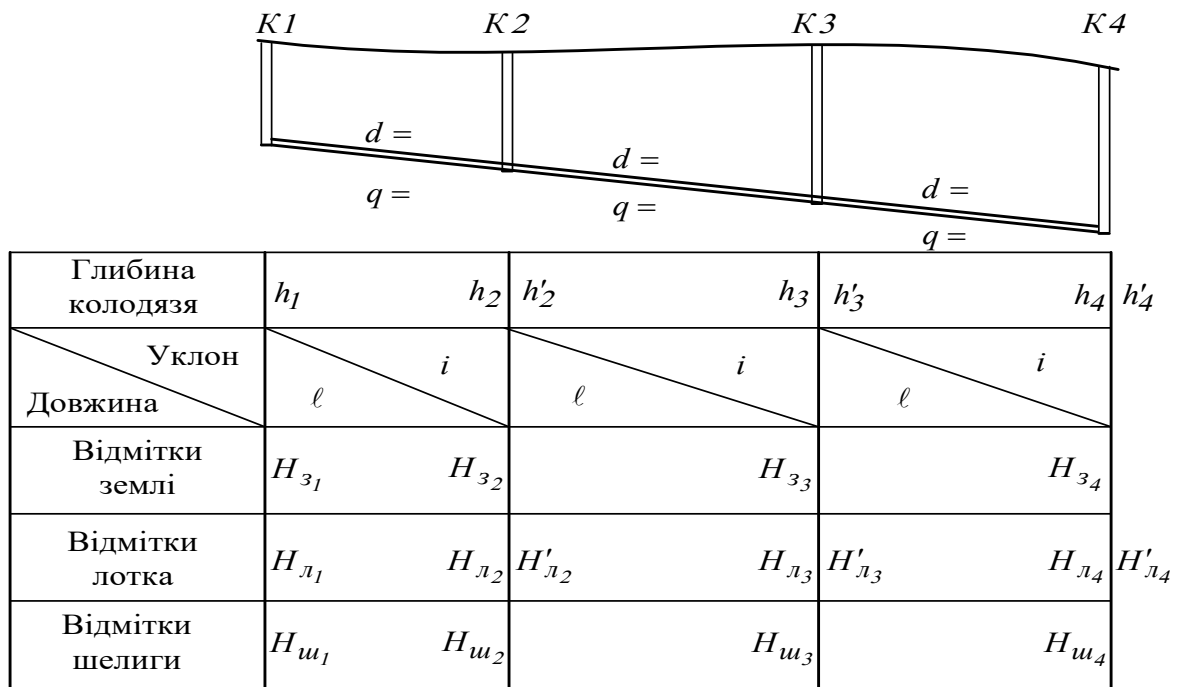


Рисунок 2.8

При розрахунку мережі потрібно:

- обрати найменший уклон, який повинен бути постійним на декількох ланках;
- максимальну глибину залягання мережі назначати рівною вибраній глибині насосної станції;
- швидкість руху стоків повинна бути $V \geq 0,7$ м/с, а наповнення труб $a > 0,5$;
- максимальну швидкість руху стоків приймати відповідно до норм для даного матеріалу труб.

2.4 Очищення стічної води

Очищення стічних вод на сьогодні є найважливішою проблемою, прямо пов'язаною з охороною навколишнього середовища, а також зі здоров'ям і, навіть, виживанням людства. На жаль, більшість поверхневих водойм і неглибоких підземних джерел в Україні забруднені різноманітними речовинами, в тому числі і токсичними, у тому не придатні для використання в господарсько-побутовому водопостачанні і в першу чергу внаслідок забруднення стічними водами.

З метою охорони водойм і підземних джерел в Україні встановлено ряд вимог щодо якості стічних вод, які скидаються у водойми і підземні шари.

2.4.1 Показники якості стічної води

Стічні води не повинні погіршувати якості води у водоймах, тому для них нормативними актами встановлюється ряд вимог, які наведені у фізичних, хімічних, біологічних і бактеріологічних показниках.

Фізичні показники, як і для водопостачання, включають температуру, завислі речовини, колірність, запахи та плаваючі речовини.

Хімічні показники включають наявність: *нафтопродуктів*, які порушують газообмін вода-повітря; *хімічних сполук*, які надають воді запаху (сірководень, нітрати і т. п.) і сприяють розвитку негативних реакцій або розмноженню хвороботворних бактерій (нітрати і нітрити – запах, шлункова паличка); *хлоридів, фосфатів, азотовмісних і органічних сполук* – запах, розвиток нижчих водних рослин, таких як блакитно-зелені водорості і т.п.); *токсичних сполук*, що викликають різноманітні порушення розвитку водної флори і фауни, а також хвороби в людей (важкі метали і радіоактивні сполуки – мутації; отрутовмісні сполуки – захворювання, порушення роботи різноманітних органів, відкладення солей тощо).

Біологічні і бактеріологічні показники включають: *розчинений кисень* (4?6 мг/л); *біологічну потребу в кисні* (БПК) – потребу в кисні мікроорганізмів-деструкторів, які розкладають органічні сполуки в неорганічні (4?6 мг/л); *хімічну потребу в кисні* (ХПК) – потребу в кисні на всі окислювальні реакції; *наявність хвороботворних мікроорганізмів*.

Кількісна характеристика того чи іншого показника залежить від категорії водойми, у яку скидають стічну воду:

водойми 1-ї категорії – питне водопостачання, рибогосподарські;

водойми 2-ї категорії – культурно-масові заходи на воді.

За всіма показниками розроблено нормативні рекомендації щодо їх визначення і вимірювання, а за хімічними елементами і сполуками встановлено гранично-допустимі концентрації (ГДК),

за якими розраховується гранично-допустимий скид (ГДС – ліміт на скид). Докладно цей розділ дається у природоохоронній літературі [4].

2.4.2 Методи очищення стоків та основні споруди

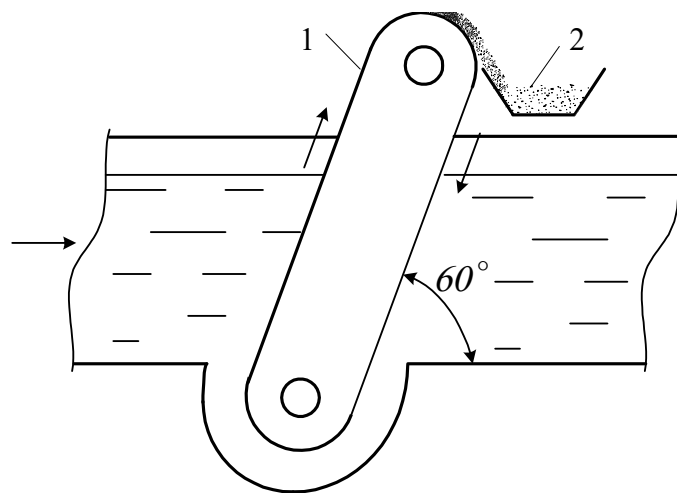
Методи очищення стічної води поділяють на три групи:

- **механічне очищення** – відділення великих домішок (решітки, сітки);

- **фізико-механічне очищення** – відділення завислих, колоїдних, молекулярних і дисоційованих на іони речовин (відстоювання; коагулювання; фільтрація через звичайні, іонообмінні та електрофільтри; аерація, флотація та обробка паром – евапорація; обробка хімічними реагентами);

- **біологічне очищення** – відділення органічних сполук за допомогою мікроорганізмів-деструкторів (біофільтрація, біовідстоювання).

Для **механічного** очищення стоків застосовуються решітки-дробарки (РД), конвеєрні сітки (рисунок 2.9).

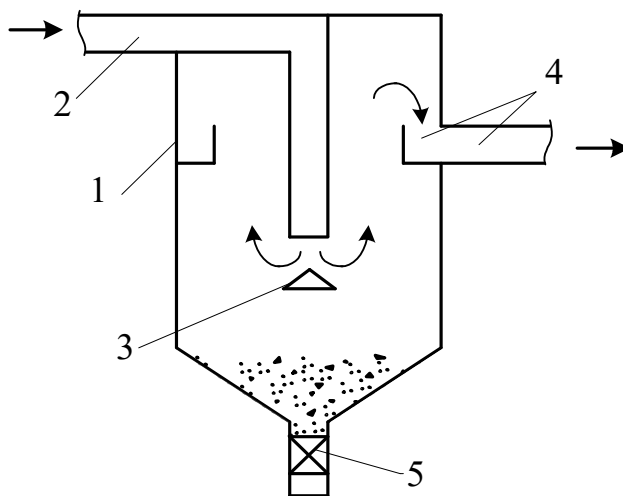


1 – обертальна конвеєрна сітка; 2 – транспортер

Рисунок 2.9

Для **фізико-хімічного** очищення застосовуються відстійники-осереднювачі, відстійники-коагулятори, звичайні горизонтальні, вертикальні (рисунок 2.10), радіальні і спеціальні відстійники; звичайні піщано-гравійні, іонообмінні та електричні

фільтри; флотатори, у яких очищення відбувається повітрям; радіальні піскоуловлювачі (рисунок 2.11); жиρο-, мастиловідділювачі та багато інших спеціальних пристроїв.



1 – круглий резервуар; 2 – труба неочищених стоків; 3 – розпилювач;
4 – збірний лоток з відвідною трубою; 5 – труба випуску осаду

Рисунок 2.10

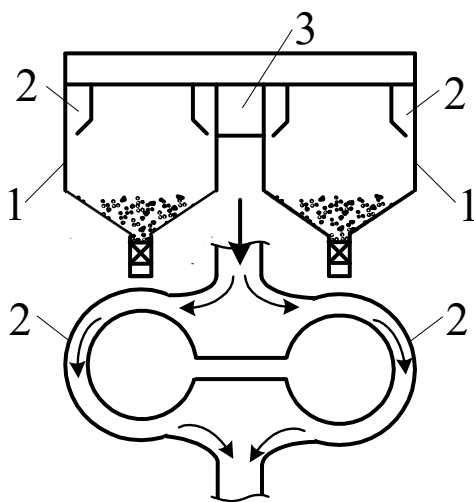
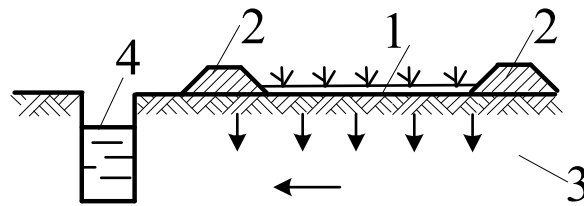


Рисунок 2.11

Для *біологічного* очищення застосовуються біологічні фільтри, у яких на звичайну засипку додаються мікроорганізми-деструктори (активний мул); біологічні ставки, де стічна вода очищується мікроорганізмами-деструкторами в умовах, близьких до природних; поля фільтрації (рисунок 2.12) і поля зрошення як

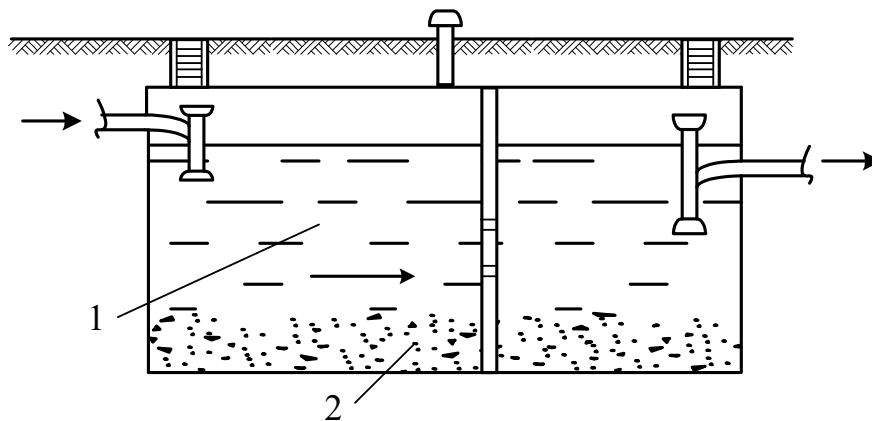
найдешевший засіб для очищення великої кількості стоків – у першому випадку на полях ростуть природні рослини, а в другому – сільськогосподарські.



1 – поле з рослинами; 2 – дамби обвалування;
3 – дірчасті труби; 4 – водозбірний лоток

Рисунок 2.12

Для очищення стічної води на підприємствах зі зворотним водопостачанням застосовуються локальні очисні споруди, які комплектуються комбінованими спорудами: відстійники-осереднювачі, у яких змішуються стічні води кислі і лужні; септики (рисунок 2.13) – резервуари, де стічна вода відстоюється і проходить біологічне очищення; компактні біологічні пристрої КУ і БЮ.

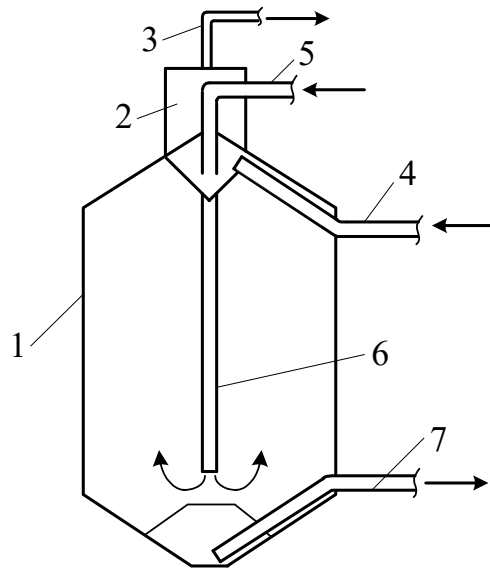


1 – відстійна частина; 2 – септична частина

Рисунок 2.13

2.4.3 Переробка осаду

Основним способом переробки осаду є анаеробне зброджування (перегнивання) у септиках (рисунок 2.13), освітлювачах-перегнивачах і метантенках (рисунок 2.14).

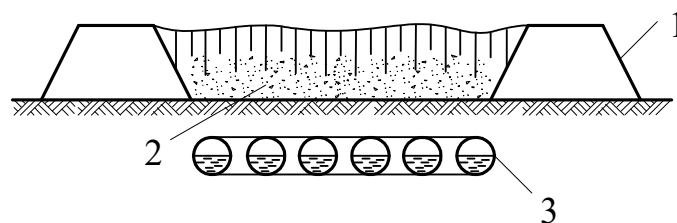


1 – циліндричний резервуар; 2 – газовий ковпак; 3 – труба для вилучення газу; 4 – труба подавання осаду; 5 – труба чистої пари; 6 – гідроелеватор; 7 – труба для видалення осаду

Рисунок 2.14

Аеробна стабілізація здійснюється в аеротенках. Зброджений осад має велику вологість, тому його піддають зневоднюванню на намулових площадках (рисунок 2.15), вакуум-фільтрах, фільтрпресах і центрифугах.

Зневоднений осад сушать у барабанних або пневматичних сушарках, а потім використовують як добриво, пальне, домішки до їжі худоби тощо, або спалюють.



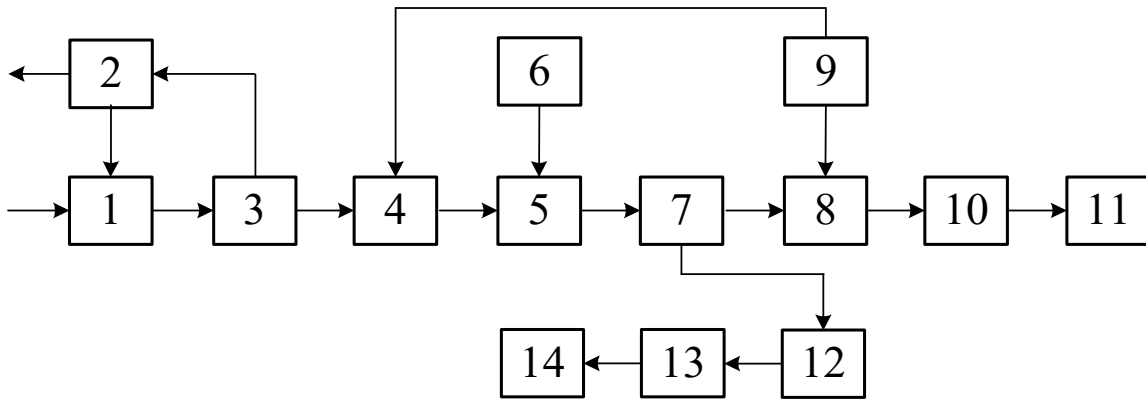
1 – дамби обвалування; 2 – осад; 3 – дренажні труби

Рисунок 2.15

2.4.4 Компонування очисних споруд

Очисні станції водовідведення розташовують униз по річці від каналізованого об'єкта з додержанням санітарних захисних зон між станцією і житловими кварталами.

Схеми станцій залежать від кількості і складу стічної води. Найбільш повною є схема з біологічним очищенням стоків (рисунок 2.16).



1 – сітки, решітки; 2 – піскова площадка; 3 – піскоуловлювач; 4 – первинний відстійник; 5 – споруди біологічного очищення (біофільтри, аеротенки тощо); 6 – компресорна та намулова станції; 7 – повторний відстійник; 8 – змішувач з хлором; 9 – реагентний цех (коагулянт, хлор); 10 – контактний резервуар для дезінфекції води; 11 – випуск у водойму; 12 – намулоушільнювач; 13 – зброджувачі (метантенки, аеротенки); 14 – зневоднення осаду (вакуум-фільтри, намулові площадки тощо)

Рисунок 2.16

Для малих об'ємів стічної води застосовуються спрощені схеми з окремими спеціальними спорудами (іонообмінні фільтри, флотатори, септики тощо).

2.5 Мережі водопостачання та водовідводу будинків

Мережі водопостачання будинків складаються:

- з **уводу** – ланка водопроводу від міської мережі (джерела) до стіни будинку;

- **водомірного вузла** – лічильник води, запірна арматура та обвідна ланка;

- **магістральної ланки в підвалі** – ланка, яка підводить воду до стояків;

- **стояків** – ланки, які підводять воду до водорозбірних пристроїв (мийок, умивальників, унітазів, ванн, душів тощо).

Внутрішні мережі водопостачання бувають з нижнім розведенням у підвалі, або верхнім – на технічному поверсі.

Труби застосовуються сталеві оцинковані.

Розраховується мережа на пропускання максимальної секундної витрати води за формулою

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha, \quad (2.12)$$

де q^{tot} - загальна витрата води (холодної або гарячої);

q_0^{tot} - нормативна витрата одним санітарно-технічним приладом;

α - коефіцієнт, який залежить від кількості приладів N і вірогідності їх дії P (див. нормативи).

Розрахунок виконують у такій послідовності:

- креслимо план типового поверху, на який наносимо розташування сантехнічних пристроїв і стояків водопостачання і водовідведення (рисунок 2.17);

- креслимо план підвалу (технічного поверху), на якому показуємо стояки, магістральну ланку і водомір (рисунок 2.18);

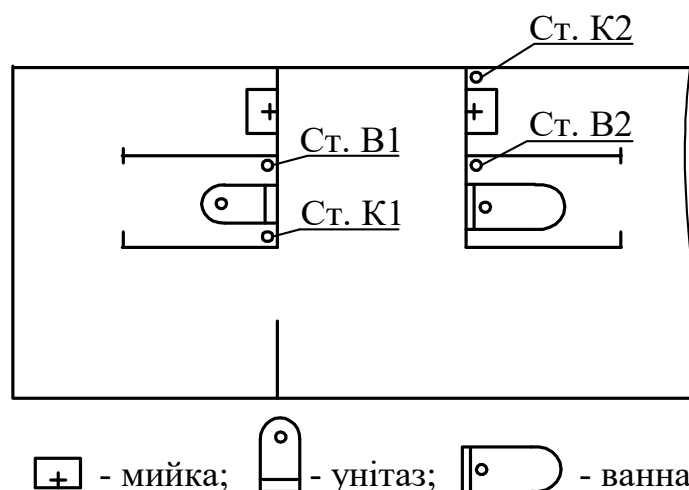


Рисунок 2.17 – План типового поверху

- креслимо аксонометричну схему водопроводу, на якій намічаємо диктуючий прилад і розрахункові ланки, межами яких є точки зміни витрати (рисунки 2.19);

- визначаємо витрати на розрахункових ланках за формулою (2.8);

- визначаємо параметри ланок аналогічно розрахункам глухої мережі;

- визначаємо потрібний напір на вводі за формулою

$$H_{\text{норм.}} = H_z + h_{\text{ув.}} + h_{\text{вод.}} + 1,3 \sum_1^n h_i + H_0, \quad (2.13)$$

де H_z - геометричний напір – різниця між відмітками води у джерелі, або міському водопроводі, і диктуючим приладом;

$h_{\text{ув.}}$ - витрата напору на вводі;

$h_{\text{вод.}}$ - витрата напору у водомірі,

$$h_{\text{вод.}} = S \cdot q^2; \quad (2.14)$$

S - питома втрата напору на водомірі (див. довідник);

q - витрата води на вводі;

1,3 - місцеві втрати напору;

$\sum_1^n h_i$ - сума втрат напору по довжині в магістралі від диктуючого приладу до водоміра;

H_0 - нормативний напір у диктуючого приладу (див. СНіП);

- за максимальною витратою і потрібним напором на вводі підбираємо насос (якщо вода подається з джерела) або узгоджуємо ці параметри з міським водотрестом (якщо вода подається з міської мережі).

Якщо напір у міській мережі недостатній, будуємо підвищуючу насосну станцію на напір

$$H_n = H_{\text{норм.}} - H_z. \quad (2.15)$$

Мережі водовідведення (каналізації) будинків складаються:

- із *приймачів стічної води* (мийки, умивальники, унітази тощо);

- *гідравлічних затворів (сифонів)*, які запобігають проникненню запахів із каналізації у приміщення;

- *водовідвідних труб і стояків*, які відводять стоки в підвал;
- *випусків стоків* із будинку у дворову мережу;
- *дворової мережі* з оглядовими колодязями.

Прокладають труби водопостачання і водовідведення або зовні по стінах, або в нішах; у підвалі випуск прокладається по підлозі на опорах.

Сучасні системи внутрішньої каналізації виконують із пластмасових труб (інколи чавунних).

Розрахунком каналізації визначають діаметри, швидкості, уклон і наповнення випусків і дворової мережі, а діаметри відвідних труб і стояків назначають конструктивно за діаметром приймача стоків.

Розрахунок виконується на пропускання максимальної секундної витрати стоків, яка визначається за формулою

$$q_{ст} = q_{в} + q_{ф}, \quad (2.16)$$

де $q_{в}$ - витрата води (за формулою (2.12));

$q_{ф}$ - фізіологічні відходи (фекалії), приймаються 1,6 л/с на п'ять унітазів.

Основою для розрахунку є формула Шезі (див. формулу (2.4)) або складені за нею таблиці, номограми та програми для ЕОМ.

Послідовність розрахунку:

- на схемі типового поверху (рисунок 2.17) наносимо розташування стояків каналізації;

- на схемі підвалу (рисунок 2.18) показуємо проєкції стояків, відвідні труби і випуск із підвалу (рекомендується один укрупнений випуск);

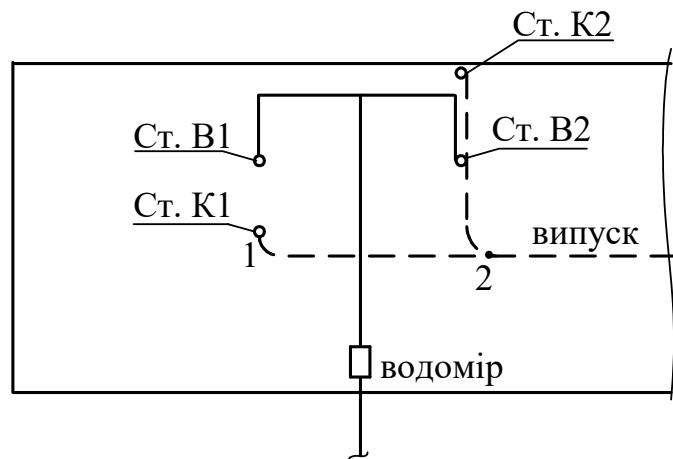


Рисунок 2.18 – План підвалу

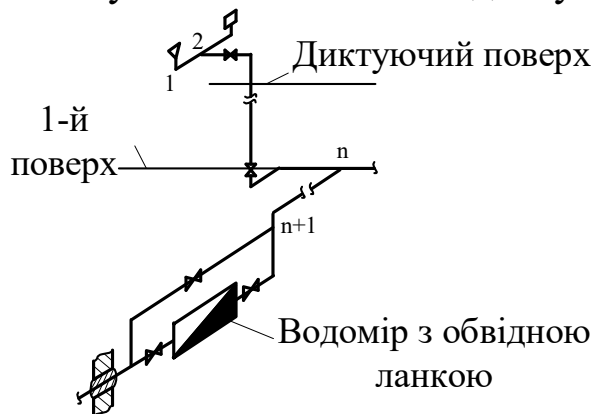


Рисунок 2.19 – Аксонометрична схема водопроводу

- на схемі генплану (рисунок 2.20) показуємо дворові мережі водопостачання і каналізації, а також їх підключення до міських мереж;

- намічаємо розрахункові ланки на схемах підвалу і генплану, границями яких є місця підключення стояків до випуску в підвалі і оглядові колодязі у дворі (рисунки 2.19 і 2.20);

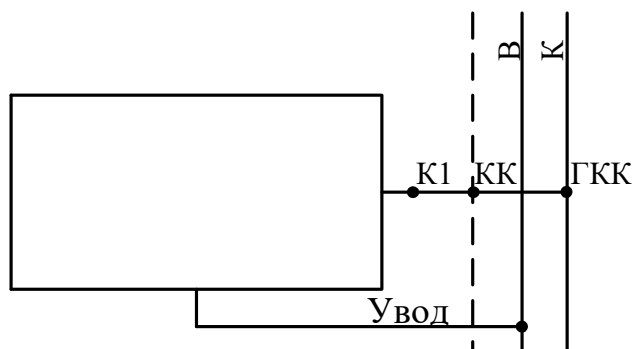


Рисунок 2.20 – Генплан

- розраховуємо витрату стоків на ланках за формулою (2.16);
- знаходимо параметри ланок або за формулою Шезі (2.4), або за таблицями Лукіних;
- креслимо поздовжній профіль дворової мережі.

Водовідведення з покрівлі будинків здійснюється внутрішніми або зовнішніми водостоками, інколи допускається неорганізоване водовідведення по периметру покрівлі.

Внутрішні і зовнішні водостоки складаються з водостічної труби і водоприймальної воронки. Діаметри водостічних труб бувають 85, 100, 150 і 200 мм і обираються залежно від розрахункової витрати, яка визначається за формулами:

- для покрівлі з уклоном до 1,5 %:

$$Q = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}; \quad (2.17)$$

- для покрівлі з уклоном більше 1,5 %:

$$Q = \frac{F \cdot q_5}{10000}, \quad (2.18)$$

де F - водозбірна площа, м²;

q_{20} - інтенсивність дощу тривалістю 20 хвилин, л/с з 1 га (СНіП 2.04.03-85);

q_5 - інтенсивність дощу тривалістю 5 хвилин, л/с з 1 га,

$$q_5 = 4^n \cdot q_{20}, \quad (2.19)$$

де n - експериментальний коефіцієнт (СНіП 2.04.03.85);

10000 - кількість квадратних метрів у гектарі.

Розрахункова витрата на один водостічний стояк наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Діаметр стояка, мм	85	100	150	200
Розрахункова витрата, л/с	10	20	50	80

Порядок розрахунків:

- креслимо план покрівлі (рисунок 2.19);
- намічаємо розрахункові площі покрівлі;
- визначаємо розрахункову витрату дощової води за формулами (2.17) або (2.18);
- за таблицею 2.1 підбираємо діаметр стояка і визначаємо кількість стояків за формулою

$$N_{cm.} = \frac{Q}{Q_{cm.}}; \quad (2.20)$$

- округлюємо кількість стояків до цілої більшої кількості і уточнюємо кількість відповідно до вимог СНіП 2.04.03-85 [6] (розрахунок зводимо в таблицю);

- наносимо розташування водоприймальних воронок на план покрівлі (рисунок 2.21) і креслимо поперечний переріз по випуску дощової води.

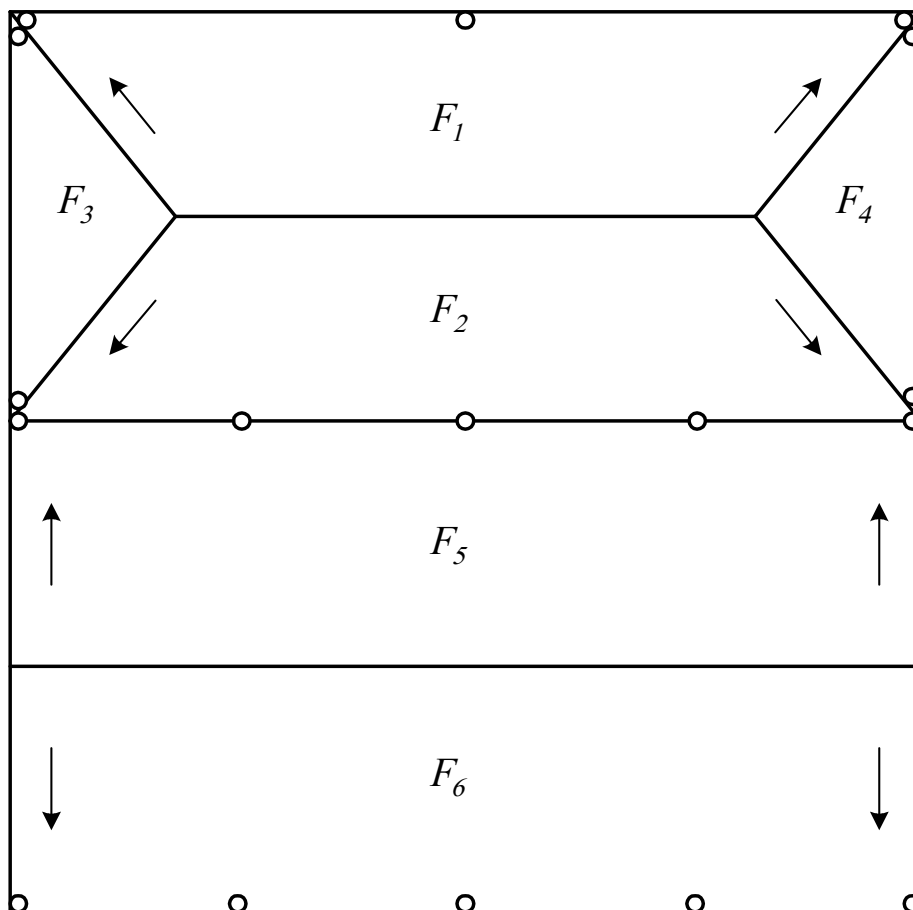


Рисунок 2.21

Випуск дощової води у промислових будинках може прокладатися або за нижньою схемою, у канаві, закритій знімними плитами (рисунок 2.22, а), або під покрівлю по спеціальних кронштейнах (рисунок 2.22, б). Діаметр випуску розраховується аналогічно внутрішній каналізації.

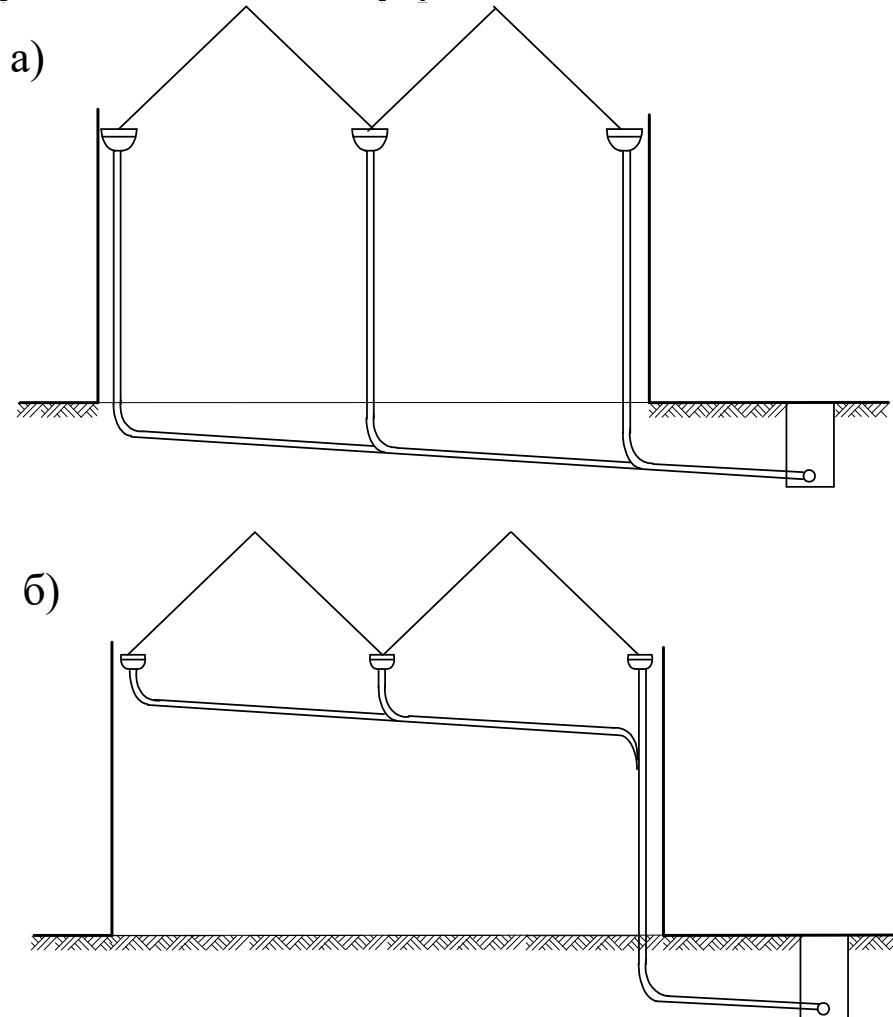
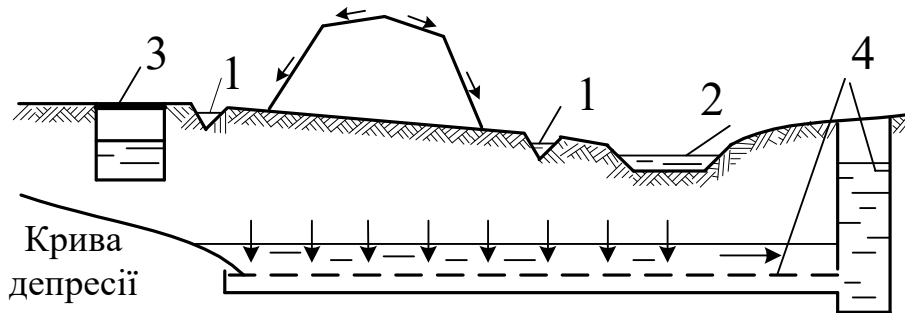


Рисунок 2.22

2.6 Водовідведення від насипів, виїмок, будівельних майданчиків

Водовідведення від насипів і виїмок залізниць здійснюється по відкритих канавах, лотках, кюветах, резервах, а також закритих галереях, дюкерах і дренажних системах (рисунок 2.23). Вода відводиться в понижені місця рельєфу і через водопропускні труби і малі мости перепускається через земляне полотно.

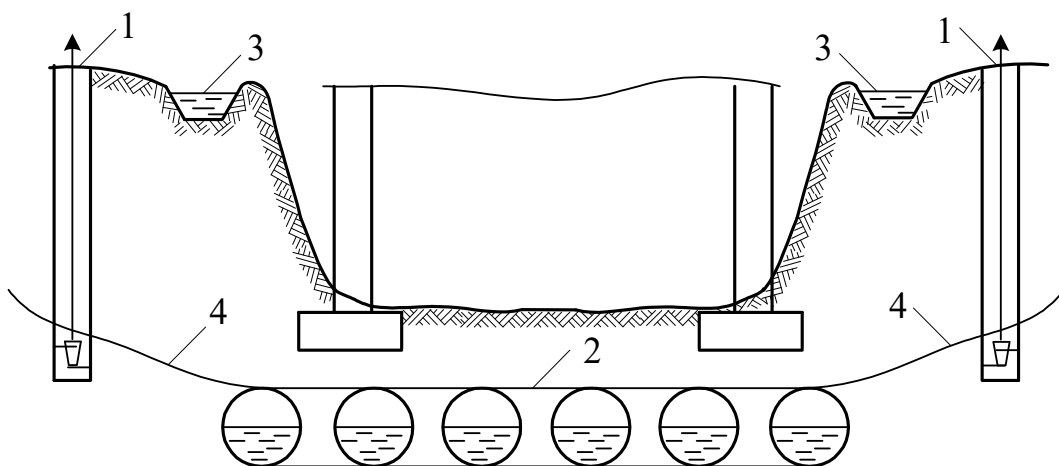
Розрахунок споруд полягає у визначенні розмірів поперечного перерізу для пропускання розрахункової витрати води, яка визначається за різноманітними методиками стікання з водозбірних басейнів рельєфу. Основною розрахунковою формулою для визначення параметрів поперечного перерізу є формула Шезі (2.4).



1 – кювети; 2 – резерв; 3 – дюкер;
4 – дренажна система з водозбірною галереєю

Рисунок 2.23

Водовідведення від будівельних майданчиків здійснюється за допомогою дренажних систем і тимчасових насосних пристроїв (голкофільтрів), а також відкритих каналів і лотків (рисунок 2.24).



1 – насоси (голкофільтри); 2 – дренажна система;
3 – канали (лотки); 4 – крива депресії

Рисунок 2.24

Для відведення підземних вод (водозниження), окрім дренажів і голкофільтрів, можуть також влаштовуватися водозахисні огорожі – шпунтові стінки. Деякі споруди демонтуються після закінчення будівництва, а деякі залишаються для постійного водовідведення.

Розраховуються споруди на водовідведення розрахункової витрати води за формулами фільтрації, наведеними раніше.

2.7 Випробування та експлуатація систем каналізації

Каналізаційні системи (особливо ділянки прихованого прокладання) випробовують тиском не більше 0,08 МПа шляхом наповнення водою на висоту поверху.

Мережі внутрішніх водостоків випробовують при додатній зовнішній температурі шляхом наповнення їх водою до рівня найвищої водостічної воронки.

Випробування і приймання насосних установок проводять у процесі обкатки підшипників, п'ят, сальників і інших елементів до постійної температури (не вище 80°C). Результати обкатних випробувань оформляють актом.

Водопровідні вводи піддають гідравлічному або пневматичному випробуванню шляхом доведення тиску на 0,05 МПа вище від робочого. Після випробування вводи промивають чистою водою зі швидкістю течії 2-3 м/с, після чого їх піддають знезараженню.

Основним завданням експлуатації систем водовідведення є забезпечення надійної безперебійної, якісної та економічної роботи всього комплексу споруд.

Споруди водовідведення приймаються в експлуатацію спеціальними комісіями (державними або місцевими), які призначаються після закінчення будівництва. Попередньо робочі комісії, що складаються з представників замовника, СЕС, пожежного нагляду, служб водопостачання і санітарно-технічних пристроїв експлуатуючої організації, профспілок згідно з діючими правилами приймання в експлуатацію закінчених об'єктів залізничного транспорту, перевіряють відповідність виконаних робіт проекту, чинним СНіП, правилам техніки безпеки, санітарним та екологічним нормам, діючим технічним умовам, інструкціям та іншим документам з будівництва та

експлуатації залізниць. При цьому перевіряють і випробовують всю систему каналізаційних споруд: прямолінійність ділянок і відстані між колодязями (відхилення не більше $\pm 0,1$ м), ухили, позначки лотків (відхилення не більше $\pm 0,005$ м), герметичність споруд за величиною витоків, які нормуються для напірних, самопливних і ємнісних споруд. У насосних станціях і на очисних спорудах перевіряють роботу всіх пристроїв, насосно-силового обладнання, вентиляторів, дробарок, решіток тощо, правильність роботи контрольно-вимірювальних приладів, автоматики і т. д.

За результатами діяльності робочих комісій складаються акти про закінчення будівельних робіт із зазначенням дефектів, що підлягають усуненню. Приймальна комісія на підставі ознайомлення з усім комплексом споруд водовідведення та результатами діяльності робочих комісій оцінює якість будівельних робіт і складає акт про введення споруд в експлуатацію. Після підписання акту про введення в експлуатацію всі споруди переходять у відання експлуатуючої організації.

На залізничному транспорті мережі та споруди побутової каналізації перебувають у віданні відділу водопостачання та санітарно-технічних пристроїв відділень залізниць, а мережі та споруди виробничої каналізації – у віданні підприємств, які вони обслуговують.

Експлуатацію побутової каналізації здійснюють спеціальні підрозділи (цехи) водопостачання і каналізації, що мають штат експлуатаційних і ремонтних працівників, який залежить від продуктивності очисних споруд, протяжності мережі, кількості і ступеня автоматизації насосних станцій. Для виконання ремонтних робіт є стаціонарні майстерні з відповідним обладнанням, а також пересувні майстерні на залізничному та автомобільному ході, асептизаційні машини, мобільна землерийна техніка.

Мережі та споруди виробничої каналізації зазвичай знаходяться у веденні головного механіка або головного енергетика підприємства. Ці споруди, залежно від продуктивності, складності технологічного процесу очищення стічних вод, змінності роботи, місця розташування та інших

умов, обслуговуються спеціальним експлуатаційним штатом або, за сумісництвом, черговими майстрами чи слюсарями з обладнання.

Якість роботи очисних споруд контролюється за результатами аналізів стічних вод, які робляться лабораторіями підприємств, СЕС або лабораторіями при очисних спорудах.

Керівник служби експлуатації споруд водовідведення встановлює режим експлуатації об'єктів і режим роботи обслуговуючого персоналу. Робочі місця повинні бути забезпечені інструкціями з експлуатації окремих споруд, насосно-силового обладнання, хлораторних і озонаторних установок і т.п., у яких вказуються порядок їх експлуатації, послідовність операцій при пуску і зупинці споруд, при аварії, періодичність проведення ремонтів. Робочі місця обслуговуючого персоналу обладнуються освітленням, опаленням, вентиляцією, водопроводом і каналізацією, захисними пристроями і пристосуваннями, медикаментами. На робочих місцях повинні бути вивішені інструкції з техніки безпеки та протипожежної безпеки. Працівники забезпечуються відповідним спецодягом і взуттям.

Експлуатація каналізаційних мереж полягає в періодичному огляді, перевірці умов роботи і технічного стану, профілактичному очищенні та промиванні, усуненні засмічень і ліквідації аварій, поточному ремонті, веденні технічної документації з експлуатації.

У процесі експлуатації каналізаційної мережі можливі різні порушення її роботи, пов'язані з закупоркою або зменшенням перетину труб за рахунок відкладення осаду, налипання нафтопродуктів, корозії стінок труб, лотків і колодязів через потрапляння зі стічними водами кислот і лугів, фізичного руйнування окремих елементів. З метою виявлення та усунення цих порушень здійснюються періодичні огляди, промивання, очищення каналізаційної мережі. Профілактична промивання очищення мережі здійснюється у відповідності з планом робіт – зазвичай один раз на рік. Промивають і очищають труби водою за допомогою гумових куль, йоржів, кішок. Останнім часом широко застосовується механізована промивка мережі струменями води високого тиску за допомогою спеціальних машин. Колодязі від

відкладень очищаються за допомогою асенізаційних машин або вручну. При сильному забрудненні труб щільними осадами, в'язкими нафтопродуктами застосовують спеціальні йоржі, що протягуються по трубопроводу за допомогою лебідок. Для розігріву нафтопродуктів в окремих випадках застосовують пару.

Експлуатація насосних станцій полягає в забезпеченні нормальної безперебійної роботи і справного стану обладнання. При ручному управлінні агрегатами до завдання персоналу входять пуск і зупинка насосів, дробарок, очищення решіток, змащування і огляд устаткування, ведення журналу роботи насосної станції, профілактичний ремонт. При автоматизованому управлінні необхідні періодичний контроль за роботою обладнання, регулювання зазорів у підшипниках, зміна мастила, поточний ремонт. Не більш ніж через 10000 год роботи насоса проводиться повна ревізія, капітальний ремонт зі зняттям кришки, вала і коліс, відновленням усіх зношених деталей. Останнім часом здійснюється перехід на дистанційний диспетчерський контроль робочих параметрів і технічного стану насосних агрегатів і управління ними, що не вимагає присутності персоналу безпосередньо на насосних станціях.

Експлуатація очисних споруд полягає в підтримуванні оптимального режиму їх роботи, технічного обслуговування і регулярного контролю за процесом очищення стічних вод. Для забезпечення нормальних умов роботи споруд необхідно, забезпечуючи нормативне навантаження і рівномірний розподіл витрат між окремими спорудами, контролювати витрату і режим їх надходження на очисну станцію, регулювати подачу стисненого повітря, пари та реагентів, регулярно вести спостереження за роботою і станом всіх елементів споруд, своєчасно виявляти і усувати несправності. Нормальну роботу очисної станції можуть порушити перевантаження з витрати, різкі коливання складу і кількості забруднень, потрапляння в побутові води токсичних речовин (нафтопродукти, кислоти, луги), перебої електроенергії, недостатній контроль за ходом процесу очищення стічних вод. Для нормальної роботи споруди важливим є видалення осаду (мінеральних домішок, важких смол і т. п.) і спливаючих речовин (жири, мастила, легкі смоли, нафтопродукти). Несвоєчасне їх видалення може призводити до

порушення нормальної роботи споруд. Для установок, розташованих за межами будівель, важливим етапом їхньої нормальної експлуатації є підготовка до зміни сезонних умов. У холодну пору року необхідно утеплювати споруди, перекриваючи їх і відкриті лотки щитами, забезпечувати підігрів нафтопродуктів у нафтоуловлювачах, смоло-мастилоуловлювачах, флотаторах і флотаторах-відстійниках і т. п.

Для споруд біологічного очищення одним з головних завдань експлуатації є підтримка сприятливих умов для життєдіяльності мікроорганізмів, забезпечуючи своєчасну подачу повітря в біофільтри і аеротенки в необхідній кількості, виключаючи перевантаження з витрати і прогножуючи необхідний технологічний режим роботи залежно від зміни складу і властивостей стоків, що надходять, забезпечуючи подачу в аеротенки активного мулу необхідної якості і в необхідній кількості. Особливий контроль за роботою споруд біологічного очищення необхідний при температурі стічних вод нижче $+10^{\circ}\text{C}$. Не можна допускати надходження до аеротенків і на біофільтри плаваючих і грубоемульгованих нафтопродуктів і смол, які гальмують життєдіяльність мікроорганізмів. Порушення нормального перебігу процесів біологічного очищення може потребувати значного стабілізаційного періоду для виведення їх на нормальний режим роботи строком до декількох місяців.

Контроль за роботою очисних споруд. Технологічний контроль за роботою очисних споруд та окремих споруд очисної станції здійснюється для оперативного керування роботою очисних установок і для оцінки ефективності роботи всього комплексу очисних споруд. Якість очищення стічних вод оцінюється за даними хімічних і бактеріологічних аналізів, які робляться лабораторією очисних споруд, а також службами СЕС та басейновою інспекцією. Періодичність і місця відбору проб, а також показники якості стічних вод, що підлягають визначенню, встановлюють залежно від місцевих умов, при узгодженні з місцевими організаціями санітарного нагляду. При очищенні побутових стічних вод у вихідній пробі зазвичай визначають кількість зважених речовин, температуру. У відстояній воді, крім того, зазвичай визначають прозорість, забарвлення, азотамонійних солей і БПК. При надходженні виробничих стоків

встановлюють ГПК, вміст нафтопродуктів, фенолів, ПАВ. Після біологічного очищення, крім перерахованих показників, визначають нітрити, нітрати, розчинний кисень; після хлорування – залишковий хлор (не менше 0,5-1 мг/л).

У виробничих стічних водах контролюють рН, вміст нафтопродуктів, мастил, смол, фенолів, солей важких металів, заліза, хлоридів та інших елементів, характерних для стоків даного підприємства.

Регулярне зіставлення результатів контролю вод, що поступають, вступників і стічних вод, що пройшли очищення, дає можливість оцінити ефективність роботи очисних споруд і вчасно усунути виникаючі неполадки. Експлуатація споруд водовідведення повинна здійснюватися з дотриманням Правил техніки безпеки і виробничої санітарії при експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд на залізничному транспорті і транспортному будівництві.

Експлуатація систем каналізації включає:

- профілактичний огляд – огляд і регулювання найбільш відповідальних частин не менше двох разів на рік;
- планово-попереджувальний ремонт – повна або часткова заміна окремих агрегатів або цілої конструкції;
- ліквідація аварій (засмічення трубопроводів; руйнування трубопроводів і стикових з'єднань; поломки насосів і запірної арматури).

Експлуатацією систем каналізації на залізничному транспорті займаються спеціалізовані підрозділи при дистанціях колії та будівлях, які підпорядковуються відділам водопостачання та каналізації при управліннях і відділеннях залізниці (НОД-ВОД).

Список літератури

1 Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. В.С. Дикаревского. – М.: ИГ «Вариант», 1999. – 440 с.

2 Береза А.И., Коробков Ю.И. Водоснабжение на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1991. – 344 с.

3 Ляшенко О.Л. Водопостачання та водовідвід: Домашні завдання з методичними вказівками до їх виконання. – Харків: ХарДАЗТ, 1999.

4 Основи екології: Конспект лекцій / О.Л. Ляшенко, В.А. Борщов, І.М. Єгорова. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. – 146 с.

5 СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.

6 СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1986.

7 Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1984.

8 Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров. – М.: Стройиздат, 1986.