

Хмельницький національний університет

Соколан Ю.С.

ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ

Навчальний посібник для студентів, які навчаються за освітньо-професійною програмою підготовки бакалавра за спеціальністю 191 «Архітектура та містобудування».

*Затверджено на засіданні кафедри
будівництва та цивільної безпеки.
Протокол № 1 від 07.09.2021*

Хмельницький 2022

УДК 624/.692/.696(075.8)
С59

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Хмельницького національного університету
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
(лист № 041/1888 від 09.12.2021)*

Рецензенти:

- Друківаний М.Ф.** – д-р техн. наук, професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури
Вінницький національний технічний університет,
м. Вінниця
- Плугін Д.А.** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд
Український державний університет залізничного транспорту,
м. Харків
- Олександренко В.П.** – д-р техн. наук, декан факультету інженерії, транспорту та архітектури, професор кафедри галузевого машинобудування та агроінженерії,
Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький

С59 Соколан Ю.С.

Інженерне обладнання будівель. Навчальний посібник для студентів, які навчаються за освітньо-професійною програмою підготовки бакалавра за спеціальністю 191 «Архітектура та містобудування» / Ю.С. Соколан. - Хмельницький: ФОП Цюпак А.А., 2022. - 226 с.

ISBN 978-617-513-932-1

Розглянуті особливості призначення, класифікації, улаштування, основних елементів, характеристик інженерного обладнання будівель, оволодіння сучасними методами та формами організації, планування і контролю заходів з використання інженерного обладнання будівель, проектування систем водопостачання, водовідведення, теплогазопостачання, електрозабезпечення, вентиляції та кондиціонування, трасування трубопроводів.

Рекомендовано студентам, які навчаються за спеціальністю «Архітектура та містобудування». Може бути використане при вивченні дисципліни «Інженерне обладнання будівель».

УДК 624/.692/.696(075.8)

УДК 624/.692/.696(075.8)

© ХНУ, 2022

Вступ

В сучасному будівництві житлові, громадські та виробничі будинки обладнуються всіма інженерними системами, що спрямовані на забезпечення комфортності проживання та оптимальні умови робочих місць. Ці системи суттєво впливають на архітектуру, об'ємно-планувальні рішення будівель та інтер'єр приміщень. Крім того, оскільки експлуатація інженерних систем пов'язана із значними витратами води, тепла і енергії, необхідно забезпечити їх раціональну та економічну роботу.

При проектуванні та будівництві інженерних систем будівель і споруд приділяється велика увага зниженню вартості будівельно-монтажних робіт, економії матеріалу при поліпшенні якості будівництва та підвищенні надійності роботи обладнання в процесі експлуатації. Для цього потрібні фахівці високої кваліфікації, які здатні на сучасному рівні приймати архітектурно-технічні та техніко-економічні рішення як при проектуванні і будівництві, так і при реконструкції інженерних систем.

Метою вивчення дисципліни Інженерне обладнання будівель студентами спеціальності 191 Архітектура та містобудування полягає у формуванні у майбутніх фахівців умінь і знань з сучасних методів проектування, будівництва та експлуатації внутрішніх інженерних систем.

Відповідно до Стандарту вищої освіти із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

компетентності: вміння дотримуватися нормативно-технічної бази архітектурного проектування, правила виконання, оформлення і узгодження проектної документації; знання вимог до інженерного обладнання будівель, вміння проектувати системи електричного, газового тепло- і водопостачання,

вентиляції і каналізації; знання принципів реконструкції цивільних і виробничих будівель та прилеглих територій, вміння виконувати натурне обстеження і функціональне зонування об'єкта;

програмні результати навчання: оволодіння необхідним обсягом теоретичних і практичних знань з питань призначення, класифікації, улаштування, основних елементів, характеристик інженерного обладнання будівель, оволодіння сучасними методами та формами організації, планування і контролю заходів з використання інженерного обладнання будівель, проектування систем водопостачання, водовідведення, теплогазопостачання, електрозабезпечення, вентиляції та кондиціонування, трасування трубопроводів.

Мета дисципліни. Формування у майбутніх фахівців умінь і знань з основ проектування, монтажу та експлуатації внутрішніх інженерних систем житлових, громадських і промислових об'єктів та споруд. Вивчення методів підбору відповідних інженерних систем, основні напрямки науково-технічного прогресу, оцінювання якості монтування інженерного обладнання будівель та споруд.

Предмет дисципліни: сучасні схеми та системи інженерного обладнання будівель та споруд, а саме водопостачання, водовідведення, вентиляції, кондиціонування, вертикального транспорту, електрозабезпечення, теплопостачання, газопостачання, зв'язку та охоронної і пожежної сигналізації. .

Завдання дисципліни: дати знання теоретичних основ існуючих підсистем інженерного обладнання будівель та їх класифікації, сформувані структуровані знання залежностей існуючих підсистем інженерного обладнання будівель між собою; сформувані вміння в області підбору потрібного інженерного обладнання будівель за заданими критеріями; надати навички розрахунку потрібної кількості обладнання.

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: знати призначення систем теплопостачання, водопостачання, газопостачання, електропостачання та водовідведення, класифікації інженерних мереж та споруд, джерела енергопостачання та вимоги до їх розташування, методи трасування інженерних мереж; класифікаційні ознаки та характеристики внутрішніх інженерних систем; вміти використовувати нормативно-технічні матеріали, згідно із завданням на проектування вирішувати питання водовідведення, теплопостачання, газопостачання, електропостачання, згідно з планом поверху та призначення будівлі запроектувати внутрішні системи опалення, холодного та гарячого водопостачання, каналізації; вибрати оптимальні параметри систем інженерних мереж для забезпечення ефективності та надійності в експлуатації для конкретних умов.

Посібник написано у відповідності з навчальною програмою дисципліни «Інженерне обладнання будівель» для студентів, які навчаються за спеціальністю 191 «Архітектура та містобудування» та рекомендовано до систематичного використання в процесі вивчення даного курсу.

Поняття та види інженерного обладнання будівель

Інженерне обладнання будівель - це комплекс технічних пристроїв, що забезпечують сприятливі (комфортні) умови побуту, трудової діяльності, технологічного процесу в приміщеннях житлових, громадських та промислових будівель.

Основні положення стосовно проектування, будівництва, експлуатації та реконструкції інженерних систем регламентуються Державними будівельними нормами. Державні будівельні норми (ДБН) – це нормативно-правові акти, затверджені центральним органом виконавчої влади з питань будівництва та архітектури.

Державні будівельні норми охоплюють всі галузі народного господарства та регламентують діяльність різноманітних сфер життєдіяльності людини. Офіційним видавцем більшості будівельних нормативів України є Мінрегіонбуд – Міністерство розвитку громад та територій України. Воно працює задля підвищення конкурентоспроможності регіонів, розвитку місцевого самоврядування, забезпечення комфортних та безпечних умов проживання населення України, створення та дотримання ефективних правил та умов будівельної діяльності, гармонійного життєвого середовища, ефективного використання енергоносіїв у сфері ЖКГ.

За розділами ДБН поділяються на розділи:

А – Організаційно-методичні нормативи, які поділяються на:

А 1 – стандартизація;

А 2 – проектування;

А 3 – виробництво;

Б – Містобудівні норми:

Б 1 – Містобудування;

Б 2 – Планування;

В – Технічні нормативні документи. Технологія виробництва:

В 1 – Вимоги;

В 2 – Об'єкти, продукція;

В 3 – Експлуатація, ремонт;

Г – Рекомендовані норми, посібники:

Г 1 – Рекомендації;

Д – Кошторисні норми та правила:

Д 1 – Нормування;

Д 2 – Кошториси.

Інженерне обладнання за призначенням можна умовно розділити на окремі інженерні системи:

1. Водопостачання - комплекс інженерних споруд, машин і апаратів, які призначені для добування води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування і подачі споживачам.

Основними ДБН стосовно водопостачання є ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Основні положення проектування, ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація, ДБН В.2.5-22-2002 Зовнішні мережі гарячого водопостачання та водяного опалення з використанням труб із структурованого поліетилену з тепловою ізоляцією із спіненого поліетилену та захисної гофрованої поліетиленової оболонки, тощо.

2. Водовідведення - це послуга, яка передбачає відведення стічних вод з території промислових, житлових будівель за допомогою інженерних санітарно-технічних приладів та каналізаційної мережі.

Основні ДБН: ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація, ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Проектування Зовнішніх мереж та споруд, тощо.

3. Вентиляція – це сукупність заходів та пристроїв, які забезпечують розрахунковий обмін повітря в приміщенні.

4. Кондиціонування - це створення та автоматичне підтримання в приміщеннях параметрів повітря на певному рівні з метою забезпечення оптимальних умов.

5. Опалення - це штучний обігрів приміщення протягом опалювального періоду з метою відшкодування в них теплових витрат і підтримки на заданому рівні температури, що відповідає умовам теплового комфорту та/або вимогам технологічного процесу.

Основним регламентуючим документом для вентиляції, кондиціонування та опалення є ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.

6. Електрозабезпечення - це комплекс пристроїв для передачі і розподілення електричної енергії від джерела живлення до приймачів. Джерелом живлення можуть бути як окремі трансформаторні підстанції, так і трансформаторні підстанції сусідніх об'єктів.

7. Газопостачання - це системи, призначені для транспортування і розподілу газу між споживачами на побутові, комунально-побутові та технологічні потреби.

8. Вертикальний транспорт - це важлива складова частиною інженерного обладнання, яка забезпечує ефективне використання будівель, комфортність роботи і проживання в них.

9. Охоронна та протипожежна сигналізація.

10. Зв'язок. Під зв'язком розуміються будь-які види систем, призначені для передачі сигналів та зв'язку, наприклад, кабельне телебачення, телефонія, інтернет, тощо.

Проектування та будівництво житлових комплексів з врахуванням всіх потрібних інженерних систем – це перший, основний, але не останній фактор у розгляді будівель. Після здачі в експлуатацію слід приділяти увагу встановленим інженерним системам. Ці системи потребують регулярних перевірок, з часом зношуються, потребують ремонту, заміни деталей, цілих вузлів, або повної заміни системи постачання, наприклад, водопроводу.

Водопостачання населених пунктів

Першочергова роль води в житті всіх живих істот, і людини в тому числі, пов'язана з тим, що вона є універсальним розчинником величезної кількості хімічних речовин. Тобто фактично є тим середовищем, в якому і протікають всі процеси життєдіяльності. Певне і постійне утримання води – це необхідна умова існування живого організму. При зміні кількості споживання води та її солявого складу порушуються процеси травлення і засвоєння їжі, кровотворення та ін. Без води неможлива регуляція теплообміну організму з навколишнім середовищем та підтримання температури тіла пов'язана з тим, що вона є універсальним розчинником величезної кількості хімічних речовин.

Система водопостачання – це комплекс інженерних споруд, машин і апаратів, які призначені для добування води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування і подачі споживачам.

За призначенням системи водопостачання поділяються на:

- *Господарсько-питні системи* – подають воду для пиття, приготування їжі і проведення санітарно-гігієнічних процедур. Вода повинна бути питної якості.
- *Протипожежні системи* – призначені для подачі води під час гасіння пожежі. Вода в такій системі може бути і не питної якості;
- *Технологічні потреби промислових підприємств* – використання води як для промивки і охолодження сировини, так і для обслуговування устаткування.

Класифікація систем водопостачання показана на рис. 1.1.

Не слід забувати, що вода – це поновлюваний, але вичерпний ресурс. Запаси води в світі наведені у табл. 1.1. 0,25% (16 млрд. км³) маси планети Земля – це вода. З них 13 млрд км³ знаходяться в глибинних шарах Землі. Лише 1,385 млрд. км³ – це гідросфера (океани, моря, ріки ітд). Але прісної води в загальному об'ємі не більше 2-3%.

На початок 2010 року в Україні розвідано 450 родовищ питних і технічних підземних вод, 209 родовищ мінеральних вод, 1 родовище теплоенергетичних підземних вод і 1 родовище промислових підземних вод. Упродовж 2009 року розвідано і поставлено на державний баланс 20 ділянок родовищ питних і технічних підземних вод із запасами промислових категорій 31,9 тис. м³/добу і 4 ділянки родовищ мінеральних підземних вод із запасами промислових категорій 505,5 м³/добу.

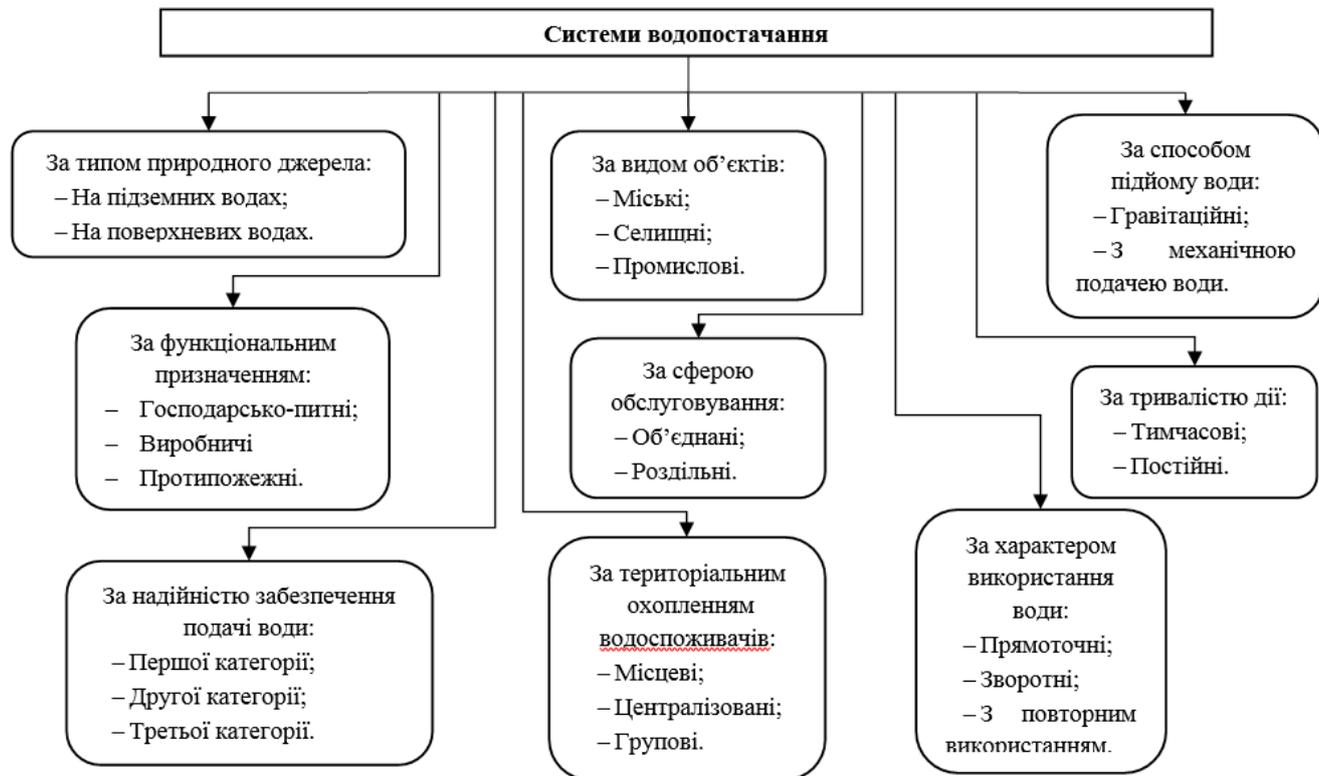


Рисунок 1.1 – Класифікація систем водопостачання

Таблиця 1.1. Запаси води в світі

Частини гідросфери	Об'єми прісної води, км ³	% від даної частини гідросфери	% від загального об'єму прісної води
Льодовики	24000000	100	85
Підземні води	4000000	6,7	14
Озера і водосховища	155000	55	0,6
Грунтова волога	83000	98	0,3
Пара атмосфери	14000	100	0,05
Річкові води	1200	100	0,004
Всього	28253200		100

Значна частина води знаходиться в твердій фазі (лід, льодові покриви на вершинах гір). Передбачається використовувати воду за рахунок збільшення водовіддачі льоду з полярних районів, однак обидва способи важко здійснювати практично, крім того, ще не вивчені екологічні наслідки їх реалізації. На сучасному етапі можливості залучення додаткових водних ресурсів поки що обмежені.

Скидання відпрацьованих забруднених вод у водойми призводить до погіршення якості води. В ріки та інші водоймища скидається майже 450 км³ стічних вод, при цьому майже половина з них без попереднього очищення. Для того, щоб води зберегли свою здатність самоочищатися, необхідно не менш як десятикратне розведення стоків чистою водою. Забруднена вода не тільки не придатна для використання, але й завдає непоправної шкоди природному середовищу.

Складові процесу водопостачання. Умовно процес водопостачання населеного пункту (рис. 1.2) можна розділити на декілька етапів.

Складові системи водопостачання.

В загальному процес надходження води до кінцевого споживача можна розділити на декілька етапів. Складові системи водопостачання міста умовно розділені на етапи зображені на рис. 1.2.

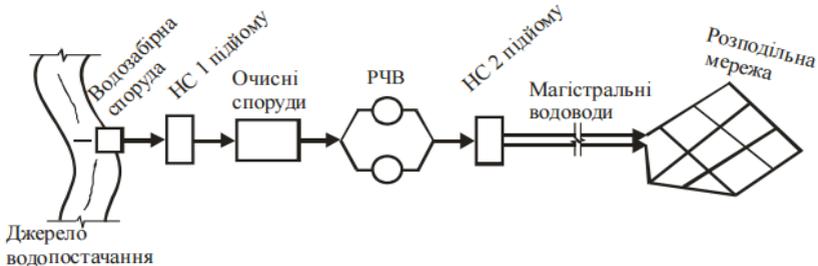


Рисунок 1.2 – Складові системи водопостачання

Першим і найголовнішим елементом системи водопостачання є **джерело водопостачання**. Розрізняють наступні джерела водопостачання:

1. Закритого типу (підземні) – *підземні* води, які утворюються внаслідок проникнення в землю атмосферних і поверхневих вод. Підземні води є розчинами, що містять солі, іони, колоїди і гази. Вони не містять нерозчинних домішок, не мають кольору, відрізняються високою прозорістю та досить часто не потребуються очищення. До основних фізичних властивостей відносять:

- колір залежить від хімічного складу підземних вод та механічних домішок, в основному безколірні;

- запах в підземних водах найчастіше відсутній;

- смак води залежить від складу розчинених речовин, наприклад, води, багаті органічними речовинами, мають солодкуватий смак;

- прозорість підземних вод залежить від кількості розчинених в ній мінеральних речовин, вмісту механічних домішок, органічних речовин і колоїдів;

- температура підземних вод залежить від геотермальних особливостей району;

- щільність. За одиницю щільності прийнято щільність дистильованої води при температурі 4 °С. Показник щільності залежить від температури, кількості розчинених солей, газів і завислих часток, і змінюється від 1 до 1,4 г/см³.

- стискуваність це характеристика, яка показує зміну об'єму рідини під дією тиску;

- в'язкість води характеризує внутрішній опір частинок рідини її руху;

- радіоактивність підземних вод визначають вмістом в ній радону, еманції радію. За рідкісними винятками усі підземні води в тій чи іншій мірі радіоактивні;

- електропровідність залежить від кількості солей, розчинених у підземних водах. Прісні води володіють незначною електропровідністю, дистильовані – своєрідні ізолятори.

До факторів, які обмежують підземний водозабір відносять:

- нерівномірність розташування підземних джерел на території Землі;

- труднощі, пов'язані з переробкою солоних підземних вод;

- знижені можливості природного відновлення;

- збільшення глибини залягання водоносних пластів.

2. Відкритого типу (поверхневі). До *поверхневих* джерел водопостачання належать річки, озера, водосховища. Морська вода після опріснення може також використовуватись для господарсько-питних потреб, хоча частіше у певних регіонах світу використовується у промислових та сільськогосподарських системах водопостачання. Такі джерела характеризуються значними змінами якості води в окремі сезону року. Якість залежить від атмосфе-

рних опадів, танення снігу, сільськогосподарської та виробничої діяльності людини в зоні водозабору.

Вибір джерела водопостачання залежать від якості води та його продуктивності, а схема джерела водопостачання міста залежить від виду джерела водопостачання.

1 етап – Водозабір.

Водозабір відбувається з підземних та поверхневих джерел водопостачання за допомогою водозабірних споруд.

Водозабірна споруда – це гідротехнічна споруда для відбирання води з водоймища, водотоку або підземного джерела з метою водопостачання.

Розрізняють водозабірні споруди *підземних* та *поверхневих* вод.

Водозабірні споруди підземних вод: вертикальні (свердловини, шахтні колодязі – рис. 1.3, а) та горизонтальні (траншейні та трубчасті споруди, штольні, комбінації штолень та колодязів, рис. 1.3, б).

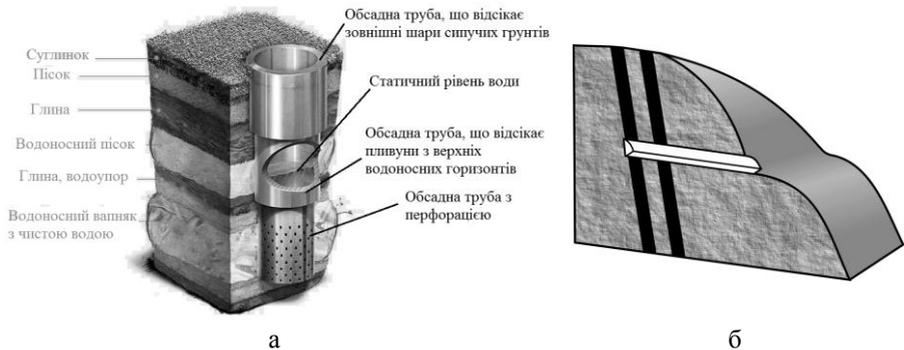


Рисунок 1.3 – Водозабірні споруди підземних вод:
а – свердловина; б - штольня

Водозабірні споруди поверхневих вод діляться на:

- водоприймачі берегового типу, які розміщуються на схилі та відкачують воду насосами (рис. 1.4);
- водоприймачі руслового типу, які складаються з приймального оголовка в руслі річки, звідки вода самопливом надходить до берегового колодязя і далі відкачується насосом (рис. 1.5).

Основні положення ДБН В.2.5-74:2013 щодо джерел водопостачання (збережена нумерація по ДБНу):

7.5. Допускається використання підземних вод питної якості для поповнення недоторканого протипожежного запасу води та в якості додаткових джерел пожежогасіння.

7.7. Дозволяється використання мінералізованих та геотермальних вод для питного або виробничого водопостачання (за умови відповідної підготовки).

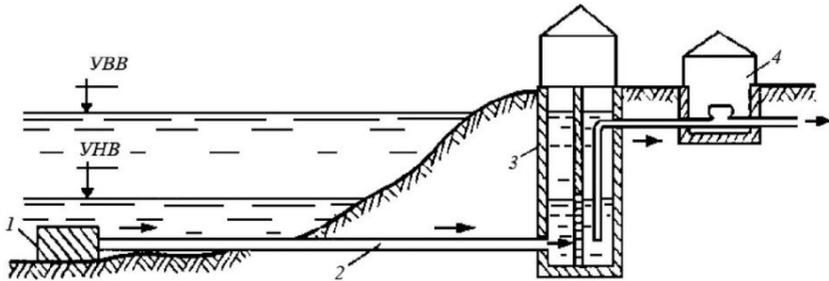


Рисунок 1.4 – Водозабір руслового типу:
 1 – оголовок, 2 – самопливна лінія,
 3 – береговий колодязь, 4 – насосна станція

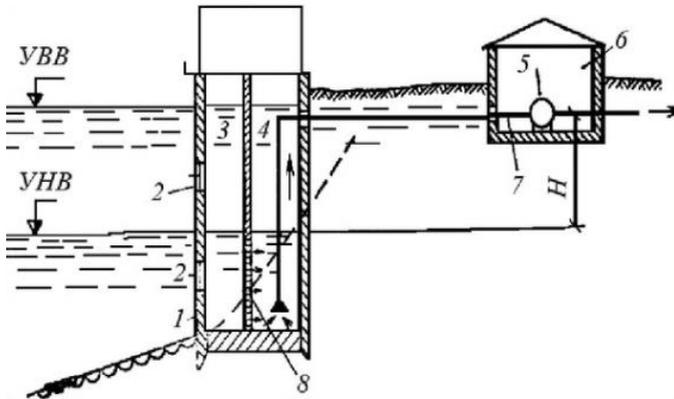


Рисунок 1.5 – Водозабір берегового типу:
 1 – колодязь прийому води, 2 – вхідні вікна, 3 – камера, що приймає,
 4 – камера, що всмоктує, 5 – насоси, 6 – машинний зал,
 7 – трубопроводи, що всмоктують, 8 – сітки

2 етап – Підйом води. Оскільки населений пункт найчастіше знаходиться вище рівня протікання поверхневих та підземних джерел, другим етапом процесу водопостачання є підйом води. Для цього використовуються **водопідйомні споруди** – це станції, обладнана системою насосів і допоміжним устаткуванням для перекачування води.

Параметри насосів визначаються двома значеннями: продуктивністю Q (обсягом води, що перекачується протягом заданого часу, $\text{м}^3/\text{год}$) та напруг, створюваний насосом H (висота стовпа води, піднятою насосом по вертикалі, м). Ці два параметри визначають так звану робочу характеристику насоса. Зміна одного з цих параметрів призводить до зміни іншого (рис. 1.6).

3 етап – Очищення та поліпшення якості води.

Перед споживанням води її необхідно очистити та підготувати до вживання, особливо якщо мова йде про господарсько-питні системи водопостачання. У таких системах вода обов'язково повинна бути *питної якості*.

Якість води – поєднання хімічного і біологічного складу та фізичних властивостей води водного об'єкта, яке зумовлює її придатність до використання. Якість води належить до найважливіших характеристик водних ресурсів, що визначають можливість їх раціонального використання та охорони від забруднення та виснаження. Вживання неякісної питної води загрожує важкими наслідками для здоров'я людини.

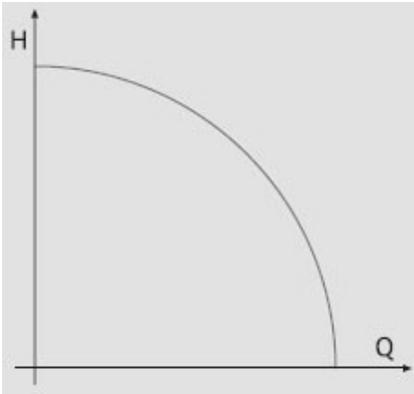


Рисунок 1.6 – Взаємозв'язок між продуктивністю насоса (Q) та тиском, створюваним насосом (H)

Якість води оцінюють за її складом та властивостями, після чого визначається її придатність для тих чи інших цілей. Особливо жорсткі вимоги висувають до води, яка використовується для господарсько-питних потреб споживачів. Ця вода повинна відповідати нормам ДСанПІН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Не комерційна організація Water.org щорічно публікує дані про країни, які потребують питної води. Якість води в цих країнах жахлива, навіть у найкращих готелях.

В трійку найнебезпечніших країн входять Афганістан, Ефіопія та Чад. В Афганістані чиста питна вода доступна лише 13% населення, а деякі райони взагалі страждають від відсутності якого-небудь доступу до води. В Ефіопії з численністю населення 82 мільйони тільки 42% жителів мають можливість щоденно пити воду, хоча й далеко не кращої якості. В Гані з причини поганого водо забезпечення та антисанітарії населення страждає від діареї та інших хвороб, викликаних паразитами, що потрапляють в організм людини через воду. Руанда та Бангладеш мають достатньо водних ресурсів з поганою інфраструктурою водопостачання хоча б для того, щоб безпечно помити руки водою з під крану, не кажучи вже про її споживання.

Перераховані вище країни не є найпопулярнішими туристичними напрямками відпочинку. В 10 країн з найгіршою водою входять також і 4 краї-

ни, які представляють собою одні із популярніших туристичних напрямків відпочинку.

4 місце – Камбоджа. 84% населення не мають доступу до чистої та небезпечної води. Змфсце – Лаос. Ситуація в Лаосі приблизно схожа до ситуації в Камбоджі. Крім того, навіть якщо у воді немає інфекційних організмів або паразитів, незвичний мінеральний склад води в Лаосі може негативно відобразитись на здоров'ї людини. 2 місце – Індія. Навіть сік з сахарного очерету (тростинка), який робить будь-який хлопчик на пляжі, чистіший, ніж водопровідна вода. 1 місце – Гаїті. Місцеве населення п'є воду не тільки з під крану, але й яка попадеться. В країні страшний дефіцит питної води.

На рис. 1.7. зображена доступність прісної води в світі.

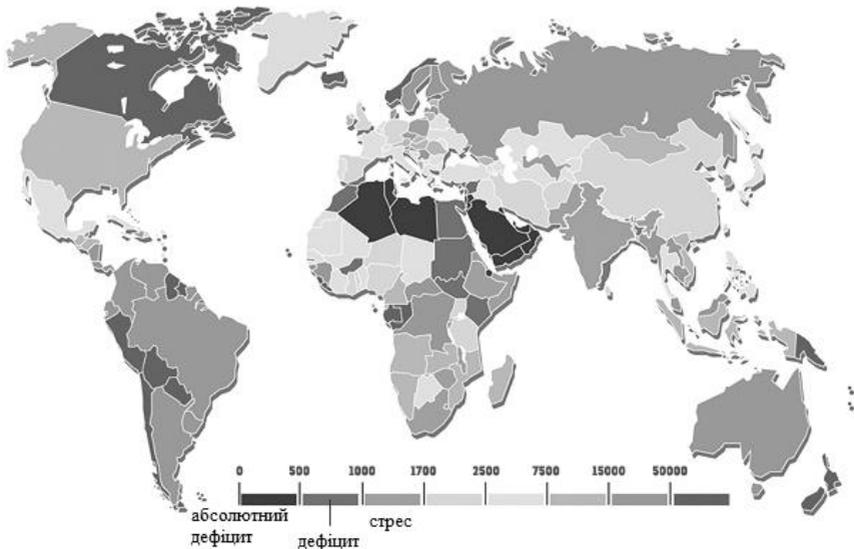


Рисунок 1.7 – Доступність питної води в світі (в кубометрах на людину в рік)

Розглянемо 10 країн з найвищою якістю питної води.

10 місце займає Ісландія, на 9 місці Німеччина, 8 місце Швеція. 7 місце займає Великобританія, в якій навіть королева п'є воду з під крану.

6 місце – Італія. Пити воду в Італії можна не тільки з під крану, а навіть з фонтанів. Вода у фонтанах ще з часів стародавніх римлян подається з акведуків та вважається однією з найчистіших екологічних вод в світі.

На 5 місці Австрія, в якій у водогін подається вода з артезіанських джерел. Перший водопровід з гірських джерел запрацював у 1873 році, а через 15 років вже майже у кожному місці Австрії. З кожним роком якість води тільки поліпшується.

4 місце посідає Франція. У воді з французьких водопроводів один з найнижчих показників числа бактерій в світі. Найкраща вода у водогоні жителів Віші та Евіан.

На 3 місці Люксембург. На території цієї крихітної держави знаходиться більше 70 водосховищ, ключів та підземних рік. Срібним призером стала Норвегія, а перше місце посіла Швейцарія. Склад води з під крану (не важливо, в якій частині Швейцарії ви знаходитесь), порівнюється зі складом багатьох мінеральних вод в пляшках.

Якість води в Україні за регіонами зображена на рис. 1.8.



Рисунок 1.8 – Якість води на території України та в частині сусідніх регіонів

Для питного водопостачання в Україні використовуються поверхневі та підземні прісні води. Централізоване водопостачання на 80 % забезпечується за рахунок поверхневих вод, які мають антропогенне забруднення.

Вода річки Дніпро є основним джерелом питного водопостачання країни. Зростаюче забруднення води поверхневих водойм, підсилене неефективною роботою водопровідних очисних споруд (невідповідність технологічних схем водоочистки, порушення технологічних режимів, незадовільний технічний стан розподільчої мережі, відсутність кваліфікованих експлуатаційних служб тощо), створює серйозну проблему отримання якісної питної води.

Підземні води більш захищені від зовнішніх факторів, а тому зазвичай характеризуються стабільним хімічним складом. Натомість в окремих регіонах за рахунок природних чинників або антропогенного впливу ці води мають некондиційний склад переважно за такими показниками, як жорсткість, загальна мінералізація, сульфати, сполуки заліза, марганцю, хлориди, рідше – за сполуками фтору та групи азоту. Низька якість вихідної води, насамперед поверхневих водойм, потребує від підприємств питного водопостачання за-

стосування таких технологічних схем і споруд, які б забезпечували адекватний рівень очищення природної води для подальшого споживання.

Централізованим водопостачанням в Україні забезпечено 450 міст, 783 із 891 селища міського типу, а також 6490 із 28584 сільських населених пунктів, що охоплює понад 70 % населення країни.

Як свідчать дані моніторингу, якість поверхневих вод постійно погіршується внаслідок безпосереднього скидання у водойми господарсько-побутових або промислових стічних вод, близько 40 % яких не очищується або не відповідає санітарним вимогам. Натомість протягом останніх десяти років простежується тенденція до зниження обсягів скидання у водойми забруднених господарсько-побутових стічних вод із 39 до 34 %, а промислових – із 42 до 39 %. Надходячи у водойми, недостатньо очищені або неочищені стічні води забруднюють їх завислими частками, органічними речовинами, патогенними й умовно патогенними бактеріями, вірусами, цистами найпростіших, яйцями гельмінтів. З промисловими стічними водами у водойми потрапляє значна кількість токсичних і канцерогенних хімічних речовин.

Найпроблемніші за еколого-гігієнічним станом вододжерела виявлено в Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Луганській та Одеській областях. Вони розташовуються у південному та східному регіонах України, де, крім дефіциту вологи та високих температур у теплий період року, забрудненню водойм сприяють скиди господарсько-побутових і промислових стічних вод без відповідної обробки.

Крім поверхневих водойм, до централізованого питного водопостачання залучено підземні джерела. Вони є важливим, а подекуди єдиним джерелом водопостачання населення, особливо сільського. При цьому близько половини обсягів підземної води, що подається тільки комунальними водопроводами, не відповідає чинному стандарту на питну воду (Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» ДСанПіН 2.2.4-171-10). У більшості випадків це зумовлено надлишковим вмістом мінеральних речовин у водовмісних ґрунтах, де формуються підземні води. Під наглядом санітарно-епідеміологічних станцій перебуває близько 19139 централізованих систем питного водопостачання. При цьому частка водопроводів, які не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам, постійно зростає.

Як відомо, якість питної води централізованих систем водопостачання залежить від якості вихідної води, ефективності технологій її підготовки, методів кондиціонування артезіанської води, а також стану водопровідних мереж і регулярності їх експлуатації. Серед основних причин відхилення стану водопроводів від гігієнічних вимог домінує відсутність водоохоронних зон (76-69 %), необхідного комплексу очисних споруд (13-18 %) та знезаражувальних установок (16-22 %). Відсутність зон санітарної охорони є найбільш характерною для сільських водогонів (понад 50 % об'єктів). Частка відомчих водопроводів, які не мають водоохоронних зон, становить 11-15 %, а комуна-

льних – 5-8 %. Необхідний комплекс очисних споруд відсутній у 6-7,5 % сільських, 4-5 % відомчих та 3-5 % комунальних водопроводів. Відсутність знезаражувальних установок також частіше відзначається на сільських водогонях (11-13 %). Для відомчих і комунальних водогонів цей показник становить 3-4 та 2-3 % відповідно.

У більшості регіонів України основною причиною відхилення від гігієнічних вимог є відсутність на водопроводах зон санітарної охорони. Водночас у Дніпропетровській (100 %), Черкаській (100 %), Житомирській (85,5 %), Закарпатській (55,0 %), Львівській (55,0 %), Київській (48,6 %) областях та місті Севастополь (50,0 %) значний відсоток водопроводів не має повного комплексу очисних споруд. Відсутність знезаражувальних установок характерна для багатьох водогонів Івано-Франківської (100 %), Донецької (71,2 %), Тернопільської (50 %), Луганської (41,4 %), Житомирської (41,9 %), Закарпатської (40,0 %), Одеської (33 %) областей, АР Крим (43,1 %) і м. Севастополя (50 %).

Найбільша кількість проб питної води з мереж України відхиляється від нормативів чинного стандарту за органолептичними показниками (63-72 %). Проби питної води з наднормативною загальною мінералізацією становлять 23-28 %, із перевищенням ГДК хімічних речовин – 10-16 %, а з надлишковим вмістом нітратів – 4-7 %. Протягом останніх десяти років також спостерігається зниження частки проб питної води з перевищенням мікробіологічних показників (в основному колі-індексом).

Найгірша якість питної води у системах централізованого водопостачання з відхиленням від державних санітарних норм і правил за санітарно-хімічними показниками реєструється у Луганській (35,1 %), Запорізькій (20,0 %), Дніпропетровській (19,6 %), Миколаївській (17,5 %), Херсонській (16,1 %) та Київській (15,7 %) областях. Бактеріологічне забруднення, яке перевищує нормативи, частіше фіксується у Тернопільській (7,4 %), Закарпатській (7,3 %), Харківській (7,2 %), Вінницькій (7,0 %), Миколаївській (6,9 %) та Кіровоградській (5,6 %) областях.

Таким чином, проблеми водопостачання населення та якості питної води значно загострилися, особливо в останні роки, і потребують комплексного вирішення. Основна кількість водоочисних споруд була побудована понад 40-50 років тому й морально застаріла. На більшості з них застосовуються недосконалі технології, реагенти і матеріали, що не здатні перешкоджати потраплянню у питну воду речовин, дія яких на організм людини може негативно вплинути на її здоров'я.

Показники якості води:

- Кольоровість – забарвлення води.
- Мутність – вміст у воді завислих частинок.
- Присмак – схематично виділяють 4 присмаки: солоний, гіркий, солодкий, кислий.
- Запах – може бути природного і штучного походження.

- Активна реакція води – визначається концентрацією іонів водню і виражається через рН
 $pH = 7$ – нейтральне водне середовище,
 $pH < 7$ – кисле, $pH > 7$ – лужне
- Твердість – вміст у воді солей кальцію та магнію
- Окисненість – вміст у воді розчинених органічних речовин, слугує показником можливого забруднення
- Мінералізація – вміст у воді розчинених солей.

Таким чином, слід розглянути *методи водопідготовки*, очищення та дезінфекції питної води. Велика частина води вимагає деякого типу водопідготовки перед вживанням, навіть вода з глибоких колодязів або джерел. Обсяг водопідготовки залежить від джерела води.

Стежити за якістю води вкрай важливо. За статистикою 25 млн. чоловік щорічно вмирають від хвороб, що передаються з водою. Для цього вода в системі господарсько-питного водопостачання обов'язково проходить очищення та інші методи підготовки, кількість та вид яких залежить від початкової якості води в джерелі водопостачання.

– **Водоочищення** – це оброблення природної води з метою покращення її якості за допомогою механічних, хімічних, фізичних та біологічних методів.

– **Знезаражування води.** Знищення мікроорганізмів, бактерій, вірусів, які можуть викликати холеру, дизентерію, паратиф та інші. Значна частина бактерій і вірусів затримується при проясненні та фільтруванні, а ті, що лишились, знищують шляхом обробки води хлором, озоном, сріблом, або бактерицидним ультрафіолетовим опроміненням.

– *Хлорування.* Попри існування без хлорних методів знезараження, хлорування й досі залишається найпоширенішим способом дезінфекції питної води. У світі у водо підготовці застосовують або чистий хлор, або хлоромісні препарати.

– *Озонування.* Озонування питної води є ефективним методом знезараження, але не таким дешевим, а від того, не таким поширеним, як хлорування чи обробка гіпохлоридом. Станом на 2018 рік у комунальному водогосподарстві озонування застосовується лише в м. Київ.

– *Інші методи.* У надзвичайних ситуаціях, коли звичайні системи водопідготовки не працюють, вода від патогенних мікроорганізмів, які можуть бути вбиті або інактивовані, обробляється кип'ятінням. Проте це вимагає багато джерела палива і може бути дуже обтяжливим для споживачів, особливо там, де важко зберігати кип'ячену воду в стерильних умовах і не є надійним способом вбити деяких цист паразитів.

– **Знебарвлення води.** Усунення речовин, що обумовлюють кольоровість води. Як правило, проходить при проясненні та знезаражуванні.

– **Прояснення води** - видалення з води завислих речовин, тобто зменшення її каламутності. Проводиться шляхом відстоювання, фільтрування, центрифугування і флотацією.

– **Фільтрування** – це процес очищення води, який полягає в пропусканні води через шар дрібнозернистого фільтруючого матеріалу. Принципова схема фільтрації води наведена на рис. 1.9.

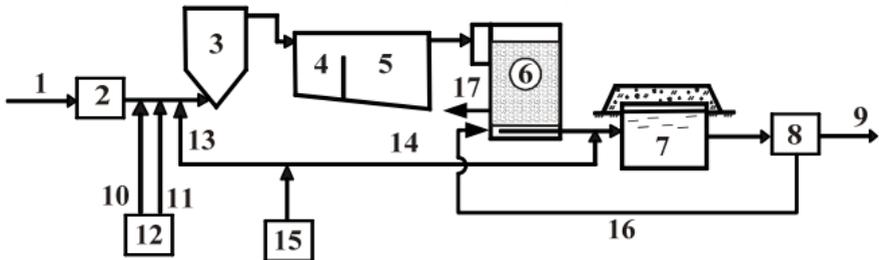


Рисунок 1.9 – Принципова схема фільтрації води:

- 1 - подача вихідної води від водозабору; 2 – насосна станція 1-го прийому; 3- змішувач; 4 - камера утворення пластівців; 5 - горизонтальний відстійник; 6 - швидкий фільтр; 7 - резервуар чистої води; 8 - насосна станція 2-го підйому; 9 - подача води питної якості; 10 - подача розчиненого коагулянта; 11 - подача вапняного молока; 12 - реагентне господарство; 13- первинне хлорування; 14 - вторинне хлорування; 15 - хлораторна; 16 - подача очищеної води для промивки фільтрів; 17 - скидання забрудненої води фільтрів.

Також існують спеціальні методи поліпшення якості води, до яких відносяться:

– **Пом'якшення** – застосовують для зниження її жорсткості шляхом усунення або зменшення солей кальцію, магнію, в основному при підготовці води для котельних установок та окремих технологічних підприємств (текстильна, хімічна промисловість).

– **Знезалізнення** – при значному вмісті заліза води при контактні з киснем набуває бурого кольору і неприємного металевого присмаку. При знезалізненні підземних вод найчастіше використовують безреагентні методи, а поверхневих вод – реагентні.

– **Стабілізація** – надання воді властивостей, при якій вода втрачає здатність викликати корозію або відкладати солі.

– **Знесолення** – видалення з води розчинних солей (повне знесолення необхідне, наприклад, при підготовці води для котлів високого тиску).

– **Опріснення** – часткове видалення розчинних солей.

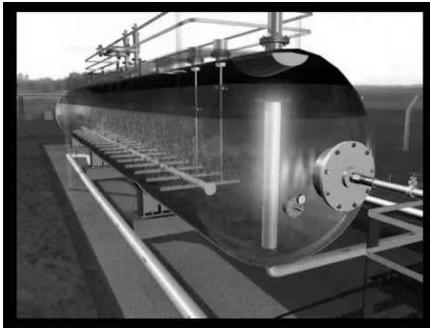
– **Дезодорація** – зниження інтенсивності присмаків і запахів.

– **Дегазація** – видалення розчинених у воді газів.

- Фторування та знефторення – для досягнення оптимального для людського організму вмісту фтору (0,8-1,2 мг/л).
- Охолодження.

4 етап – Відстоювання та зберігання.

Відстійниками (рис. 1.10, а) називаються штучні резервуари або природні водоймища, в яких під дією сили тяжіння або з використанням реагентів відділяються, спливають або випадають в осад домішки, які знаходяться в воді.



а



б

Рисунок 1.10 – Споруди етапу відстоювання та зберігання води:
а – закритий відстійник; б – резервуар чистої води

Існують горизонтальні відстійники, вертикальні відстійники, наполовину безперервної дії, безперервної дії, тонкошарові відстійники, для розділення емульсій, з конічними полками або з гребінчастими мішалками.

Якщо розглядати водоспоживання протягом доби, то вдень населення потребує більшої кількості, ніж вночі. Коливання споживання води по годинам залежить від кількості населення: чим менше населений пункт, тим значніше ця нерівномірність.

Як видно (рис. 1.11) найбільша різниця в споживанні води протягом доби характерна невеликим населеним пунктам, а найменша – великим містам. Будівельні норми передбачають середню норму споживання води до 400 л на добу на одного жителя, хоча у великих містах ця норма перевищена і продовжує зростати.

Для забезпечення безперебійного водопостачання протягом доби незалежно від пори доби, в системах водопостачання обов'язково передбачається наявність резервуарів чистої води (рис. 1.10, б). Резервуари чистої води (РЧВ) – це закрита споруда для створення запасу питної води, необхідної для компенсації можливої невідповідності між об'ємом подачі води та її споживанням в окремі години.

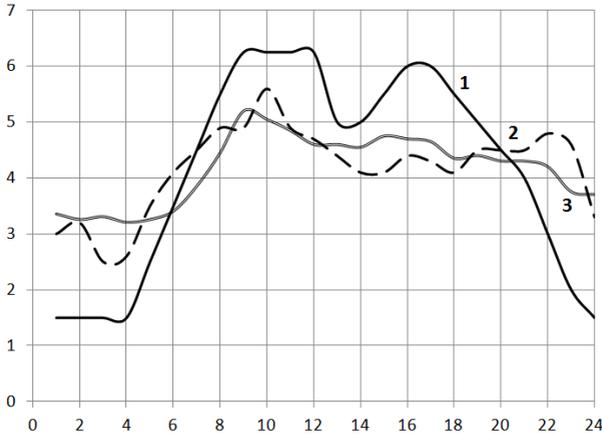


Рисунок 1.11 – Режим водоспоживання протягом доби:
1 – невеликі міста; 2 – середні міста; 3 – великі міста

5 етап – транспортування.

Водопровідні мережі призначені для транспортування води від джерела водопостачання до споживачів. Вони включають в себе водоводи, **магістральні мережі** та розподільні трубопроводи. На рис. 1.12 зображена мережа розподільних трубопроводів міста Одеса.

Для транспортування води споживачам спочатку магістральними трубопроводами, а потім розподільною мережею можуть використовуватись труби, виготовлені з різних матеріалів. Матеріал обирається в залежності від багатьох факторів, наприклад, якості ґрунту, наявності зовнішніх статичних або динамічних навантажень, вартість, тощо.

Сталеві – безшовні та зварні (з спіральним (рис. 1.13, а) або прямим (рис. 1.13, б) швом). Безшовні труби міцні і використовуються для влаштування підземних переходів під залізницями та автомагістралями, в сейсмічних районах, тощо. За стандартами випускають діаметром 6-1400 мм та довжиною 4-12 м. Обов'язковим є використання захисту від корозії.

Чавунні труби (рис. 1.14) порівняно із сталевими більш довговічні за рахунок значної товщини стінок. Серед недоліків – значна вага та крихкість при динамічних навантаженнях. Стандарт діаметру 50-1200 мм і довжини 2-7 м. Максимальний робочий тиск не повинен перевищувати 1,0-1,5 МПа.

Залізобетонні труби (рис. 1.15) застосовують переважно для водоводів. Ці труби довговічні, вимагають для виготовлення невеликих витрат металу, але мають значну вагу. Стандарт діаметру – 500-1500 мм на тиск 0,6-2 МПа і довжина до 5,2 м.

Азбестоцементні труби (рис. 1.16) стійкі до корозії, мають гладкі стінки з невеликим гідравлічним опором, малу вагу і низьку теплопровідність, легко механічно обробляються. Але вони крихкі, вимагають особливої уваги

при транспортуванні та динамічних навантаженнях. Стандарт діаметру 50-500 мм, довжини 3-4 м.

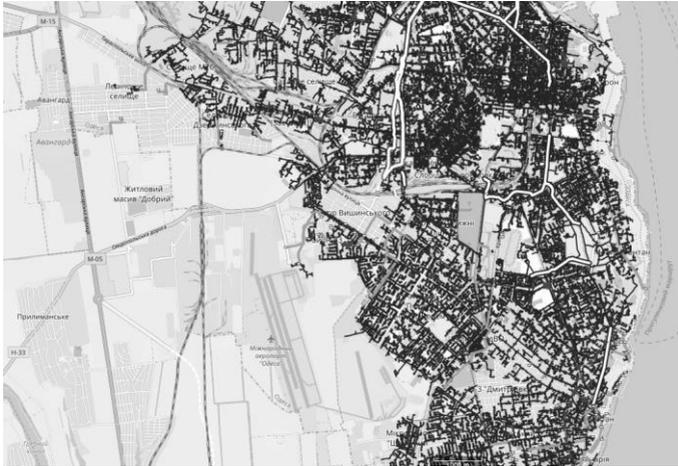


Рисунок 1.12 – Розподільна мережа у м. Одеса



а



б

Рисунок 1.13 – Сталеві зварні труби магістральних мереж водопроводу:
а – із спіральним швом; б – з прямим швом.

В азбестоцементних трубах потоком води можуть вимиватися мікроскопічні скалки азбесту, що має негативні наслідки, особливо коли вода використовується для пиття.

Пластикові труби (рис. 1.17) виготовляють з полімерних матеріалів: поліетилену, полібутилену, поліпропілену, полівінілхлориду та інших. Випускаються на тиск 0,25-1 МПа, діаметром до 630 мм та довжиною 6-12 м. Труби діаметру до 63 мм випускають значної довжини і замотують на бухти. Вони значно легші за металеві, стійкі до корозії, мають низький гідравлічний опір і низьку теплопровідність, легко обробляються та стикуються, гнучкі і пластичні.



Рисунок 1.14 – Чавунні труби



Рисунок 1.15 – Залізобетонні труби



Рисунок 1.16 – Азбестоцементні труби



Рисунок 1.17 – Пластикові труби

Порівняльні характеристики сталевих, чавунних, залізобетонних та пластикових труб (поліпропілен, поліетилен, полівінілхлорид) наведена у табл. 1.2.

Схема водопостачання населених пунктів.

На території більшості населених пунктів існують різні категорії водоспоживачів, які користуються водою різної якості та кількості.

У сучасних міських водопроводах витрати води на технологічні потреби складають у середньому 40% від загального об'єму водопостачання, при цьому біля 85% забирається від поверхневих джерел, 15% - від підземних. Вибір джерела водопостачання визначається технічними та економічними показниками.

Схема водопостачання для міст з **використанням поверхневих вододжерел** показана на рис. 1.18. Вода поступає у водоприймач (оголовок) 1 та по самопливним трубам 2 подається до берегового колодязя 3, а з нього насосною станцією першого підйому (НС1) до очисних споруд – відстійників 5 та фільтрів 6. Після очищення та знезаражування хлором або іншим засобом, насосною станцією другого підйому (НС2) і по водоводам 9 до баку водонапірної башти 10, після чого подається магістральною 11 та розподільчою 12 мережами до споживачів.

Схеми водопостачання з використанням підземних джерел найчастіше влаштовуються без очисних споруд (рис. 1.19). Вода в таких системах подається безпосередньо до резервуарів чистої води.

Таблиця 1.2. Порівняльні характеристики труб, виготовлених із різного матеріалу

	Поліпропілен (ПП)	Поліетилен (ПЕ)	Полівінілхлорид (ПВХ)	Чавун	Сталь	Залізобетон
Питома вага на 1м/п (D = 160мм), кг	7,06	3,77	5,62	28,1	17,5	104,9
Ступінь шорсткості внутрішньої поверхні	Гладка	Гладка	Низька, здатність до самоочищення, відсутні втрати напору на тертя	Висока, залежить від внутрішнього покриття	Підлягають заростанню внутрішньої поверхні продуктами корозії, шорсткість збільшується	Підвищена, внаслідок цього збільшується гідравлічний опір труби
Можливість виникнення корозії	Відсутня	Відсутня	Відсутня	Слабко підлягає (обов'язкове антикорозійне покриття)	Підлягає	Підлягає
Стійкість до впливу хімічних сполук, активних речовин, хлорування	Стійкі	Висока стійкість (окрім активних речовин, не рекомендується для каналізації)	Підвищена (у порівнянні з іншими полімерами)	Нестійка до впливу органічних кислот, стикові з'єднання нестійкі до агресивних та побутових рідин	Стійка	Нестійка до впливу кислот, лугів, солей

Продовження таблиці 1.2.

Границя міцності на розрив, МПа	28-35	20-38	30-50	-	-	-
Рівень морозостійкості	-	До -70	До -10	До -60	-	До - 50
Робоча температура	До +95	До +40	До +40	До + 50	-	До +50
Строк служби	Не менше 50 років	Не менше 50 років	Не менше 50 років	Не менше 80 років	15-25 років	Невеликий (арматура підлягає газовій та електрохімічній корозії)

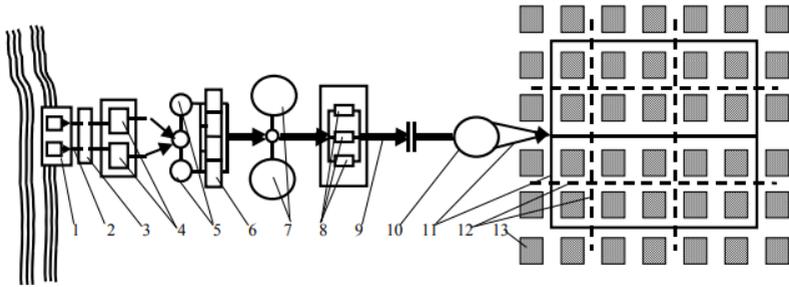


Рисунок 1.18 – Схема водопостачання міста:

- 1 – оголовок, 2 – самопливні труби, 3 – береговий колодязь, 4 – насосна станція першого підйому, 5 – відстійники, 6 – фільтри, 7 – резервуари чистої води, 8 – насосна станція другого підйому, 9 – водоводи, 10 – водонапірна башта, 11 – магістральна мережа, 12 – розподільча мережа, 13 – водоспоживачі

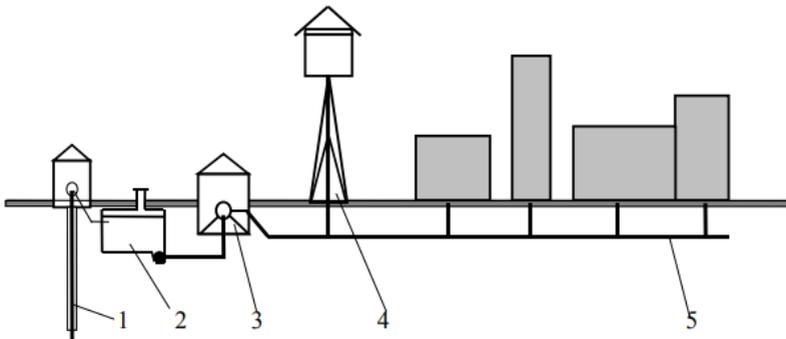


Рисунок 1.19 – Схема водопроводу на підземному джерелі:

- 1 – артезіанська свердловина з насосом, 2 – запасний резервуар, 3 – насосна станція другого підйому, 4 – водонапірна башта, 5 – водопровідна мережа

У відповідності з ДБН В.2.5-74:2013 **Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування** на випадок аварії на одній із ниток водоводу (рис. 1.20) повинна бути забезпечена подача води для господарсько-питних потреб (не менше ніж 70% від розрахункового водоспоживання). Для цього встановлюються перемички 3, за допомогою яких можна вимкнути на ремонт будь-яку ділянку водоводу.

Класифікація водопровідних мереж.

За кількістю точок живлення водопровідні мережі можуть бути з однією (моноструктурні) або з кількома точками живлення (рис. 1.21).

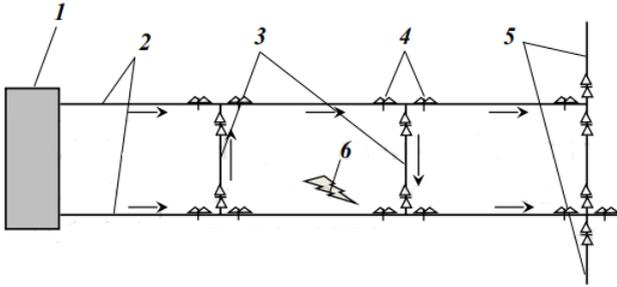


Рисунок 1.20 – Схема водоводу в дві нитки з перемичками між ними:
 1 – насосна станція; 2 – нитки водоводу; 3 – перемички; 4 – засувки; 5 – водопровідна мережа міста; 6 – місце аварії

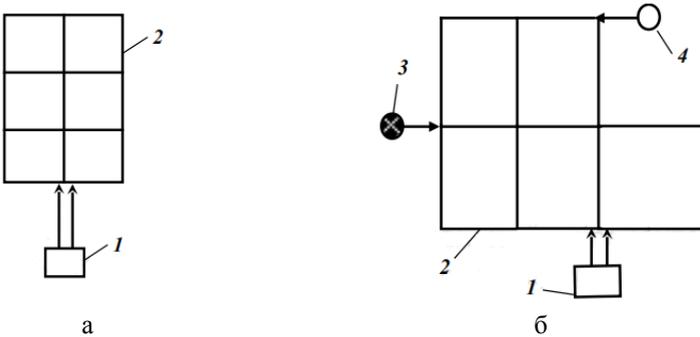


Рисунок 1.21 – Водопровідні мережі в залежності від кількості точок живлення: а – моноструктурні; б – з кількома точками;
 (1 – насосна станція; 2 – водопровідна мережа; 3 – свердловина; 4 – водонапірна башта)

За конфігурацією в плані (рис. 1.22):

– розгалужені (тупикові) – водопровідні лінії з відгалуженнями до окремих об'єктів або районів, до кожного з яких вода надходить тільки одним напрямком. Застосовують головним чином у будинках, де допускається перерва в подачі води у разі виходу з ладу частини або всієї мережі водопроводу. Це можуть бути житлові, адміністративні, а іноді й виробничі будівлі.

– кільцеві (замкнені) – система водопровідних ліній, об'єднаних у замкнені контури, що забезпечує подачу води до кожного споживача кількома напрямками. застосовують у будівлях при необхідності забезпечення безперервного постачання водою споживачів у багатопверхових будинках, в будинках з протипожежним водопроводом, у виробничих будівлях. Кільцеві мережі приєднують до зовнішнього водопроводу кількома вводами, так що в разі відключення одного з них подача води в будинок не припиняється.

– комбіновані – складаються із кільцевих мереж з тупиковими відгалуженнями до окремих об'єктів. Застосовують у великих будівлях з великим розкидом водозабірних пристроїв.

Існує декілька різновидів водогонів, наприклад:

– груповий водопровід (водогін) – це водопровід, що подає воду споживачам декількох населених пунктів;

– магістральний водопровід – це водопровід, до якого приєднуються розподільні водоводи;

– шахтний водопровід – це система трубопроводів, що забезпечують подачу води для пилопридушення, локалізації та гасіння підземних пожеж.

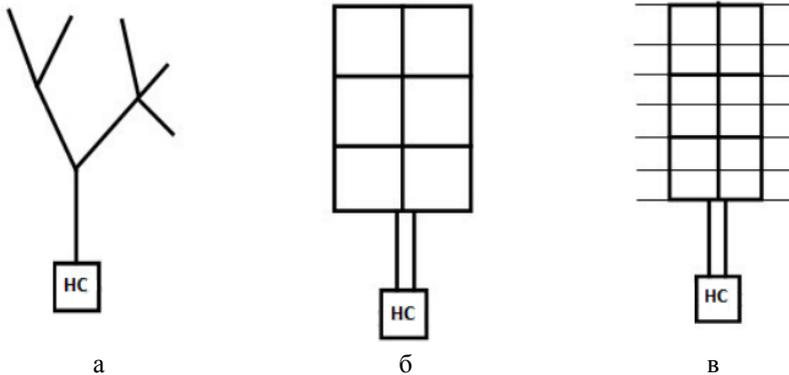


Рисунок 1.22 – Водопровідні мережі за конфігурацією в плані:
а – розгалужені; б – кільцеві; в - комбіновані

Магістральні водоводи – це водопровід, призначений для транспортування води по території населеного пункту, до якого приєднуються розподільні водоводи.

За способом прокладання поділяються на *наземні*, *підземні* та *комбіновані*. Заглиблення водопровідних труб (рис. 1.23) залежить від глибини промерзання ґрунту, температури води в трубах та режиму її подачі. Трубопровід повинен знаходитись на 0,5 м **нижче розрахункової глибини промерзання**, але не вище 0,5 м до верху труби.

Трасування водопровідної мережі залежить від:

- планування території об'єкта водопостачання;
- розташування на його території окремих споживачів води;
- розміщення точок живлення водопровідної мережі (підключення водоводів до мережі);
- рельєфу місцевості;
- природних та штучних перешкод;

– призначення водопроводу, його категорії і вимог щодо надійності водопостачання.



Рисунок 1.23 – Глибина заглиблення різних комунікацій

Рекомендації щодо прокладання водоводів.

– магістральні лінії влаштовують кільцевими, але їх сумарна довжина повинна бути щонайменшою;

– головні магістральні лінії направляють найкоротшим шляхом до найкрупніших водоспоживачів, а також до напірних башт та контррезервуарів;

– для забезпечення достатніх напорів у розподільній мережі магістральні водопровідні лінії необхідно прокладати найвищими відмітками місцевості;

– водопровідні лінії прокладають проїздами або узбіччям доріг, паралельно лініям забудови і по можливості за межами асфальтових чи бетонних покриттів;

– перетин природних чи штучних перешкод здійснюють під прямим кутом;

– кільцювати зовнішні водопровідні мережі внутрішніми мережами будівель та споруд заборонено;

– необхідно враховувати черговість забудови і майбутній розвиток водопроводу;

– відстань між окремими лініями повинна бути не менше **5 м** при діаметрі труб до **300 мм** і **10 м** – при трубах більшого діаметру.

– трубам надається нахил не менше 0,001 в напрямку до випуску, що забезпечує вивільнення мережі та випуск з неї повітря.

Внутрішній водопровід

Внутрішній водопровід – це система трубопроводів, обладнання та пристроїв, які забезпечують подачу води до санітарно-технічних приладів, пожежних кран-комплектів та технологічного обладнання, яке обслуговує будинок, будівлю або споруду і має вузол обліку витрат води (рис. 2.1).

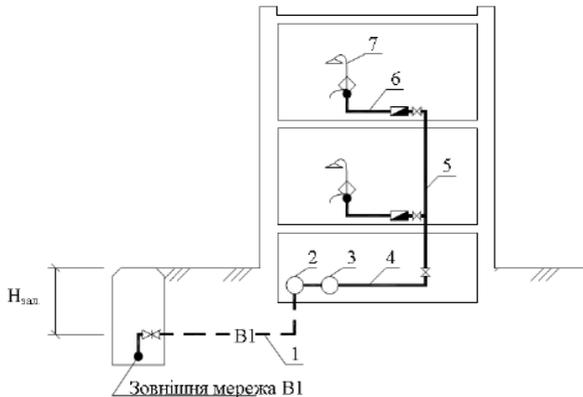


Рисунок 2.1 – Умовна схема внутрішнього водопроводу:

1 – ввід водопроводу; 2 – водомірний вузол; 3 – насосна установка (не обов'язково); 4 – мережа водопроводу, що розводить; 5 – водопровідний стояк; 6 – по поверхове підведення; 7 – водозабірна і змішувальна арматура

Першим елементом перед переходом від розподільної мережі водопроводу до внутрішнього водопроводу є оглядовий колодезь. **Оглядовий колодезь** – це загальна назва камери під землею, яка є частиною системи водопостачання, водовідведення, газопостачання, тепlopостачання, кабельної каналізації.

Водопровідний колодезь (рис. 2.2) – це колодезь для огляду, регулювання та обслуговування вентилів мережі водогону. Найчастіше виконуються з цегли, пластику або залізобетону.

Залізобетонні колодезії відрізняються стійкістю до агресивних середовищ та корозії. Слугують до 20 років, якщо виготовлені із армованого бетону. Мають високий показник морозостійкості, не підлягають впливу пучинистих ґрунтів. Для залізобетонних кілець, з яких виготовлений колодезь, характерна велика маса, тому монтаж потребує використання спецтехніки. При неправильному монтажі хоча б одного елемента з часом відбувається перекоє всієї шахти, в результаті чого колодезь лопається.

Цегляний колодезь є не менш надійним варіантом при облаштуванні оглядового колодезя. Єдиним недоліком таких колодезів є трудомісткий та порівняно тривалий монтаж.



Рисунок 2.2 – Оглядовий колодезь

Полімерний колодезь виготовляється із пластикових ревізійних виробів, або встановлюється проста діжка із зрізаним дном. Перший варіант більш надійний, оскільки заводські колодезні мають ребра жорсткості, які витримують тиск ґрунту. Пластикові шахти відрізняються тривалим строком служби (до 50 років), інертністю до перепадів температур та агресивних середовищ, мають невелику вагу. Такий варіант є найбільш часто використовуваним для оглядових колодезів приватних будинків.

Призначення оглядових колодезів полягає в:

- здійснення контролю за місцями відгалужень, пересічень та поворотів магістральних труб;
- можливість доступу до місць розташування запірної, регулювальної та запірно-регулювальної арматури;
- розташування насосних станцій, приладів обліку та іншого устаткування;
- для прийому та дренажу внаслідок аварій або планового зливу води на водопроводі (спеціальні колодезні);
- для автономних систем водопостачання – джерело питної води;
- у місцях введення труб в будинок або проходження через інші перешкоди.

Наступним елементом під'єднання будівлі до розподільної мережі місця є введення в будівлю. **Введення у будівлю** (за ДБН) – це ділянка мережі водопроводу від колодезної із запірною арматурою, на якій після перетину зовнішньої стіни будинку встановлюється запірна арматура, вузол обліку витрат води, фільтр механічного очищення (крім внутрішніх мереж на території підприємств).

Ввід – це трубопровід, який з'єднує зовнішню водопровідну мережу з водомірним вузлом у будинку (рис. 2.3).

У місцях перетину трубопроводів водопровідні труби прокладають мінімум на 0,4 м вище від каналізаційних труб. При необхідності прокладання

вводів нижче каналізаційних трубопроводів, ввід виконують із сталевих труб у футлярі. При цьому відстань від стінок каналізаційних труб до кінця футляру повинна бути більше **5 м** в кожен бік в глинистих ґрунтах і **10 м** – у фільтруючих (в такому випадку каналізація також виконується із металевих труб).

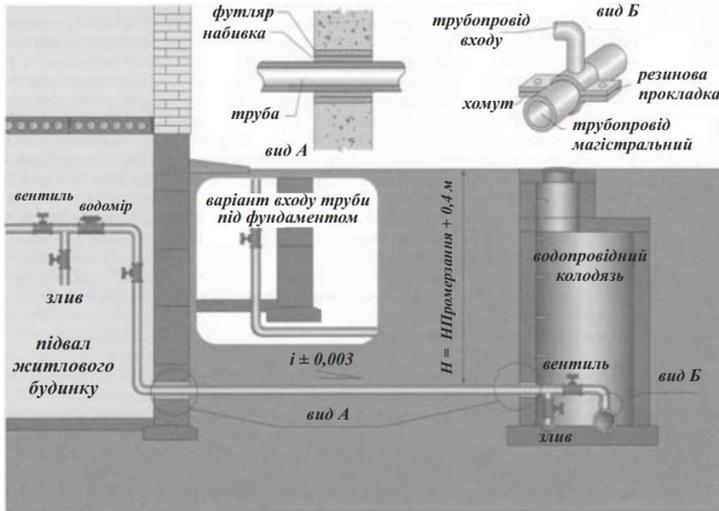


Рисунок 2.3 – Введення водопроводу у будівлю

Діаметри труб для вводів водопроводу в будівлю визначаються розрахунком *максимальної годинної витрати води*.

Найчастіше використовують сталеві труби з умовним діаметром D_u 50 мм, чавунні D_u 65-300 мм і пластикові з нахилом **0,003-0,005** до зовнішніх мереж.

При поверховості понад **16 поверхів** і в будівлях, в яких встановлено **більше 12 пожежних кранів**, повинно бути не менше **2 вводи** від зовнішньої мережі.

При встановленні 2 і більше вводи, вони повинні бути приєднані до різних ділянок зовнішньої мережі

При умовній висоті будівлі від 73,5 до 100 м вводи водопроводів необхідно використовувати з високоміцних чавунних, сталевих труб, виготовлених із нержавіючої сталі або із труб із внутрішнім антикорозійним покриттям та із труб з армованих поліолефінів (ДБН В.2.5-64:2012, п. 9.4)

Якщо ввід прокладається через фундамент, там встановлюють сталевий патрубок (гільзу) більшого діаметру, ніж ввід і через цей патрубок прокладають трубу.

Простір між вводом і патрубком заповнюють смоляним пасмом, м'якою глиною та цементним розчином 2-3 см.

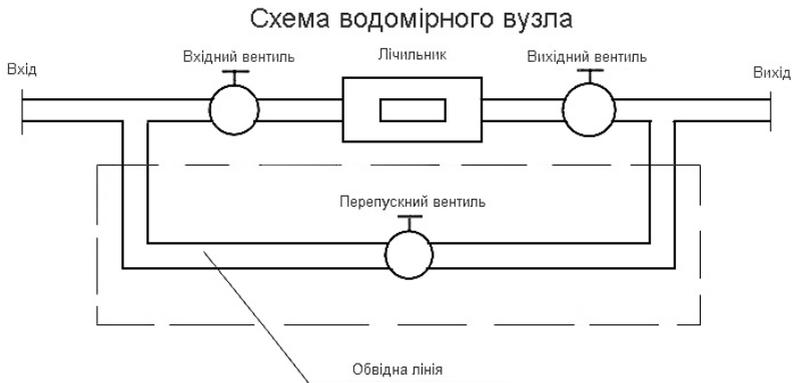
Перетин вводу зі стінами підвалу слід виконувати в сухих ґрунтах із проміжком 0,2 м між трубами і будівельними конструкціями

Проміжок заповнюється водонепроникним, еластичним матеріалом, в мокрих ґрунтах в проміжках встановлюються сальники, застосовують гідроізоляцію, яку закривають затискачем сальника.

Відстань по горизонталі у проєкті між випусками каналізації і вводами питного водопроводу повинна бути:

- Із полімерних труб – не менше 1,5 м;
- Із чавунних труб, D до 200 мм – 1,5 м;
- Із чавунних труб діаметром більше 200 мм – 3 м.

Вводи закінчуються водомірним вузлом (рис. 2.4), основним елементом якого є лічильник води.



Відповідно до ДБН В.2.5-64:2012 лічильники води необхідно встановлювати:

- На вводах трубопроводів холодного і гарячого водопроводу в кожену будівлю;
- На відгалуженнях в кожену квартиру житлових будинків;
- При встановленні у будівлі водопідігрівача витрату гарячої води потрібно вимірювати лічильником холодної води, який встановлюють разом із зворотним клапаном перед водопідігрівачем;
- На відгалуженнях трубопроводів в будь-які нежитлові приміщення, вбудовані або прибудовані до житлових, виробничих або громадських будівель;
- На підвідних водопроводах до окремих санітарно-технічних приладів і до технологічного обладнання (за завданням на проектування).

В системах **протипожежного** водопроводу встановлення лічильників **не потрібне**.

ДБН В.2.5-64:2012 рекомендує використовувати труби і фітинги з полімерних матеріалів та з металів, стійких до атмосферної корозії (п. 9.1).

Максимальна швидкість руху води по трубопроводах внутрішніх мереж складає:

- в металевих трубах – 1,5 м/с;
- в мідних трубах – 3,0 м/с;
- в трубах із полімерних матеріалів – 2,5 м/с;
- в трубах пожежогасіння – 3,0 м/с.

Схеми внутрішнього водопроводу.

Схеми внутрішнього водопроводу згідно ДБН В.2.5:64-2012 (п.7) та ДБН В.2.5-74:2013 (п.7).

Схема ввід-водомір-мережа-арматура (рис. 2.5, а). Достатньо проста та використовується у тому випадку, коли тиск у зовнішній мережі завжди більший, ніж тиск, необхідний для підйому води до найвище розміщеного та віддаленого споживача в будівлі.

Найпоширеніша для будівель 5-6 поверхів.

Схема з регулюючою ємністю (рис. 2.5, б). Використовуються, коли тиск в зовнішній мережі менший, ніж необхідний тиск, але лише протягом декількох годин на добу (зазвичай в період найбільшого водоспоживання) і в разі високої нерівномірності водоспоживання. В період підвищеного тиску в зовнішній мережі вода накопичується в ємності і в години зменшення тиску нижчу потрібного подається споживачам із ємності.

Схема з установкою для підвищення тиску (рис. 2.5, в). Використовують при постійній чи тривалій нестачі тиску в зовнішній мережі та невеликій нерівномірності водоспоживання. Може використовуватись і при періодичній нестачі тиску в зовнішній мережі. Установка для підвищення тиску (насос) вмикається автоматично або вручну.

Схема зонного водопроводу (рис. 2.5, г). Використовують в будівлях висотою більше 50 метрів, тобто 17 і вище поверхів, коли тиск внутрішньої мережі перевищує допустимий – 0,6 МПа для господарсько-питного водопроводу і 0,9 МПа для протипожежного.

Труби для внутрішнього водопроводу.

Якщо розглянути дані з табл. 1.2, видно, що пластикові труби по багатьом характеристикам мають майже найкращі параметри. Але одна з властивостей пластикових труб сильно обмежує можливість їх використання у якості розподільних трубопроводів та магістральних мереж водоводу. Ці труби витримують менші динамічні та статичні навантаження, тому майже не використовуються для підземного прокладання комунікацій.

Якщо розглядати використання пластикових труб у внутрішньому водопроводі, за рахунок невеликої ціни та ваги при збереженні інших параметрів на високому рівні, їх застосовують найчастіше. Але в такому випадку слід

враховувати основний недолік пластикових труб – коефіцієнт лінійного розширення.

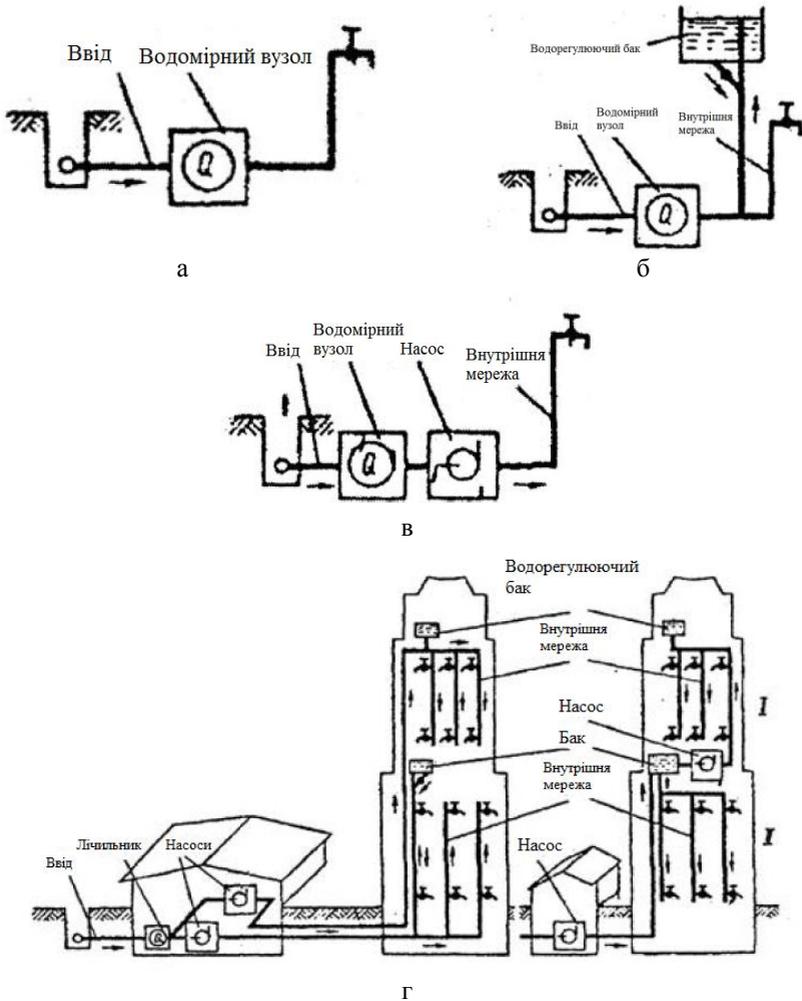


Рисунок 2.5 – Схеми внутрішнього водопроводу:

- а – ввід-водомір-мережа-арматура;
- б - з регулюючою ємністю;
- в – з установкою для підвищення тиску;
- г - зонного водопроводу

За законами фізики всі предмети при нагріванні розширюються. Коефіцієнт лінійного розширення – це фізична величина, яка характеризує відносну зміну об'єму або лінійних розмірів тіла із збільшенням температури на 1 К при постійному тиску. Високий коефіцієнт лінійного розширення пласти-

кових труб і є їх основним недоліком. Порівняльна таблиця коефіцієнтів розширення різних матеріалів показана у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Таблиця значень коефіцієнта лінійного розширення труб

Матеріал трубопроводу	Коефіцієнт лінійного розширення, мм/м °С	Матеріал трубопроводу	Коефіцієнт лінійного розширення, мм/(м°С)
Чавун	0,0104	Металопластик	0,026
Нержавіюча сталь	0,011	Полівінілхлорид (ПВХ)	0,08
Чорна або оцинкована сталь	0,0115	Полібутилен (ПБ)	0,13
Мідь	0,017	Поліпропілен (ПП) неармований	0,15
Латунь	0,017	ПП армований скловолокном	0,04
Алюміній	0,023	ПП армований алюмінієм	0,03

Коефіцієнт лінійного розширення розраховується за формулою:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t, \quad (2.1)$$

де α – коефіцієнт температурного розширення, мм/(м°С);

L – довжина трубопроводу (відстань між нерухомими опорами), м;

Δt – різниця значень між максимальним і мінімальним значенням температури робочого середовища, °С.

Це означає, що при максимальному значенні перепаду температур у 80 °С 1 м неармованої ПП труби збільшиться на 12 мм, армованої скловолокном – на 3,2 мм, а армованої алюмінієм – на 2,4 мм. В результаті лінійного розширення під дією температур (наприклад, у випадку їх використання для труб гарячого водопостачання) труба подовжується (рис. 2.6).

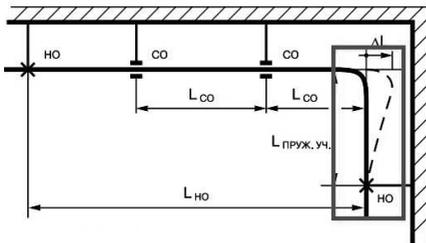
Для того, щоб уникнути таких деформацій, необхідно передбачати **компенсатори**, які можуть бути О-подібними, Г-подібними та П-подібними (рис. 2.7). О-подібні компенсатори в основному продаються як окремих елемент частини трубопроводу, а Г- та П-подібні виготовляються при монтажі за допомогою труб та фітінгів. В системі можна використовувати будь-який із цих типів компенсування, або комбінувати їх. Найчастіше Г-подібні компенсатори інтегруються в систему майже непомітно, а для О- та П-подібних необхідно передбачати окремих простір.

Для компенсаторів існує одне просте правило – чим більше перпендикулярних вигинів, тим краще. Для армованих труб коефіцієнт лінійного розширення найменший, тому інколи достатньо передбачити декілька Г-

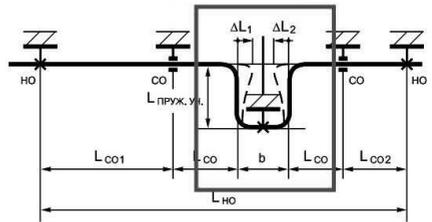
подібних компенсаторів, в той час як для не армованих труб найчастіше використовуються П- та О-подібні компенсатори, або їх поєднання (рис. 2.7, г).



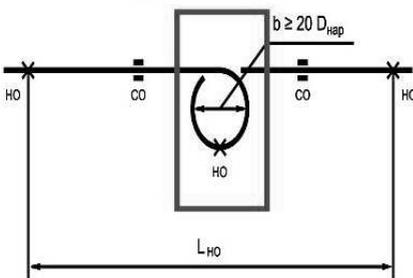
Рисунок 2.6 – Пластикові труби після лінійного розширення під дією температур



а



б



в



г

Рисунок 2.7 – Види компенсаторів:
а – Г-подібний; б – П-подібний; в – О-подібний
(НО – нерухома опора; СО – рухома опора);
г – поєднання О- та П-подібних компенсаторів

У випадку, якщо труба потім заливається стяжкою або мурується в стіну, необхідно використовувати інший підхід. В першу чергу, в такому випадку рекомендується використовувати армовані труби, для яких таке розширення компенсується утеплювачем із вспіненого поліетилену. Таким чином, після заливки стяжки у труби залишається простір для розширення.

Не слід забувати про те, що лінійне розширення працює в обидві сторони, тому труба може як збільшувати свої лінійні розміри при високих температурах, так і зменшувати при понижених температурах. Тому важливими є температура установки труб, температура носія в трубах і температура експлуатація. Найчастіше для труб холодного водопостачання лінійним розширенням можна нехтувати, на відміну від труб гарячого водопостачання.

Стояк – це вертикальний трубопровід всередині будинку, що проходить через один або декілька поверхів, який подає воду через відгалуження до водозабірних приладів та пожежних кран-комплектів, або для відведення стічних вод від санітарно-технічних та інших приладів.

Арматура водопровідних мереж поділяється на:

- Запірну;
- Регулюючу;
- Водозбірну;
- Запобіжну.

Запірною арматурою називають деталі водопроводу, які в ньому несуть функцію припинення подачі води. Вони виконуються як металеві вироби, які по засобах різьбових з'єднань і муфт з'єднуються з трубами.

Водопровідні крани є основним різновидом такої арматури. Їх розрізняють по конструкції замикаючого елемента як конусні, кульові і циліндрові крани. Раніше використовувалися конусні крани, але з появою більш надійних і простих по конструкції кульових кранів, вони припинили застосовуватися в системах внутрішніх водопроводів.

Прямий кульовий кран (рис. 2.8 а), функцією якого є перекриття води на певному відгалуженні водопроводу, може відрізнитися за формою ручки, як кран «метелик» і кран «важіль». У конструкції ніяких відмінностей немає, але «метелик» вигідніше за рахунок компактної форми ручки.



Рисунок 2.8 – Водопровідні крани:
а – прямий кульовий, б – кутовий кульовий

Кутовий кульовий кран (рис. 2.8 б) використовується для подачі води на лінію пральної машини. Він має практично такий же принцип дії, що і попередній, але разом з тим виконує функцію кутового фітинга, змінюючи кут подачі води на 90 градусів.

Фільтри води також належать до запірної арматури, функція їх всім відома – очищення води перед подачею її в кран/змішувач.

На сьогодні ці деталі водопроводу отримали поширення у зв'язку з низькою якістю очищення води, що загрожує нальотом і псуванням внутрішніх елементів водопроводу, як наприклад, лічильників води, редукторів тиску, металевих перехідників і так далі.

Фільтри для води, можуть бути різновидами запірної арматури в силу своєї конструкції. Крім того, вони часто можуть у своїй конструкції вміщати зворотний клапан, манометр та інші елементи водопровідної арматури.

Що стосується фільтрів запірної арматури, то це, насамперед фільтри грубого очищення, які фільтрують воду від домішок, частинки яких мають розмір 5-50 мкм.

Встановлюють їх, як правило, перед контрольно-вимірювальними приладами, перед лічильником води в господарсько-побутовому водопроводі.

За швидкістю фільтрування розрізняють наступні фільтри:

1. Повільні ($V = 0,1-0,210$ м/год)
2. Швидкі ($V = 5-10$ м/год);
3. Надшвидкі ($V = 25-100$ м/год).

Класифікація фільтрів за способом очистки.

– Фільтри механічного способу очистки води.

Використовуються для очистки від крупних домішок (розміри частинок 5-50 мікрон). У фільтрах знаходяться спеціальні металічні сітки, через комірки яких проходить вода, хімічні сполучення та мілкі частинки, а грубі частинки затримуються.

– Фільтри іонно-обмінного способу очистки води.

Використовуються для пом'якшення води, тобто для вилучення з неї дрібних частинок металів, іонів Fe, Mn, Ca, Mg, які розчинні у воді. Для цього використовуються іоніти – речовини, які забирають іони цих металів у воді та понижують їх концентрацію.

– Фільтри очистки води з використанням зворотного осмосу.

Здатні очистити воду практично від всіх існуючих в ній домішок, тобто як від іонів та частинок металів, так і від хімікатів і навіть мікроорганізмів.

Очистка полягає в пропусканні води через спеціальну напівпроникну мембрану, що можливо тільки під певним тиском. Мембрана складається з декількох шарів та затримує домішки. Таким чином, вода просочується через неї та в зворотному напрямку очищується. Саме тому спосіб називається зворотнім осмосом.

– Фільтри біологічного методу очистки води.

Призначені для очистки від органічних забруднень, які розчинені в ній і де не допомагають фільтри механічної очистки. Суть полягає в тому, що мікроорганізми живляться органічними домішками та перероблюють їх на нітрати.

Як правило, мікроорганізмам потрібен час для переробки забруднення, тобто конструкція таких фільтрів не передбачає проточного способу очистки. По суті це ємності, в яких вода відстоюється на час, який залежить від типу мікроорганізмів.

Для прикладу, такий спосіб очистки часто використовується на круїзних лайнерах в рамках програми «Save the Waves» (англ. Врятуйте хвилі). Ця програма полягає в тому, щоб максимально скоротити потреби лайнеру у воді, а також зменшити викиди нечистої використаної води в море. Для цього на лайнерах встановлюють баки, в які зливається використана вода. Баки поділяються за ступенем забрудненості та каламутності води – від найсвітлішого сірого до чорного. У баках використовується біологічний метод очистки води, вода відстоюється, мікроорганізми очищають її, та вода йде на повторне використання. Логічно, що вода з туалету повторно використовується тільки в туалеті.

Біологічний метод очистки води є одним із найкращих, оскільки не використовує хімікати та не потребує постійного поновлення очисного матеріалу. Очисні мікроорганізми просто живуть у баках і там же розмножуються. Але, цей метод потребує жорсткого дотримання правил користування водопроводом та каналізацією. Наприклад, на лайнерах забороняється зливати будь-які хімічні сполуки (навіть шампунь) в унітаз, оскільки хімія в шампуні биває очисні мікроорганізми.

– Фільтри фізико-хімічної очистки води.

Використовують для очистки розчинених у воді частинок. Перед такими фільтрами потрібно ставити фільтри грубої очистки води. Вони оснащені адсорбентами, які вибірково поглинають хімічні речовини, а воду пропускають. Цей процес називається сорбцією.

Адсорбентами можуть бути глина, торф, стружка, але найефективнішим елементом є активоване вугілля.

– Фільтри електричного способу очистки води.

Використовують для фільтрації від розчинених забруднень, які піддаються окисленню (хлор, марганець, сірководень, нафтопродукти, солі тяжких металів, тощо).

Такі фільтри здійснюють очистку шляхом виробки газу озону з кисню води під дією електричного струму. Озон є окисником та стабілізатором, який розкладає домішки на елементи, що робить їх більш безпечними, або випаровує їх. Зазначені фільтри мають більш широкий спектр очищення, тобто такі показники, як колір води, запах, смак також підлягають фільтрації.

Вибір фільтра по способу очистки дуже важливий, але існує ще один важливий фактор – конструкція фільтра для очистки. Їх можна поділити на три варіанти використання:

- Фільтр-гличик;

Такий фільтр для очищення води являє собою найпростішу установку, яка ефективно видаляє з води від хлору і інші домішки в домашніх умовах, але при цьому не забезпечує 100% захист від бактерій і вірусів, а також не справляється з надмірною кількістю солей. Завдяки широкому вибору картриджів, можна підібрати касету для жорсткої води, для м'якої, бактерицидний і інших модифікацій.

- Фільтр засипного типу (рис. 2.9);

Принцип дії такої фільтрів полягає в тому, що не очищена вода поступає всередину фільтра, проходить зверху донизу через шар фільтруючого середовища та, після очищення, потрапляє у водопідйомну трубу через нижню фільтру. В процесі роботи фільтри для очистки води забруднюються, тому періодично їх необхідно промивати фільтрованою водою або відновлювати (регенерувати).

- Фільтр картриджного типу (рис. 2.10).

Призначені для очистки води з невисоким ступенем забруднення та на відносно невеликих швидкостях потоку. Основною частиною картриджного фільтра є фільтруючий елемент, на якому виконується очистка води. Рівень та вид фільтрації залежить від елемента, який використовується.

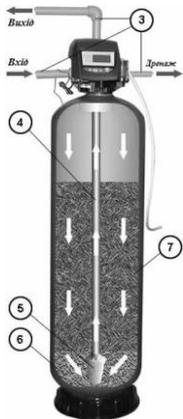


Рисунок 2.9 – Фільтр засипного типу



Рисунок 2.10 – Фільтри картриджного типу

Слід відзначити, що четвертий тип фільтрів – це електричні фільтри, які в своїй конструкції мають прилад для генерації озону. Окремо він не розглядається, оскільки така система дуже складна. Крім того, він не розбирається на частини, тому що він не має запасних частин для заміни.

За ступенем очистки води фільтри поділяються на:

- елементарної очистки (одноступінчатий);
- середнього ступеня очистки (2-3 ступеня);
- високого ступеня очистки (до 5 ступенів).

Фільтри грубого очищення (ФГО) – відбувається очищення води від домішок механічного характеру, куди входять іржа, органіка і пісок. У деяких магазинах їх називають механічними. У фільтрі встановлені різні верстви очищення від піску до картону. Фільтри представлені різними компаніями-виробниками і мають безліч моделей, в них затримуються частинки від 100-400 мікрометрів. Їх сміливо називають очисниками попереднього очищення. Ці фільтри допоможуть продовжити термін служби фільтра тонкого очищення. Системи зворотного осмосу і озонатори продовжують роботу відстійників і очищають навіть найдрібніші частинки, але не можуть позбавити воду від запахів і металів. Фільтруючий картридж промивають способом зворотної подачі води, причому швидкість збільшується в три рази швидше штатної подачі. Воду від промивання і бруд необхідно злити в каналізаційні стоки. Якщо подача води гальмується, то фільтруючий картридж слід замінити. Поміняти картридж дешевше, ніж ремонтувати або купувати новий фільтр.

Фільтри тонкого очищення (ФТО) можуть видаляти і механічні забруднення і інші домішки, їх розмір може бути 5-50 мікрометрів і відрізняється за моделями. Змінні картриджі виготовляються з різного роду матеріалів, в якості адсорбційних засобів застосовується активоване вугілля і сорбенти суперферокса і пинкферокса. Фільтри очищають каламутність і вбивають неприємний смак. ФГО і ФТО не сильно відрізняються з зовнішнього боку, але їх проникність фільтра дуже відрізняється. Якщо фільтр ФТО передбачений для використання у квартирі, то додатково використовувати фільтри не обов'язково. При розчиненні бактерії вбиваються, каламутність зникає, і очищаються домішки. Навіть якщо очищення за паспортом розрахована на більший обсяг, його найкраще промити. Бруд утворюється і після третього використання. Очищення ФТО не врятує воду від металів і бактерій, в цьому випадку використовуються озонатори і системи фільтрів зворотного осмосу.

До фільтрів для фінішної очистки входять фільтри зворотного осмосу, пристрої з очищенням ультрафіолет і озонатори, їх застосовують для ефективного очищення води, яка стає безпечною і її навіть не доведеться кип'ятити. Фінішна очищення проводиться технічно складними пристроями, вони здатні виконувати багато операцій, що залежить від різних моделей. Продуктивність допомагає забезпечити водою велику родину, система встановлюється ближче до крана, частіше її впроваджують під мийку.

Фітинги не класифікуються як види запірної арматури, проте вони застосовуються для з'єднання труб з трубопровідною арматурою, а також для виконання різних розгалужень, переходів діаметрів і різьблення. Бувають різних видів, наприклад:

- 1) Муфти – стикове з'єднання труб рівного або різного діаметру (рис. 2.11, а);
- 2) Косинці – поворот труби на 90^0 (рис. 2. 11, б);
- 3) Трійники – бічні під'єднання труб (рис. 2. 11, в);
- 4) Хрести – бічні під'єднання труб (рис. 2. 11, г).



Рисунок 2. 11 – Різновиди фітингів

До фітингів також ставляться заглушки – елементи водопроводу, які встановлюються на закінчення відрізка труби, до якого в майбутньому буде приєднаний прилад-споживач, але на даний момент його немає, а отвір необхідно закрити, щоб вода не витікала.

Запобіжна і регулююча арматура у влаштуванні внутрішнього водопроводу призначена для нормалізації таких параметрів, як тиск у трубах, температура, а також напрямок руху робочого середовища (води).

Існує таке поняття, як гідроудар, що є нічим іншим, як різким підвищенням тиску води в трубопроводі. В результаті цього, відбувається порушення герметичності з'єднань (фітингів), а також можливий вихід з ладу різних приладів і навіть розрив водопровідних шлангів.

Редуктор тиску – це, напевно, найпоширеніший елемент класу регулюючої арматури. Він призначений для пониження тиску в трубах у разі, якщо він перевищує номінальне значення. Для внутрішніх водопроводів житлових і адміністративних будівель підбираються редуктори, які здатні виробляти до $3 \text{ м}^3/\text{год}$ (побутового призначення редуктори), а також більшої продуктивності при необхідності більшого споживання – $3\text{-}15 \text{ м}^3/\text{год}$ (комерційного призначення редуктори). Що стосується конструкції редукторів, то вони бувають поршневі і мембранні.

Поршневі (рис. 2.12 а) редуктори представлені як найбільш дешеві види регулюючої арматури для водопроводу в силу своєї елементарно простої конструкції. Конструкція передбачає поршень з пружиною, яка обмежує його. В залежності від збільшення тиску на вході редуктора, поршень спрацьовує, частково перекриваючи отвір для проходу води, зменшуючи її протік на виході. Таким чином досягається баланс і запобігається можливість гідрравлічного удару на ділянках водопроводу, що йдуть після нього.

Мембранні (рис. 2.12 б) побутові та адміністративні редуктори мають дещо складнішу конструкцію, ніж пружинні. Елементом, який регулює тиск, служить мембрана з супутньою пружиною. Тиск води впливає на її зворотну сторону, таким чином, мембрана зменшує потік води за рахунок зменшення

отвори для проходу. Мембранні редуктори тиску води більш дорогі, але вони можуть згладжувати великі перепади тиску, отже, працювати в більш широкому спектрі діапазонів тиску.

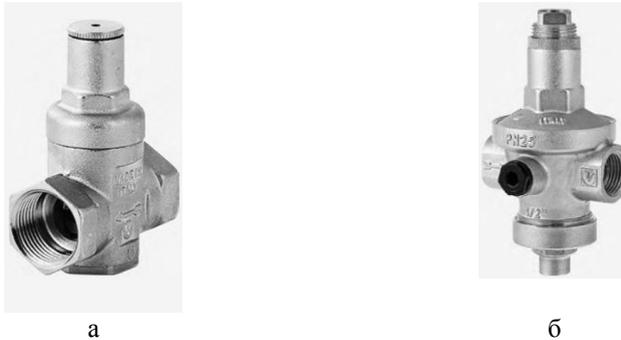


Рисунок 2.12 – Редуктори тиску:
а – поршневий, б – мембранний

Сучасні контрольно-вимірювальні прилади водопровідних мереж – це прилади, елементи водопроводу, які засобами електронних або механічних елементів, здатні в цифровому вигляді давати дані про такі параметри, як температура, тиск, витрата води.

Манометр (рис. 2.13 а) є одним з контрольно-вимірювальних приладів, функція якого – вимірювання тиску всередині водопроводу і передача його на індикатор.

Вимірювання тиску відбувається за допомогою пружинного або мембранного пристрою, що передає лінійний рух (що виникає від виштовхування його тиском води) механізму, який перетворює його в круговий рух. Таким чином, стрілка індикатора (будучи частиною механізму) відхиляючись, показує тиск води в даний момент часу.

В цьому разі застосовуються загальні технічні рідинні манометри, внутрішні деталі яких виконані з міді, що вимагає певної якості води. Тому для того, щоб цей прилад прослужив довго, перед ним встановлюють фільтр грубого очищення води, щоб запобігти забрудненню деталей нальотом «твердої» води.

Лічильники води (рис. 2.13 б) на сьогодні застосовуються у всіх сантехнічних мережах, підключених до централізованого водопроводу, так як на їх підставі споживач виконує облік витрати води, отже, відповідну оплату постачальнику даного ресурсу.

Ці елементи внутрішнього водопроводу діляться на лічильники холодної води (працюють при температурі до 40 градусів) і гарячої води (до 90 градусів Цельсія). При цьому варто сказати, що для водопроводів адміністративних і житлових будівель застосовуються в основному тахометричні лічи-

льніки; а взагалі вони ще бувають вихрові, ультразвукові та електромагнітні, що мають електронні датчики.



а



б

Рисунок 2.13 – Контрольно-вимірювальні прилади водопроводу:
а – манометр, б – лічильник води

Принцип дії тахометричного водного лічильника відрізняється від вищезгаданих тим, що працює виключно за рахунок механічних деталей. Це насамперед елемент, який при початку руху потоку води починає обертатися і передає відповідний обертальний рух рахункового механізму, який має індикатор витрати з одиницями виміру м³.

Крім того, в сучасних модифікаціях лічильників гарячої води, є датчики температури і відповідні механізми обліку, які дозволяють вести облік не тільки витрат гарячої води, але і її калорійності.

Система водопостачання нерозривно пов'язана з системою водовідведення, оскільки вода, що була використана для різних потреб в побуті або на виробництві і отримала при цьому додаткові домішки (забруднення), які змінили її хімічний склад або фізичні якості, потребує видалення.

Не слід забувати про підвід труб до санітарно-технічних приладів. За **ДБН В.2.5-64:2012 п. 9.2:**

- умовна висота до 47 м включно – допускається приєднання гнучкими шлангами (шланги в металевому оплетенні та металеві шланги);
- забороняється приховане прокладання гнучких шлангів та перетин шлангами будівельних конструкцій.

Стічні води та санітарно-технічні прилади

Водопостачання в розділах 2 і 3 розглядалося по ходу руху води від початкового етапу – природного джерела, до останнього – подачу води споживачам через труби та відповідну арматуру. Водовідведення буде розглядатись у зворотному напрямку, тобто так само по руху води, яка була використана споживачем, до останнього пункту системи водовідведення.

Процес водовідведення починається із збору **стічних вод** - вода, що була використана для різних потреб в побуті або на виробництві і отримала при цьому додаткові домішки (забруднення), які змінили її хімічний склад або фізичні якості.

Збір стічних вод відбувається **санітарно-технічними приладами** – пристроями, що забезпечують санітарний благоустрій житлових і суспільно-комунальних будівель, промислових підприємств.

За *призначенням* розділяють наступні види санітарно-технічних приладів:

- для гігієнічних цілей (встановлюються в ванних кімнатах, туалетах);
- для господарських потреб (встановлюються в кухнях, буфетах, тощо);
- для спеціальних потреб (питні фонтанчики, сантех прилади лабораторій, тощо).

В залежності від походження та складу забруднювальних речовин (домішок) стічні води поділяються на наступні категорії:

1. *Господарсько-побутові стічні води.* Утворюються в житлових приміщеннях, а також в побутових приміщеннях на виробництві (наприклад, душові кабінки, туалети), відводяться через систему господарсько-побутової каналізації або по загальносплавній. Велика частина завислих твердих речовин має целюлозну природу, а інші забруднюючі органічні речовини включають жирні кислоти, вуглеводи і білки. Неприємний запах побутових стічних вод обумовлений розкладанням білків в анаеробних умовах.

Склад господарсько-побутових стічних вод відносно постійний і характеризується в основному органічними забруднюючими речовинами (близько 60%) в нерозчиненому, колоїдному та розчиненому стані, а також різними бактеріями і мікроорганізмами, у тому числі і патогенними.

2. *Промислові стічні води.* Утворюються в результаті використання води в технологічних процесах на промислових підприємствах або видобутку корисних копалин, відводяться через систему промислової або загальносплавної каналізації. Найбільш характерними і небезпечними забруднюючими речовинами промислових стічних вод є екстрагуючі речовини (переважно нафтопродукти), феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини, важкі метали, органічні речовини з тривалим терміном розкладання, в тому числі різні пестициди. Виділяють забруднені та умовно чисті промислові стічні води. Прикладом умовно чистих стічних вод може бути вода, що використовувалась для охолодження в теплообмінних апаратах.

3. *Сільськогосподарські стічні води.* Поділяються на стічні води від тваринницьких комплексів і поверхневі стічні води з полів. Перший тип стічних вод містить велику кількість органічних забруднюючих речовин, другий містить агрохімічні речовини, що використовуються як добрива і засоби захисту рослин від шкідників.

4. *Дощові стічні води.* Формуються за рахунок дощових, талих (сніг, град) і поливальних вод. Відводяться як правило через систему зливової каналізації. Діляться на дощові і талі. Забруднені зазвичай зваженими речовинами органічного та мінерального походження, нафтопродуктами, біогенними речовинами та важкими металами.

5. *Шахтні і рудничні стічні води.* Утворюються в процесі видобутку та переробки корисних копалин, тому часто мають високу мінералізацію, кислу реакцію середовища, велику кількість рудничних елементів, що знаходяться в розчиненій і завислій формах.

6. *Стічні води збагачувальних фабрик.* Флотаційні відходи, зливи згущувачів, фільтрати вакуум-фільтрів. Склад стічних вод збагачувальних фабрик комплексний, він залежить від мінерального складу корисної копалини і застосованого методу збагачення. Флотаційні відходи рудних збагачувальних фабрик складають 60-90% усіх стічних вод збагачувальної фабрики.

7. *Стічні води підприємств нафтової і газової промисловості.* Основними забруднюючими речовинами стічних вод на підприємствах нафтової і газової промисловості є нерозчинні та органічні домішки, які зазвичай знаходяться в стоках в підвищеному стані. Це нафта, нафтові води, вибурені гірські породи, а також відходи життєдіяльності персоналу і типові забруднювачі технічного об'єкта.

Санітарно-технічні прилади (приймачі стічних вод).

Мийка (рис. 3.1) – елемент сантехнічного обладнання, раковина, призначена для миття посуду та підготовки харчових продуктів. Виготовляють з фаянсу, емальованого чавуну, нержавіючої сталі. Змішувачі мийок встановлюють на висоті 0,15-0,20 м від борту, що зручно для наповнення чайників, каструль та інших ємностей. У випусках всіх приймачів стічних вод (крім унітазів) є решітки для затримання твердих забруднень, що можуть викликати засмічення трубопроводу.

Умивальник (рис. 3.2, а-в) – це санітарно-технічне обладнання для миття рук (умивання). Виготовляють довжиною 400-700 мм, шириною 300-600 мм, глибиною 135-150 мм. Форма може бути різною: прямокутні, овальні, увігнуті, напівкруглі. В адміністративних будинках застосовують групові умивальники (вони укомплектовані спільним гідрозатвором)

Раковина (рис. 3.2, г) – це чашеподібне санітарно-технічне обладнання. Встановлюють у приміщеннях, де необхідно зливати брудну воду або мити прибиральний інвентар (котельні, лабораторії, тощо). Іноді раковини встановлюють у кухнях житлових будинків.

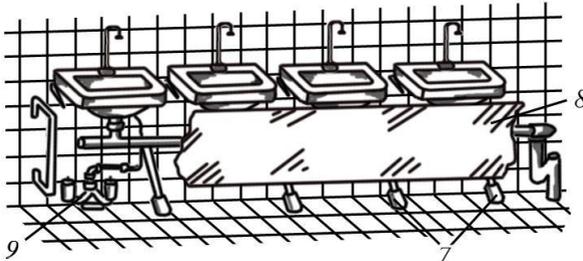


а



б

Рисунок 3.1 – Мийка:
а – на одне відділення; б – на два відділення

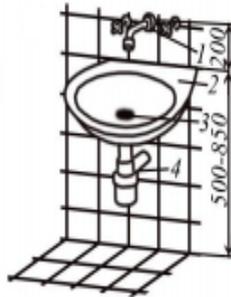


9

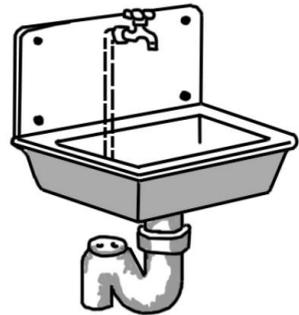
а



б



в



г

Рисунок 3.2 – Умивальники та раковини:
а – груповий; б – на постаменті; в – з кріпленням до стіни; г - раковина

Стіна за раковиною захищається від води металевою стінкою. Раковини обладнують настінними водорозбірними кранами або змішувачами на висоті 0,2-0,25 м від борту, що дозволяє наповнити відро.

Стандартні параметри висоти раковин та умивальників
- житлові, громадські та виробничі будівлі – 800 мм;

- школи і дитячі лікувальні установи – 700 мм;
- дошкільні установи і приміщення для інвалідів, що пересуваються за допомогою різних пристосувань – 500 мм.

Допустимі відхилення:

- Окремо стояча раковина +/- 20 мм;

Групова установка умивальників одного типу +/- 5 мм.

Ванна (рис. 3.3) – це великий витягнутий резервуар для купання. Можуть мати різну форму, типові розміри - ширина 700-750 мм, довжина 1500 і 1700 мм, глибина 445 і 460 мм. Внутрішню поверхню ванни покривають емаллю, а зовнішню – фарбою.

Ванни обладнують *випуском, переливом і сифоном* (рис. 3.4). Вся арматура (наповнювальна та змивна) встановлюється лише в *торці* ванни збоку ніг. Ванни встановлюють з похилом в бік випуску. Змішувач слід встановлювати на висоті 200 мм від бортику ванни або 800 мм від підлоги.

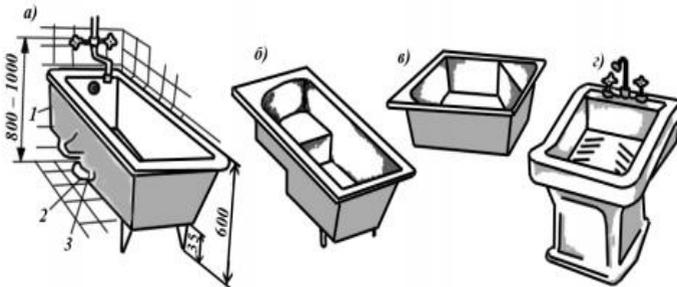


Рисунок 3.3 – Ванни:

а – звичайна; б – сидяча; в – глибокий піддон; г – для миття ніг



Рисунок 3.4 – Арматура ванни:

а – перелив; б - сифон

Душ (рис. 3.5) – це комплекс сантех обладнання для прийому водних процедур у вигляді струменів води або пари під різним тиском та різної температури. Душові кабінки, як правило, мають довжину і ширину 0,9-1,0 м, а висоту перегородки – 2 м. Змішувач монтується на висоті не менше 1200 мм

від дна піддону. Держатель повинен знаходитись на позначці 2150 см від підлоги з облицюванням.

Гігієнічний душ або біде (рис. 3.6). Можуть встановлюватись на підлозі або кріпитись до стіни. Борт керамічної чаші повинен мати обігрів. Зазвичай виготовляється з санітарного фаянсу. Встановлюється поряд з унітазом. Вперше застосовували у Франції в 17 столітті.

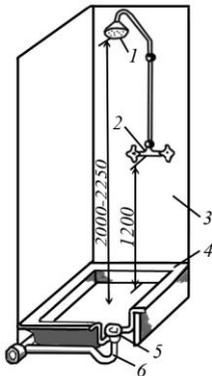


Рисунок 3.5 – Душ

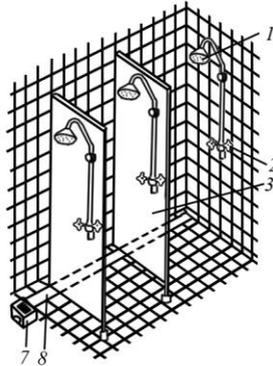


Рисунок 3.6 – Біде



Унітаз – це санітарно-технічний пристрій, який встановлюється в туалетах і оснащений системою автоматичного або напівавтоматичного змиву. Конструкція, побідна сучасному унітазу, вперше винайдена в Китаї в I ст. до н.е. У Європі вперше з'явився в Англії. Виготовляються в основному з *порцеляни*, яка практично не вбирає вологу (на відміну від фаянсу). Варіант з подвійним зливом зливає **3 або 6** л води.

Висота установки (відстань від бортику до підлоги) становить 400-420 мм. По відношенню до унітазу розрізняють бачки високорозташовані, низькорозташовані та розташовані безпосередньо на полиці унітаза. Можливе приховане (рис. 3.7, а) і відкрите (рис. 3.7, б) розміщення змивних бачків.

Сифонувальні унітази. В унітазах європейського типу змив води відбувається наступним чином – чиста вода подається з бачка, що проштовхує брудну воду в каналізацію.

В сифонних унітазах вода подається не в чашу, а в коліно. Завдяки спеціальному пристрою утворюється вир, який засмоктує вміст унітазу в каналізаційну трубу. В унітазах сифонного типу чаша заповнюється водою приблизно наполовину.

Переваги:

- ніколи не потребує повторного змиву;
- високий рівень води унеможливує контакт вмісту зі стінками (унітаз буде більш чистим);
- виключена можливість утворення бризків.

Недоліки:

- унеможливорює економний злив води;
- більш висока собівартість;
- розрахований тільки на вертикальний випуск (підходить для 5-6% квартир).

Підлогові унітази, чаша Генуя або турецький унітаз (рис. 3.9). В ісламських країнах сидіння навпочіпки в туалеті є місцевою традицією (правовірні мусульмани повинні сидіти навпочіпки або на сидінні). Відсутність прямого контакту з сидінням робить його більш гігієнічним, тому такі унітази набули поширення в громадських будівлях з великою кількістю людей.

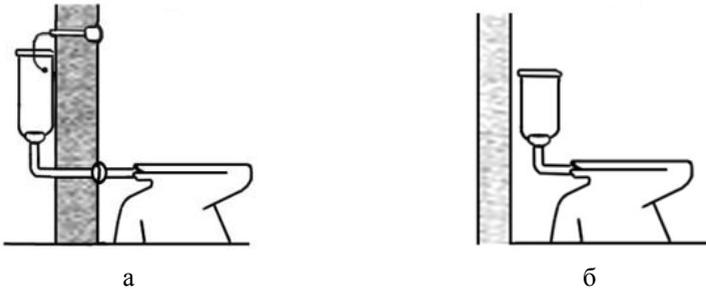


Рисунок 3.7 – Варіанти розміщення зливних бачків унітазу:
а – приховане; б - відкрите

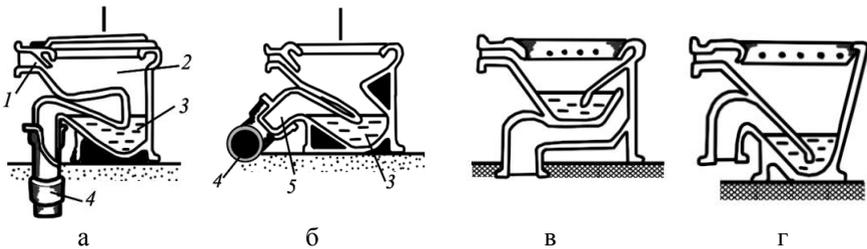


Рисунок 3.8 – Унітази: а – тарілчастий; б – козирковий;
в – сифонувальний; г - воронкоподібний;
1 – патрубок; 2 – чаша; 3 – гідрозатвір; 4 – відвідні труби.

Трапи (рис. 3.10) Збирають забруднену воду з підлоги приміщень або від технологічного обладнання. Зверху трап закривається решіткою, що знімається. Верх решітки трапу повинен бути на 5-10 мм нижче рівня чистої підлоги приміщення.

Пісуари (рис. 3.11). Бувають настінні, підлогові та лоткові.

Гідрозатвори або сифони розміщують після кожного санітарно-технічного приладу, крім тих, що мають їх у своїй конструкції (унітази, пісу-

ари, тощо). Водяний гідрозатвір (шар води висотою 50-70 мм) затримує шкідливі гази з системи каналізації, не дозволяючи їм потрапляти у приміщення.

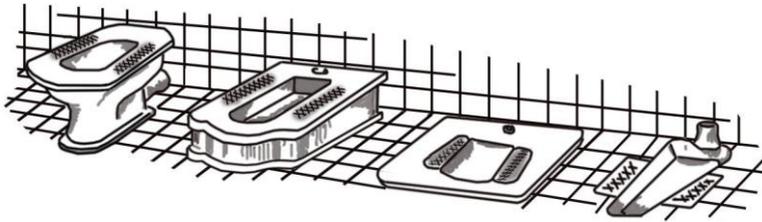


Рисунок 3.9 – Підлогові унітази



Рисунок 3.10 – Пісуар



Рисунок 3.11 – Трап

Сполучні фасонні деталі. Каналізаційні труби сполучають між собою за допомогою розтрубів цих же труб. Проте, обійтися одними розтрубами труб неможливо, тому для переходів з меншого діаметру на більший, повороті і бічних приєднань застосовуються сполучні фасонні деталі (рис. 3.12).

Пристрої для прочищення мережі. Для прочищення каналізаційних мереж від засмічення застосовують ревізії на стояках (рис. 3.12, к) та прочищення хрестовини двоплощинної (рис. 3.12, е) з пробками – заглушками (рис. 3.12, л) або відведень (рис. 3.12, а) з пробками-заклушками або трійниках (рис. 3.12, в) з пробками-заклушками.

Ревізії встановлюються на стояках верхнього і нижнього поверхів або у житлових будівлях заввишки 5 поверхів і більше – не рідше, ніж через 3 поверхи. Прочищення встановлюють на горизонтальних ділянках з кроком не більше 8-10 метрів.

Стічні води з приймачів поступають у відповідні труби, а потім в стояки внутрішньої каналізаційної мережі. Стояки прокладають стінами усередині опалювальних приміщень або в монтажних шахтах, блоках і санітарно-технічних кабінах. Їх виводять через горіщне приміщення вище даху.

Щоб повітря і гази не проникали в приміщення, між мережею і санітарними приладами передбачають водяні затвори. В унітазах і трапах водяні затвори є конструктивним елементом приладу, а під умивальниками, ваннами і раковинами встановлюють спеціальні фасонні частини – сифони.



а



б



в



г



д



е



ж



з



и



к



л



м

Рисунок 3.12 – Фасонні частини з пластику:

а – відведення; б – муфта дворозтрубна; в – трійник; г – перехід;
д – хрестовина одноплщинна; е – хрестовина двоплщинна;
ж – компенсаційний патрубок; з – вакуумний клапан;
и – перехід з чавунної на пластикову трубу; к – ревизія;
л – пробка-заглушка; м - хомут

Сифон – це гідравлічний пристрій у вигляді зігнутої труби з колінами різної довжини, якою переливають рідину з однієї посудину в іншу (з нижчим рівнем рідини). Конструктивно – це вигнута самоплинна труба, частина якої розміщена вище горизонту рідини в резервуарі (водоймі), який живить цю трубу, з колінами різної довжини, для відведення рідини з однієї ємності в іншу, розташовану нижче. Одним сифоном можна обслужити декілька приладів. Вода в ньому автоматично замінюється свіжішою після кожного скидання нової порції води в санітарний прилад. Для огляду і очищення труб встановлюють ревізії і прочищення.

Основні положення ДБН В.2.5-64:2012 стосовно санітарно-технічних приладів.

18.1. Типи і кількість санітарно-технічних приладів в будівлі визначається в архітектурно-будівельній або технологічній частині проекту.

18.5. У виробничих та громадських будівлях санвузли з числом унітазів більше ніж 3 слід обладнувати підлоговими унітазами.

18.6. У приміщеннях особистої гігієни жінок промислових і громадських будівель треба передбачати установку біде, а в житлових будівлях рекомендується біде.

18.8. Трапи встановлюються:

Діаметром 50 мм в душових на 1-2 душа, діаметром 100 мм – на 3-4 душа.

Діаметром 50 мм – у підлозі санвузлів при номерах готелів, санаторіїв, тощо, у туалетах з трьома унітазами і більше

В умивальнях з кількістю умивальників 5 і більше.

В туалетах з кількістю пісуарів більше 3.

18.9. Уклон підлоги в душових приміщеннях треба приймати 10-20% в сторону трапу.

Водовідведення – це послуга, яка передбачає відведення стічних вод з території промислових, житлових будівель за допомогою інженерних санітарно-технічних приладів та каналізаційної мережі.

Централізоване водовідведення – це послуга, спрямована на задоволення потреб споживача у відведенні стічних вод, яка надається виконавцем з використання внутрішньо будинкових централізованих систем водовідведення. Оскільки стічні води можна умовно розділити на поверхневі та каналізаційні, то водовідведення поділяється на **поверхневе водовідведення** та **відведення каналізаційних вод**.

Внутрішня каналізація – це система трубопроводів і пристроїв у межах зовнішнього контуру стін будинку, будівлі або споруди і обмежена випусками до першого оглядового колодязя.

Мережа внутрішньої каналізації (рис. 4.1) складається з поверхових відвідних трубопроводів (2), стояків (3) з витяжною частиною і горизонтальних збірних ділянок (4), випусків (6) та пристроїв для прочистки (5).

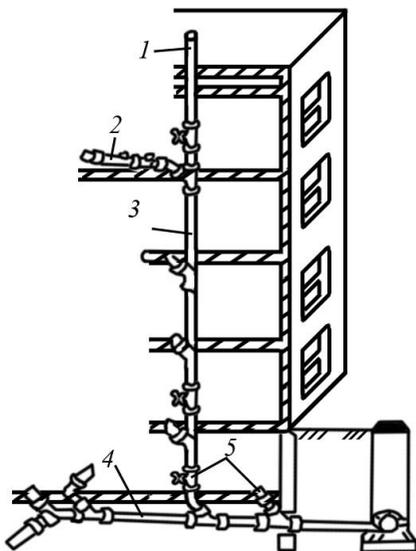


Рисунок 4.1 – Схема внутрішньої каналізації:

- 1 і 3 – стояк; 2 – відвідний трубопровід; 4 – горизонтальні збірні ділянки; 5 – пристрої для прочистки; 6 – випуски

Відвідні труби з'єднують санітарні прилади із стояками. Їх прокладають по стінах над підлогою на висоті 0-150 мм, а інколи і під стелею у вигляді підвісних трубопроводів у нежитловому приміщенні поверхом нижче.

Труби прокладають з уклоном у бік стояка. Не допускається під'єднувати санітарні прилади, які розташовані в різних квартирах на одному поверсі до одного відвідного трубопроводу. На відвідних лініях побутової та виробничої каналізації для ліквідації засмічень трубопроводів передбачають встановлення прочищення або ревізій.

Ревізії на стояках у житлових будинках встановлюють на першому і останньому поверхах. Якщо у будинку 5 і більше поверхи, то не рідше, ніж через 3 поверхи. Навпроти ревізій при прихованому прокладанні треба передбачати люки розміром не менше 0,1 м².

Основні положення ДБН стосовно відведення стічних вод:

19.1. Відведення стічних вод треба передбачати по закритих самопливних трубопроводах.

19.2. Ділянки систем каналізації треба прокладати прямолінійно.

19.5. У будівлях з умовною висотою від 73,5 м до 100 м включно приєднання стояків до горизонтальних трубопроводів необхідно виконувати плавно (3 відводи по 30°, 4 по 22,5° або 2 по 45°).

19.8. Для систем каналізації необхідно застосовувати наступні труби:

– Пластикові, полімерні, чавунні, бетонні – для самопливних трубопроводів;

– Напірні пластикові, полімерні чавунні, сталеві (в тому числі із нержавіючої сталі) – для напірних трубопроводів.

Якщо використовуються полімерні труби, при проходженні крізь стіни обов'язково використовуються прохідні вогнезахисні муфти.

19.9. У будівлях з умовною висотою від 73,5 м до 100 м трубопроводи для систем каналізації приймають з високоміцних чавунних труб.

Основні положення з експлуатації внутрішньої каналізації. Підтримання в належному стані санітарно-технічного обладнання та своєчасний ремонт внутрішніх каналізаційних мереж допомагає уникнути зайвих неприємностей та турбот (затоплення квартири, пошкодження штукатурки, підлоги, меблів, проникнення шкідливих газів з каналізації в квартиру та ін.). Перед прийняттям в експлуатацію проводять випробовування систем внутрішньої каналізації методом проливу води шляхом одночасного відкриття 75% санітарних приладів, що підключені до ділянки, яка перевіряється. Система (окрема ділянка системи) є такою, що витримала випробування, якщо під час її огляду не виявлено протікання води через стінки трубопроводів і місця з'єднань. Випробовування відвідних трубопроводів каналізації та випусків, що прокладені в землі чи підпільних каналах, повинні проводитись до їх закриття шляхом наповнення водою до рівня підлоги першого поверху.

Основне завдання експлуатації внутрішньої каналізації – попередження та усунення порушень роботи системи. До порушень роботи каналізації відносять: засмічення гідрозатворів і трубопроводів, пошкодження трубопроводів і санітарно-технічних приладів, витоки через зливні бачки, замерзання води в трубах, проникнення газів з каналізації в приміщення. Засмічення гідрозатворів і трубопроводів усувають промиванням (гарячою водою або спеціальними розчинами), прокачуванням вантузами або прочищенням гнучкими валами, тросами, йоржами. При цьому використовувати металічні засоби для прочищення пластмасових труб заборонено.

Засмічення в пластмасових каналізаційних трубопроводах усувають за допомогою поліетиленової труби діаметром до 25 мм, або жорстким гумовим шлангом. Для видалення забруднень з пляшкоподібного сифона знімають нижню кришку. Відвідні трубопроводи і стояки прочищаються через найближчі ревізії або прочистки. Випуски, як правило, прочищають через оглядові колодязі.

Проникнення газів у приміщення з системи каналізації відбувається під час пошкодження каналізаційних труб, з'єднувальних частин, стиків, негерметичного кріплення кришок ревізій і корків у прочистках, а також за відсутності води в гідрозатворах. Оскільки каналізаційні гази токсичні і за певних концентрацій вибухонебезпечні, необхідно уважно слідкувати за запобіганням їх проникнення з каналізації в приміщення.

Труби для внутрішньої каналізації.

Чавунні. Раніше використовувались постійно, на теперішній час майже не застосовуються. Для захисту матеріалу від корозії, труби покриваються бітумною сумішшю. Діаметр коливається в межах 5-15 см, товщина стінки складає 10-12 мм.

Переваги:

- Довговічність (мінімальний строк експлуатації 50 років, інколи більше 90-100 років)
- Висока міцність та стійкість до деформацій;
- Здатність витримувати довготривалий вплив гарячих стічних вод;
- Стійкість до перепадів температур;
- Вогнестійкість;
- Екологічна безпечність;
- Непогана звукоізоляція.

Недоліки:

- З часом стінки заростають відкладеннями;
- Велика вага труб;
- Складний монтаж;
- Вартість;
- Підлягають корозії (рис. 4.2).

Полівінілхлоридні. Існують 2 види ПВХ труб – пластифіковані та непластифіковані (PVC-U), які є кращим варіантом. Діаметр коливається від 2 до 20 см.

Переваги:

- Доступна вартість;
- Невелика вага;
- Простота монтажу;
- Низький температурний коефіцієнт розширення;
- Достатня міцність та довговічність;
- Достатня стійкість до ультрафіолетових променів;
- Стійкість до корозії та деяких агресивних речовин;
- Гладка внутрішня поверхня, за рахунок чого менше відкладень на стінках.

Недоліки:

- Обмежений температурний діапазон експлуатації;

- Недостатня вогнестійкість;
- З часом під дією високих температур круглий переріз труб трансформується в еліпсоподібний.



Рисунок 4.2 – Корозія чавунної труби внутрішньої каналізації

Поліпропіленові. PPR труби витримують температури до $+70^{\circ}\text{C}$, PPs до $+95^{\circ}\text{C}$. Найбільш оптимальний варіант – це труби, армовані скловолокном

Переваги:

- Довговічність до 50 років;
- Стійкість до корозії та практично всім агресивним речовинам;
- Висока міцність труб та з'єднань;
- Невелика вага;
- Абсолютно гладка внутрішня поверхня;
- Стійкість до високих та низьких температур;
- Відносна простота монтажу;
- Відносно невелика ціна (дорожче ПВХ);
- PPs відноситься до важкогорючих речовин.

Недоліки:

- Температурна деформація (потребують або утеплення, або компенсаторів).

Поліетиленові. Для каналізації використовуються рідко, при чому або поліетилен низького тиску, або зшитий поліетилен.

Переваги:

- Висока міцність, вогнестійкість, гнучкість;
- Стійкість до корозії;
- Невелика вага;
- Гладкість стінок та майже повна стійкість до виникнення відкладень;
- Стійкість до перепадів тиску;
- Довговічність;

- Гнучкість та простота монтажу;
- Відносно невелика ціна.

Недоліки:

- Не стійкі до впливу ультрафіолетових променів (не підходять для відкритого прокладання);
- Може пропускати кисень крізь матеріал стінок, який буде пошкоджувати металеві елементи системи;
- Невисока стійкість до стирання.

В залежності від виду санітарно-технічного обладнання приймаються труби різних діаметрів (табл. 4.1). При цьому, для кожної труби передбачається певний нахил, що стічні води самопливно стікали по трубам під дією гравітаційних сил без необхідності підключення насосів.

Таблиця 4.1 – Параметри труб для підключення каналізації до різних санітарно-технічних приладів

Сан-тех. прилад	Нахил, %	Максимальна відстань між стояком та сифоном без установки вентиляції, мм	Оптимальний діаметр труб, мм
Ванна	3	100-300	40
Душ	2	150-170	40
Унітаз	5	До 600	100
Раковина	8	0-80	40
Біде	5	70-100	30-40
Мийка	3	130-150	30-40
Комбінований злив (ванна, мийка, душ)	2	170-230	50
Центральний стояк	-	-	100
Відводи від центрального стояка	-	-	65-75

Нахил горизонтальної каналізаційної труби забезпечує:

- Оптимальну швидкість видалення стоків (0,7-1,0 м/с) під дією гравітації;
- Зменшення ризику виникнення відкладень на внутрішніх стінках труб;
- Зменшення неприємних запахів та проривів.

Окрім внутрішньої каналізації в будівлях та по їх периметру передбачається **поверхневе водовідведення** (дренаж) – поширений метод водовідведення на промислових та житлових територіях, де необхідне відведенні дощової, талої та іншої надмірної (наприклад, на автомийці) вологи.

Нормативно система поверхневого водовідведення визначається як система для збору та відведення поверхневих стічних вод із улаштуванням відповідних споруд в залежності від кліматичних, гідравлічних умов та рельєфу.

Поверхневий дренаж є найважливішою умовою для захисту фундаменту споруд, підвальних (підземних) і цокольних приміщень, а також території ділянки від надмірної вологи. Для пристрою дренажу розробляється проект, що визначає місце розташування дрен, глибину їх залягання, конструкцію, ухили, пристрій укосів каналів, підбір комплектуючих виробів і матеріалів, можливість сполучення окремих елементів дренажної системи. Найбільш ефективно поєднання поверхневого і глибинного дренажу. В поверхневому водовідведенні найбільшу необхідність мають місця з близьким заляганням ґрунтових вод, здатних призвести до перезволоження території.

Продумана і правильно встановлена система поверхневого водовідведення запобігає заболочуванню ґрунту в дощові сезони і зупиняє підтоплення фундаментів. Витрати на придбання та монтаж поверхневого дренажу виплачуються дуже швидко, а різниця відчутна при першому ж дощі. Грамотне влаштування водовідведення значно продовжує термін служби будинків, зменшує витрати на їх ремонт і додаткове обслуговування.

Типи і принципи поверхневого дренажу.

1. Точковий та лінійний дренаж

Існує два основних принципи поверхневого дренажу: точковий і лінійний. Точковий дренаж використовується для збору локальних джерел води, призначення лінійного дренажу – організувати збір зайвої води з значній площі. Найраціональнішим є поєднання двох цих систем. Це дозволяє знизити протяжність каналів зливової каналізації і зменшити об'єм земляних робіт.

2. Точковий дренаж (рис. 4.3, а)

Для локального збору дощових і талих вод застосовується точковий дренаж. Точкові дренажні пристрої встановлюються під водостоками, в придверних приямках, під поливальними кранами та в інших місцях, де необхідний локальний збір води. Крім того, точковий водозбір може доповнити систему лінійного дренажу в місцях, де потрібне швидке і ефективно водовідведення з поверхні (в'їзди, майданчики, доріжки перед будинком, тераси) [9].

Для організації точкового дренажу застосовуються такі пристрої як: дощоприймач, зливні водовідводи, трапи.

3. Лінійний дренаж (рис. 4.3, б)

Лінійний дренаж являє собою систему заглиблених дренажних каналів, бетонних каналів та дощоприймачів (пісковловлювачів), в яких затримується винесений потоком води пісок і дрібне сміття та за допомогою яких відбувається підключення до системи дощової каналізації. Зверху лінійний дренаж закривається знімними захисно-декоративними решітками. Такі решітки перешкоджають потраплянню в систему сміття та листя, забезпечують безпеку переміщення пішоходів і транспорту[3]. Дренажні канали зазвичай

виготовляються з таких матеріалів як бетон, полімербетон, пластик (ПВХ, ПНД, поліпропілен, АБС).

На рис. 4.4. зображена схема організації дренажної системи.



а



б

Рисунок 4.3 – Види поверхневого дренажу: а – точковий, б - лінійний

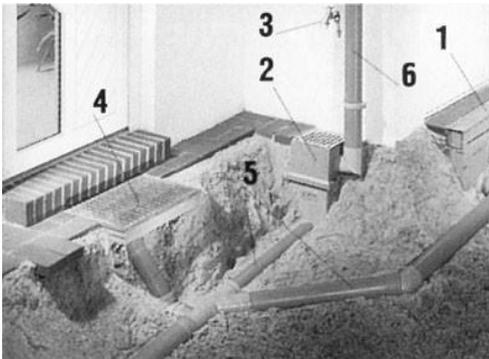


Рисунок 4.4 – Схема організації дренажної системи:

- 1 – водозбірні канали з уловлювачем піску; 2 – точковий водозбірник з насадкою для водостічної труби; 3 – кран; 4 – решітка для очищення взуття; 5 – труби дренажної системи; 6 – труба водостоку

Основним елементом системи відведення каналізаційних вод є **каналізація** – це сукупність інженерних споруд, устаткування та санітарних засобів, що забезпечує збирання та виведення за межі населених пунктів і промислових підприємств забруднених стічних вод, а також їхнє очищення та знешкодження перед використанням чи скиданням у водойму.

Схемою каналізації називають технічно та економічно обгрунтоване проектне вирішення прийнятної системи каналізації з врахуванням місцевих умов і перспектив розвитку об'єкту каналізування.

Види каналізації:

- дворова – каналізація, укладена в межах будинкової ділянки (рис. 4.5);
- внутрішньоквартальна – каналізація, укладена всередині кварталу;
- заводська – каналізація, укладена на території промислових підприємств;

– вулична – прокладена вулицями та проїздами і яка приймає стічні води з дворових, внутрішньоквартальних і заводських мереж.

Основні положення ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Проектування зовнішніх мереж та споруд. Каналізаційні колодязі:

8.8.1. Оглядові та ревізійні колодязі на каналізаційних мережах всіх систем передбачаються:

- на місцях приєднань;
- у місцях зміни діаметрів трубопроводів та встановлення запірно-регулюючої арматури;
- у місцях з'єднання на фланцях пластмасових труб із трубами інших матеріалів;
- для самопливних систем на місцях зміни напрямку та уклонів і на прямих ділянках в залежності від діаметра труб через певну кількість метрів (зазначено у ДБН);
- трубопроводи дворової каналізаційної мережі прокладають, як правило, паралельно будинкам, об'єднуючи всі випуски внутрішніх каналізаційних мереж цих будинків;
- подальше відведення стічних вод здійснюють самопливом найкоротшим напрямком до контрольного колодязя, а потім у вуличний колектор зовнішньої каналізації населеного пункту.

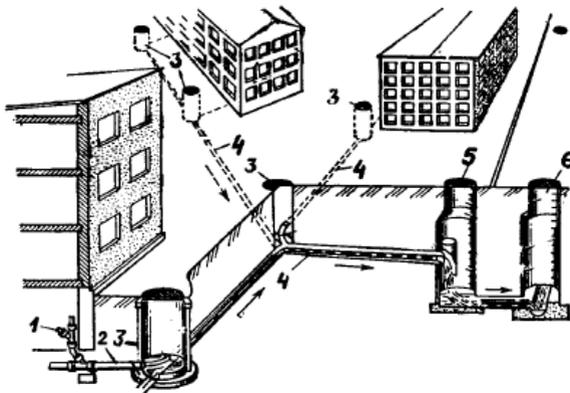


Рисунок 4.5 – Дворова каналізаційна мережа:

- 1 – прочистка; 2 – випуск; 3 – дворівний колодезь; 4 – дворові мережі;
5 – контрольний колодезь; 6 – колодезь вуличної мережі

Для контролю за роботою дворової і внутрішньоквартальної мережі в кінці таких каналізацій обладнують оглядовий колодезь, який називають контрольним. Ділянку мережі, що сполучає контрольний колодезь з вуличною мережею, називають сполучною гілкою.

Вулична мережа міст сильно розгалужена і охоплює великі території, з яких стічні води відводяться переважно самоплив. Для цього всю територію каналізації населеного місця ділять на **басейни каналізування** – це обмежена водо розділами частина території міста, в межах якої водовідведення може бути виконано єдиною системою самопливної каналізаційної мережі.

Рекомендації щодо прокладання трубопроводів каналізації:

– Не рекомендується прокласти мережі територією, де в подальшому передбачають забудову.

– Для попередження пошкодження каналізаційних мереж наземним автотранспортом, мінімальне заглиблення трубопроводів повинно бути не менше 0,7 м.

– Діаметр і уклон дворової та квартальної каналізації визначають за розрахунком, але приймають не менше 200 мм для вуличної мережі та 150 мм для внутрішньоквартальної. (8.3.1)

– На ділянках між колодзями прокладають труби одного діаметру з постійним уклоном без переломів.

Найменші уклони самопливних трубопроводів для всіх систем каналізації рекомендовано приймати для труб в залежності від діаметру (8.5.1):

– 150 мм – 0,008;

– 200 мм – 0,007.

Колектор – це ділянка каналізаційної мережі, що збирає стічні води з одного або декількох басейнів каналізування.

Колектори поділяються на:

– колектори басейну каналізування, що збирають стічні води з каналізаційної мережі одного басейну;

– головні колектори, що збирають стічні води з двох або декількох басейнів каналізування;

– заміські колектори (колектори відведення), що відводять стічні води транзитом (без приєднань) за межі об'єкта каналізування до насосних станцій, очисним спорудам або до місця випуску у водоймище.

В даний час існує три типи зовнішньої каналізації:

1. Самопливна (найчастіше використовується та влаштована з ухилом по ходу стоків);

2. Напірна;

3. Вакуумна (найбільш сучасний тип каналізації, надзвичайно ефективно зарекомендував себе у котеджному будівництві та на місцевості без природних ухилів).

Залежно від того, як відводяться окремі види стічних вод (разом чи окремо), системи каналізації розділяють на загальносплавні, роздільні (повна або неповна), напівроздільні та комбіновані.

Роздільною називається система каналізації, при якій окремі води стічних вод з забрудненнями різного характеру відводяться самостійними каналізаційними мережами. Роздільна каналізація буває повною та неповною.

Повна роздільна система водовідведення (рис. 4.6) має дві або більше мережі водовідведення, кожна з яких призначена для відводу стічних вод певного типу – для відводу побутових стічних вод від міста, промислових та дощових. При повній роздільній системі водовідведення очистка поверхневого стоку може вирішуватися або створенням локальних очисних споруд поверхневого стоку перед випуском прямо на дощовій мережі, або створенням централізованих очисних споруд за межами об'єкта, що обслуговується та перекиданням на них дощових вод по головному колектору дощової мережі.

Серед переваг повної роздільної системи слід виділити:

1. Невеликі одноразові витрати на будівництво побутової мережі.
2. Вартість будівництва та експлуатації очисних споруд менша, ніж вартість будівництва при загальносплавній системі.

Недоліком повної роздільної системи водовідведення є те, що весь об'єм дощових вод скидається без очистки у водоймище.

Неповна роздільна система водовідведення (рис. 4.7) має одну мережу водовідведення, призначену для відводу забруднених побутових та промислових стічних вод (промислово-побутова мережа). Відвід дощових вод у водоймище передбачений по відкритим лоткам та канавам. Найчастіше використовується для невеликих об'єктів.

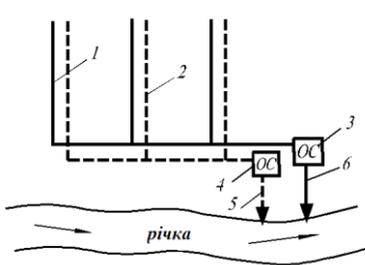


Рисунок 4.6 – Повна роздільна система водовідведення:

- 1 – колектор, що транспортує побутові та промислові стічні води;
- 2 – колектор, що транспортує дощові стічні води;
- 3 – очисні споруди побутових стічних вод;
- 4 – очисні споруди дощових стічних вод;
- 5 та 6 – випуски очищених стічних вод у водоймище

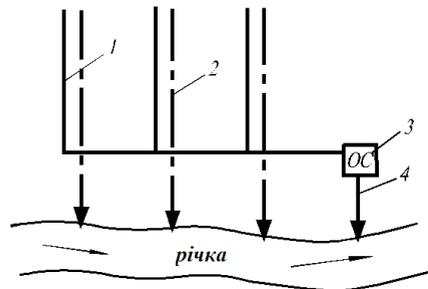


Рисунок 4.7 – Повна роздільна система водовідведення:

- 1 – колектор, що транспортує побутові та промислові стічні води;
- 2 – відкриті лотки, кювети та канави для відведення дощових стічних вод у водоймище;
- 3 – очисні споруди;
- 4 – випуск очищених стічних вод

Напівроздільна система водовідведення (рис. 4.8). При цій системі одночасно будуються дві підземні мережі труб – промислово-побутова та дощова, та один загальний колектор, по якому всі побутові та промислові стічні води та перші найбільш забруднені порції дощової води (до 70% річно-

го стоку) відводяться на очисні споруди, а більш чиста частина дощового стоку по зливовідводам скидається у водоймище без очистки.

У випадку напівроздільної системи водовідведення *перевагою* є те, що у водоймище скидається лише частина менш забруднених дощових вод, а найбільш забруднені направляються на очисні споруди та піддаються очистці.

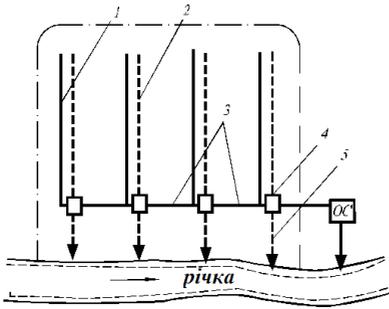


Рисунок 4.8 – Напівроздільна система водовідведення:

- 1 – промислово-побутова мережа;
- 2 – дощова мережа; 3 – загальний (загальносплавний) головний колектор; 4 – камери розподілу;
- 5 – зливи відводи

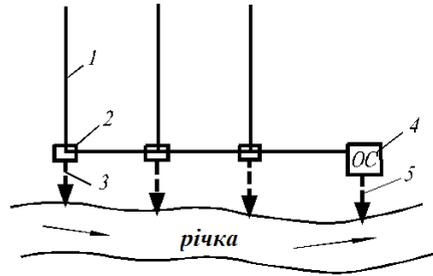


Рисунок 4.7 – Повна роздільна система водовідведення:

- 1 – колектор, що транспортує побутові та промислові стічні води;
- 2 – відкриті лотки, кювети та канали для відведення дощових стічних вод у водоймище; 3 – очисні споруди;
- 4 – випуск очищених стічних вод

Загальносплавна система водовідведення (рис. 4.9) має одну мережу водовідведення, призначену для відводу стічних вод всіх видів: побутових, промислових та дощових. Особливістю загальносплавної системи є існування на головному колекторі зливоспусків, через які частина суміші стічної води скидається у водоймище при випаданні сильних дощів.

Переваги загальносплавної системи водовідведення:

1. Протяжність та вартість однієї мережі з декількома мережами повної роздільної системи значно менша.

2. Легше прокласти один трубопровід, ніж декілька по проїзній частині вулиць, менше оглядових колодязів з люками та кришками на поверхні проїздів.

3. Менша вартість експлуатації мережі.

Недоліки загальносплавної системи:

1. Потребує великих одноразових витрат на початку будівництва мережі, що складається з труб великого діаметру. При повній роздільній систе-

мі в першу чергу може бути побудована тільки побутова мережа з труб порівняно малих діаметрів.

2. Більша вартість будівництва та експлуатації насосних станцій та очисних споруд, так як витрати води, що поступають на насосні станції загальносплавної системи, перевищують в 1,5 – 3 рази витрати води на ті ж самі споруди повної роздільної системи.

3. У водоймище через зливоспуски скидається суміш стічних вод, тобто побутові стічні води, які характеризуються більш високими показниками забруднення.

4. Через зливоспуски можливе підтоплення мережі водовідведення в період паводків в річках та підвищення рівня води в них.

Основні положення ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди до прокладання трубопроводів містом:

8.1.2. Надземне та наземне прокладання каналізаційних трубопроводів на території населеного пункту, як правило, не допускається.

При перетині глибоких ярів, водотоків і водойм, а також при укладанні поза межами населених пунктів, допускається наземне та надземне прокладання трубопроводів.

8.1.3. Підземне прокладання можна проектувати траншейними та безтраншейними методами.

8.1.4. Самопливні та вакуумні мережі проектуються переважно в одну лінію.

8.1.7. Відстані по горизонталі від інженерних мереж до споруд, а також відстань між сусідніми підземними інженерними мережами регламентуються ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій.

При прокладанні трубопроводів водовідведення слід дотримуватись не тільки норм стосовно глибини закладання трубопроводів, але й нормованих відстаней до найближчих підземних інженерних мереж (табл. 4.2).

Класифікація каналізаційних споруд.

Усі каналізаційні споруди будь-якої системи і схеми каналізації за своїм призначенням діляться на дві основні групи. До першої групи відносять устаткування та споруди, призначені для прийому і транспортування стічних вод:

1. Внутрішні каналізаційні пристрої;
2. Зовнішню каналізаційну мережу;
3. Насосні станції та напірні каналізаційні водоводи.

До другої групи відносять:

1. Очисні станції, призначені для очищення, знешкодження, знезараження стічних вод та для обробки осаду;
2. Випуски очищених вод у водоймище.

Етапи водовідведення та очищення стічних вод населеного пункту. Розглянемо шлях стічних вод каналізацією населеного пункту. Вода, роз-

бавлена милом та шампунем, вуличним брудом, виробничими відходами, залишками їжі повинна бути належним чином очищена перед тим, як вона повернеться до джерела водопостачання. Починається шлях стічних вод або в решітці водостоку, якщо мова йде про стічні води, що забираються з вулиці, або у трубі, якщо мова йде про будівлі. З не дуже великих фанових труб (приблизно 15 см в діаметрі) вода упереміш з відходами потрапляє в більш крупні загальні труби будівлі. Декілька будівель та вуличних водостоків на території об'єднуються в локальний водозбір, які, в свою чергу, об'єднуються в райони каналізування, а далі – в басейни каналізування. На кожному етапі діаметр труби збільшується і в тунельних колекторах вже досягає 4,7 м. По таких трубах вода доходить до станції аерації.

Таблиця 4.2. Відстані від найближчих підземних інженерних мереж до трубопроводів водовідведення

Інженерні мережі	До фундаментів будинків і споруд	Фундаментів оголо-рож підприємств, естакад, опор кон-тактної мережі	Осі крайньої-колії залізничних доріг	Бортового каменю вулиці, дороги	Фундаментів опор повітряних ліній електропередачі
Водопровід і напірна каналізація	5	3	2,8-4	2	1-3
Самопливна каналізація	3	1,5	2,8-4	1,5	1-3
Газопроводи (в залежності від тиску)	2-7	1	2,8-7,8	1-2	1-10
Теплові мережі	за ДБН В.2.5-39	за ДБН В.2.5-39	2,8-4	1,5	1-3

Досягнувши дна колектора, вода потужними насосами (рис. 4.10) відіймається майже на 20-ти метрову висоту. Це необхідно для того, щоб брудна вода проходила етапи очистки під дією сили тяжіння з мінімальним використанням насосного обладнання.

Перший етап очистки – решітки, на яких залишається крупне сміття (ганчірки, носки, втрачені мобільні телефони, тощо). Це сміття відправляється на звалище. Наступний крок – пісковловлювачі (рис. 4.11). Задача цього етапу полягає у зборі грубих домішок та піску, тобто всього того, що пройшло через решітки. Перед випуском з пісковловлювачів у воду додають хімічні

реагенти для видалення фосфору. Далі вода спрямовується в первинні відстійники, в яких відділяються зважені та плаваючі речовини.



Рисунок 4.10 – Зовнішній вигляд насосної станції



Рисунок 4.11 – Зовнішній вигляд пісковловлювачів

Первинні відстійники завершують первинний етап очистки – механічний та частково хімічний. Відфільтрована вода та вода, що відстоялася не містить в собі сміття та механічних домішок, але містить велику кількість мікроорганізмів.

Процес біологічної очистки відбувається в аеротенках – спорудах для штучного біологічного очищення стічних вод за допомогою активного мулу (бактерії-мінералізатори та нижчі організми) та продування повітрям (аерації).

Аеротенк (рис. 4.12) являє собою бетонний проточний басейн глибиною 3-5 м, шириною 3-12 м і довжиною до 150 м.

Повітря, що подається через закладені в дні аеротенка пористі пластинки (фільтроси), перемішує попередньо відстояну суміш стічної рідини і активного мулу, постачаючи кисень, потрібний для життєдіяльності бактерій, та окислюючи органічні забруднення. Активний мул випадає у вторинних відстійниках, звідки знову перекачується в аеротенк, а його приріст (завислі речовини) скидається для обробки з осадом первинних відстійників. Час перебування стічної рідини в аеротенку становить від 6 до 12 годин.

Остання стадія очистки стічних вод – обробка ультрафіолетом. Така обробка відноситься до безреагентних, фізичних методів впливу. Розрізняють два види опромінювання ультрафіолетом – імпульсне (з широким спектром хвиль) та постійне (в обраному діапазоні хвиль). Ультрафіолетове опромі-

нення вбиває мікроорганізми, але клітинні стінки бактерій, грибів, білкові фрагменти вірусів залишаються у воді.



Рисунок 4.12 – Зовнішній вигляд аеротенку

Слід відзначити, що ефективність ультрафіолетового знезараження води може бути додатково збільшена шляхом поєднання з іншими методами знезаражування та з фізичною дією. Так, одночасна обробка води кавітацією (утворення всередині рідини порожнин, заповнених газом, паром або їх сумішшю), ультразвуком та ультрафіолетом, введення малих доз озону після ультрафіолетової обробки дозволяє скоротити необхідну дозу опромінення та гарантувати повне знезаражування води.

Газопостачання

Однією із важливих складових інженерного обладнання будівель, за допомогою якого в більшості будівель відбувається опалення приміщень та використовується для приготування їжі, є *газопостачання* - послуга, яка передбачає реалізацію природного або скрапленого газу шляхом транспортування його до споживача. Послуги з постачання газу споживачеві здійснює газопостачальне підприємство на підставі відповідної ліцензії.

Газ, як високоефективний енергоносіє широко використовується в даний час як у побуті, так і на виробництві. У порівнянні з твердим та рідким паливом використання газу має ряд переваг, а саме: високий коефіцієнт корисної дії газового обладнання, повнота та бездимність спалювання, зручність зберігання та транспортування, простота газових пальників і камер спалювання, тощо. В побуті та в промисловості використовують в основному природний газ, який добувають із газових або газонафтових родовищ. Значно рідше використовують штучні гази, які отримують в процесі термічної переробки рідкого чи твердого палива.

Властивості газу як палива визначаються складовими частинами цього газу, а саме кількістю горючих газів та баластових домішок. Основними характеристиками газів є:

- *Тиск* – це сила, з якою речовина давить на одиницю плоскої поверхні ($H/m^2 = Pa$);
- *Теплота згоряння Q* – це кількість теплоти, що виділяється при повному згорянні $1\ m^3$ газу;
- *Об'єм речовини* – це тривимірний геометричний простір, який при температурі $273,16\ K$ ($0^\circ C$) і тиску $101\ 325\ Pa$ ($760\ mm\ rt.\ st.$) займає речовина;
- *Густина* (об'ємна маса речовини) – маса речовини в одиниці об'єму (kg/m^3);
- *Вологість* – це кількість водяного пару, які містить у собі газ (g/cm^3).

Горюча частина газу складається переважно із вуглеводів (метан, етан, пропан, бутан, пентан), водню та оксиду вуглецю. Вміст метану в природних газах складає $93...98\%$, тому його властивості практично повністю визначають властивості природного газу. Основними компонентами горючої частини природного газу є: метан CH_4 , водень H_2 , азот N_2 , кисень O_2 (нетоксичні гази), вуглекислий газ CO_2 , сірководень H_2S , оксид вуглецю CO (токсичні гази) та ціанистоводнева (синильна) кислота HCN .

В цілому за видом і складом природних газів можна виділити наступні:

- елементарні горючі гази (водень H_2);
- індивідуальні неорганічні горючі газові з'єднання (окис вуглецю CO , сірководень H_2S);
- індивідуальні легкі граничні вуглеводи (метан CH_4 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10});

– індивідуальні легкі неграничні вуглеводи (етилен C_2H_4 , пропілен C_3H_6 , бутилен C_4H_8);

– суміші горючих і негорючих газів.

За *способом видобутку* газів поділяються на:

– штучні газів (доменний, коксовий, синтез-газ, тощо);

– промислові газів – група газів, що виробляються з метою комерційного використання;

– природні газів – суміш газів, що утворилася в надрах землі при анаеробному (без кисню) розкладанні органічних речовин;

– супутні нафтові газів – газ, розчинений у нафті при пластових умовах. Виділяється при експлуатації нафтових покладів внаслідок зниження пластового тиску нижче за тиск насичення нафти;

– зріджені вуглеводні газів.

Спалахування і горіння газів. *Температура спалахування* – це мінімальна температура, при якій суміш спалахує (залежить від пропорції між газом і окислювачем і від витрат у навколишнє середовище). Спалахування і подальше мимовільне горіння газоповітряної суміші можливе тільки при певних співвідношеннях газу і повітря (*границя спалахування*).

Якщо вміст газу в суміші менше нижньої границі спалахування, то така суміш самостійно горіти не може. При вмісті газу, що є більшим верхньої границі спалахування, кількості повітря в суміші недостатньо для повного згоряння газу. Газоповітряна суміш, вміст газу в якій знаходиться між нижньою і верхньою межами спалахування, є вибухонебезпечною.

Основним регламентуючим документом стосовно вимог проектування при новому будівництві, реконструкції, капітальному ремонті та технічному переоснащенні наявних систем газопостачання, що забезпечують споживачів природним газом із надлишковим тиском не більше 1,2 МПа, а також скрап-леними вуглеводневими газами (СВГ) із надлишковим тиском більше 1,6 МПа є ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання.

Обладнання мереж газопостачання. Зберігання газу.

Газгольдер – це резервуар для зберігання газоподібних речовин. Існують газгольдери постійного та змінного об'єму називається **газгольдер** (рис. 5.1). Газгольдери постійного об'єму представляють собою сталеві циліндричні чи сферичні резервуари, які здатні зберігати газ при тиску до 1,8 МПа (18 атм).

Газгольдери змінного об'єму зберігають газ при тиску, який близький до атмосферного, та при температурі навколишнього середовища. Об'єм контейнера змінюється із зміною тиску газу, що зберігається (для великих газгольдерів може сягати 50 000 м³ при діаметрі циліндричного сховища 60 м).

Газгольдери бувають *сухі* та *мокрі*. В мокрих газгольдерах герметизація здійснюється за допомогою гідравлічного (в основному водяного) затвору, в сухих – будь-якими іншими способами, наприклад, з використанням сальникових ущільнень.

Розміщують газгольдери групами на спеціальних майданчиках. По причині великої вартості газгольдерів тепер їх застосовують тільки в системах газопостачання великих міст.

Замість газгольдерів для зберігання добового та погодинного залишків горючого природного газу використовують кінцеві ділянки магістральних газопроводів. Місячну нерівномірність споживання газу вирівнюють за допомогою газу з підземних сховищ (рис. 5.2). Такі сховища неметаломісткі, економічні та довговічні, їх широко використовують для газопостачання міст.



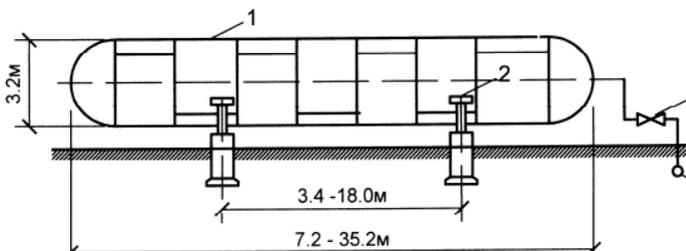
а



б



в



г

Рисунок 5.1 – Газгольдери:

а – підземне розташування газгольдеру; б – газгольдер постійного об'єму; в – групове розміщення сферичних газгольдерів; г – схема газгольдеру постійного об'єму (1 – сталева оболонка; 2 – опора; 3 – засувка; 4 - колектор)



Рисунок 5.2 – Запаси природного газу України станом на 2016 рік

Класифікація систем газопостачання. Залежно від *максимального робочого тиску газу* системи поділяються на:

- низького тиску – тиск газу не більше 5 кПа (постачання газу житлових і громадських будівель, дрібних промислових та комунально-побутових підприємств);
- середнього тиску – від 5 кПа до 0,3 МПа;
- високого тиску:

II категорії – тиск газу від 0,3 до 0,6 МПа;

I категорії – тиск газу від 0,6 до 1,2 МПа (подача газу до міських газорегуляторних пунктів та підприємств, технологічні процеси яких потребують застосування газу високого тиску).

За *виглядом в плані* системи розподілу газу поділяють на тупикові, кільцеві і змішані.

За *числом ступенів тиску* бувають одно-, дво-, три- та багаступінчасті (рис. 5.3).

Необхідність сумісного застосування декількох ступенів тиску газу в містах виникає по причині великої протяжності міських газопроводів, які несуть великі газова навантаження, наявності споживачів, які потребують різних тисків, тощо.

При живленні від однієї точки газові мережі мають великі діаметри, а розподіл газу характеризується відносно великою нерівномірністю. Тому живлення мережі газом здійснюється в декількох точках, для чого застосовують газорозподільні станції.

У двоступінчастій схемі газ середнього тиску підводиться до газорегуляторних пунктів, які розташовуються поза кварталом на вільних від забудови майданчиках. Із газорегуляторних пунктів після зниження тиску газ над-

ходить до газопровідів низького тиску, з яких через вводи до внутрішньодомової мережі.

У великих містах з розвинутою промисловістю при наявності споживачів газу середнього тиску може застосовуватись три- або багатоступінчаста системи розподілу: високого (1 або 2 категорій), середнього та низького тиску.

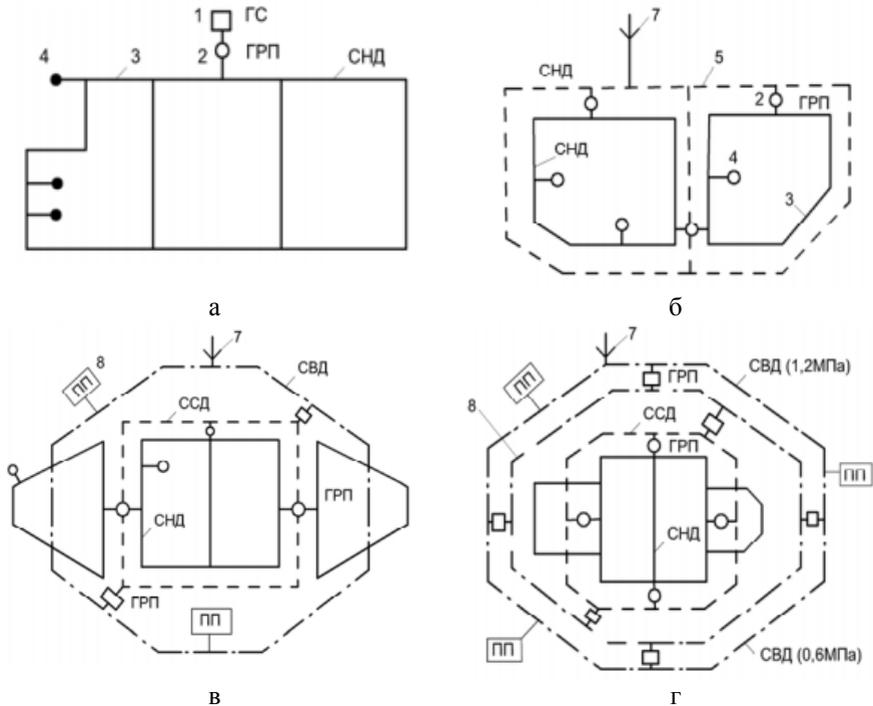


Рисунок 5.3 – Системи газопостачання за числом ступенів тиску:

а – одноступінчаста; б – двоступінчаста; в – тріступінчаста; г – багатоступінчаста (1 – група установка зрідженого газу (ГС); 2 – газорегуляторний пункт (ГРП); 3, 5, 6 – трубопроводи низького (СНД), середнього (ССД) і високого (СВД) тиску; 4 – відгалуження до споживачів; 7 – газорозподільна станція; 8 – промислове підприємство)

У цьому разі газ від джерела подається до окремих районів міста під високим тиском на регуляторні пункти, які знижують тиск газу до середнього. Всередині районів розташовані ГРП, що знижують тиск до низького. На ці станції газ надходить по газопроводах середнього тиску.

Мережа низького тиску має найбільші розгалуження та протяжність.

Як видно з рис. 5.3, жодна система газопостачання не може існувати без такої важливої складової, як **газорегуляторний пункт (ГРП)**. В них

знижується тиск газу, його очищають від механічних домішок і в деяких випадках обліковують кількість газу, який пройшов. ГРП за конструкцією бувають *стаціонарні* та *шафові* (рис. 5.4).

Залежно від призначення ГРП бувають:

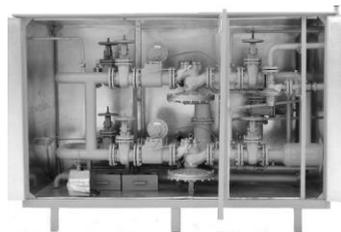
- міські (живлять газом високого або середнього тиску);
- районні (подають газ низького тиску в міські райони або квартали);
- об'єктні (живлять газом високого, середнього або низького тиску

промислові комунальні підприємства та окремі споруди).

Окремо розташовані пункти редукування газу (ПРГ) в населених пунктах розташовуються в зоні зелених насаджень, мінімальні відстані від будинків, залізничних, трамвайних та автомобільних доріг регламентуються пунктом 8.5 ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання.



а



б

Рисунок 5.4 – Види газорегуляторних пунктів:

а – стаціонарний; б - шафовий

Труби для систем газопостачання.

Для прокладання газових мереж різного призначення використовують *сталеві* (безшовні та зварні) і *пластмасові* (поліетиленові та вінілпластові) труби. Труби з інших матеріалів застосовують рідко.

Діаметр газопроводів і товщину їх стінок визначають розрахунком, але незалежно від цього товщина стінок повинна бути не менше:

- 2 мм для надземного трубопроводу;
- 3 мм для підземного.

Мінімальний діаметр підземних газопроводів:

- 50 мм для розподільних мереж
- 25 мм для відгалужень до споживачів.

Сталеві труби газопроводів. На практиці застосовують сталеві безшовні гарячедеформовані труби зовнішнім діаметром 57...426 мм. Перевагою цих труб є постійність механічних властивостей по всьому периметру поперечного перерізу. Труби вважають такими, що витримали випробування, якщо в період, коли вони знаходяться під тиском, не з'являються течі, волога або залишкові деформації.

Сталеві газопроводи, які прокладають в землі, з'єднують зварюванням. Різьбові з'єднання труб і арматури при підземному прокладанні газопроводів

не допускаються. Фланцеві з'єднання допускаються тільки в колодязях, в місцях встановлення арматури з фланцями, а також при встановленні компенсаторів та інших деталей.

Поліетиленові труби. Труби газопровідні повинні відповідати ДСТУ Б В.2.7-73-98 "Труби поліетиленові для подачі горючих газів".

Переваги поліетиленових труб:

- термін експлуатації довший, ніж у металевих (гарантійний термін 50 років);
- не вимагають катодного захисту, і тому майже не потребують обслуговування;
- не бояться контактів з водою і стійкі до більшості агресивних середовищ;
- поліетиленові труби у 2-4 рази легше сталевих;
- поліетиленові труби здатні витримувати змінні навантаження від ґрунту;
- поліетиленові труби діаметром від 20 до 110 мм випускаються бухтами від 50 до 500 метрів;
- стикове зварювання поліетиленових газопровідних труб значно дешевше, простіше і займає менше часу;
- поліетиленовий стик не вимагає ніяких додаткових витратних матеріалів (ізоляції, електродів);
- час підготовки зварників для поліетиленових газопровідних труб значно менший, ніж для сталевих;
- можливість прокладки газопроводу методом протягування;
- висока еластичність, а також низька шорсткість внутрішньої поверхні.

Основні положення ДБН В.2.5-41:2009 Газопроводи з поліетиленових труб:

5.5. Поліетиленові газопроводи слід передбачати:

- По території міст – тиском до 0,3 МПа;
- По території селищ і сіл та на міжселищних газопроводах – тиском до 1,0 МПа.

5.6. Не допускається застосовувати поліетиленові труби:

- Для транспортування газів, що містять ароматичні, хлоровані, вуглеводні, парові та рідкі фази;
- Для надземних та наземних трубопроводів;
- У тунелях та колекторах.

5.9. У проекті повинен враховуватись запас труб обсягом не менше 2% від загальної довжини газопроводів

5.10. Арматура та обладнання поліетиленових газопроводів передбачається як для сталевих газопроводів.

5.11. Допускається безколядязне встановлення поліетиленових кранів із забезпеченням можливості керування ними з поверхні землі.

5.13. З'єднання поліетиленових газопроводів із сталевими слід передбачати переважно нерознімними. Рознімні з'єднання розміщуються в колодязях, нерознімні – в ґрунті.

Трасування газопроводів територією міста.

– При трасування газопроводів слід направляти газ по найменшій відстані до споживача;

– Допускається підземне, надземне та наземне прокладання газопроводів;

– Відстані від підземного трубопроводу до стінок колодязів та камер інших підземних мереж повинна бути не менше 0,3 м;

– Газопроводи високого тиску трасують по окраїнах населених пунктів;

– Газопроводи середнього і низького тиску – по усіх вулицях;

– Газопроводи великого діаметру по можливості слід прокласти по вулицях з неінтенсивним рухом.

Надземне прокладання газопроводів дозволяється лише в наступних випадках:

– На розташованих окремо опорах, колонах, естакадах та етажерках – газопроводи усіх тисків;

– По стінах виробничих будинків із приміщеннями, які відносяться до Г і Д категорій вибухопожежонебезпечності – газопроводи тиском до 0,6 МПа;

– По стінах виробничих будинків категорії В – тиском до 0,3 МПа;

– По стінах громадських та житлових будинків – газопроводи низького тиску з умовним діаметром труб не більше 50 мм;

– При перетинанні газопроводами інших підземних комунікацій, відстані між ними по вертикалі повинні бути не менше:

➤ 0,15 м – при перетинанні водопроводу, каналізації, телефонної мережі;

➤ 0,5 м – електрокабелю або телефонного броньованого кабелю;

➤ 1 м – мастилонаповненого електрокабелю високої напруги.

– Газопроводи, які транспортують вологий газ, прокладають нижче рівня промерзання ґрунту з нахилом не менше 0,002.

При влаштуванні надземних переходів газопроводи доцільно підвішувати до конструкцій існуючих металевих і залізобетонних мостів або споруджувати для них спеціальні мости (рис. 5.5).

При прокладанні підземних газопроводів слід дотримуватись регламентованих відстаней до інших споруд, які подані у табл. 5.1. Якщо підземне прокладання через певну територію передбачає можливі впливи на газопровід статичних або динамічних навантажень, для його захисту від зовнішніх

ушкоджень його прокладають у футлярі. Прокладання підземних газопроводів у футлярі обов'язкове у наступних випадках (рис. 5.6):

- При перетині автомобільних доріг;
- При перетині трамвайних шляхів;
- При перетині залізничних доріг
- При вводі газопроводу у будівлю (перетин стіни).



Рисунок 5.5 – Приклади трасування газопроводів через перешкоди

Таблиця 5.1 – Мінімальні відстані по горизонталі між підземними газопроводами та іншими спорудами і комунікаціями

Газопровід	Будівлі	Залізничний шлях	Трамвайний шлях	Водопровід	Каналізація	Теплова мережа	Силові кабелі	Дерева	Лінії електропередач
Низького тиску	2	3,8	2,8	1	1	2	1	1,5	1-10
Середнього тиску	4	4,8	2,8	1	1,5	2	1	1,5	1-10
Високого тиску (0,3-0,6 МПа)	7	7,8	3,8	1,5	2	2	1	1,5	1-10
Високого тиску (0,6-1,2 МПа)	10	10,8	3,8	2	5	4	2	1,5	1-10

Системи газопостачання будівель. Місцеві (індивідуальні) системи газопостачання складаються з одного або двох балонів ємністю 50 дм³, розташованих у металевій шафі зовні будівлі, які мають регулятор тиску

(рис. 5.7, а). Газовий прилад підключають до балонів (рис. 5.7, б) за допомогою газопроводу, на якому перед приладом встановлюють вимикаючий кран. Дозволяється один балон встановлювати у приміщенні.

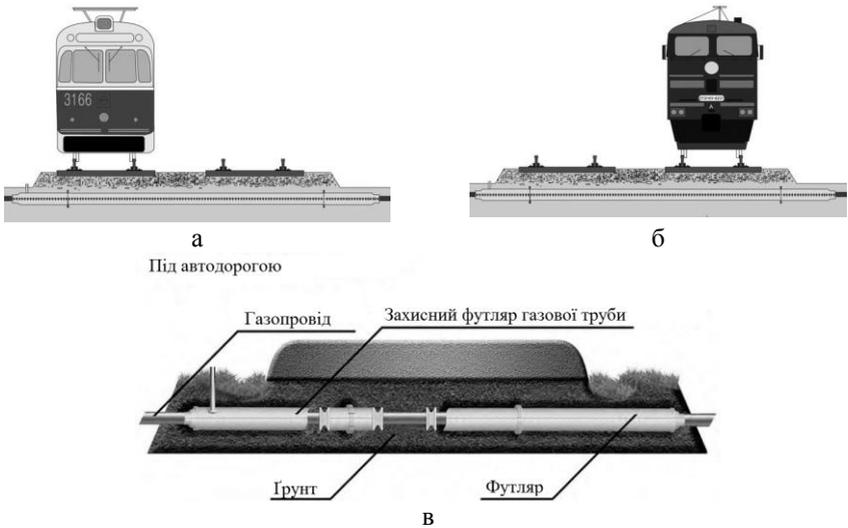


Рисунок 5.6 – Підземне прокладання газопроводів у футлярі:
 а – під залізничними шляхами; б – під трамвайними шляхами;
 в – під автодорогою



а

б

Рисунок 5.7 – Місцева система газопостачання:
 а – умовна схема із використанням газгольдеру; б – приклад підключення
 приладів до балонів із газом

Централізована система газопостачання (рис. 5.8) складається з газового вводу, розвідних магістралей, стояків, підводок, газових приладів, газових лічильників і арматури.

З рис. 5.8 видно, що після підключення будівлі до зовнішнього газопроводу і обов'язково повинен бути передбачений вимикаючий кран на випа-

док відключення газу у всій будівлі для проведення ремонтних робіт або в аварійних ситуаціях. Наступним елементом у схемі централізованого газопостачання є ввід у будівлю.

Вводи газопроводу бувають *відкритими* та *закритими* (рис. 5.9). Ввід газопроводу виконується по наступним принципам та правилам:

- Ввід газопроводу до будівлі прокладають через стіну вище фундаменту від зовнішнього газопроводу.
- Ввід прокладають з нахилом не менше 0,003 в бік дворової мережі для відводу конденсату і приєднують до неї за допомогою зварювання.

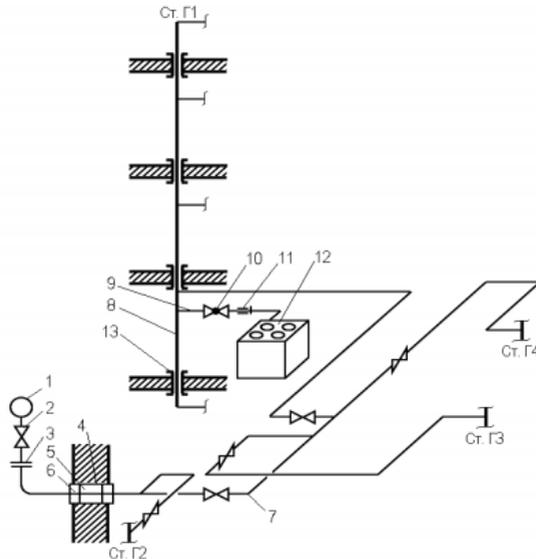


Рисунок 5.8 – Принципова схема централізованої системи газопостачання:

- 1 – зовнішній газопровід; 2 – вимикаючий кран (засувка); 3 – ізолюючий фланець; 4 – футляр; 5 – просмолена прядка; 6 – бітум; 7 – розвідна магістраль; 8 – стояк; 9 – підводка до газових приладів; 10 - пробковий кран; 11 – роз’ємне різьбове з’єднання; 12 – газова плита; 13 - гільза

- На вводі газопроводу для вимикання абонента на висоті не більше 1,5 м від рівня ґрунту встановлюють кран або засувку.
- У місці перетину з вводом стіни його розміщують у футлярі, діаметр якої повинен бути мінімум на 100 мм більше зовнішнього діаметра трубопроводу вводу.
- Простір між футляром і будівельною конструкцією заробляють цементом.
- Вводи влаштовують у нежитлових приміщеннях, які доступні для огляду: в кухнях, східних клітках, коридорах.

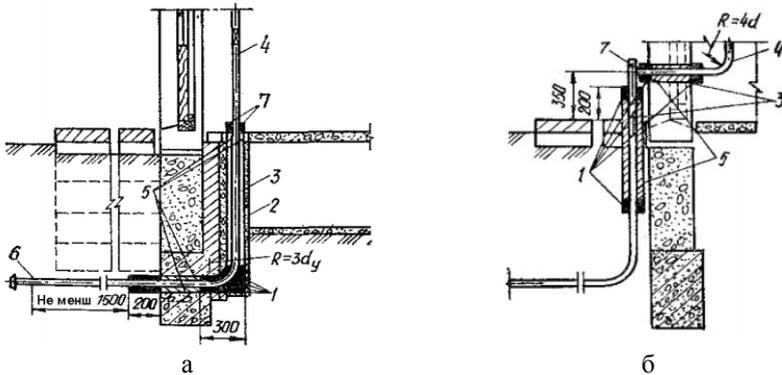


Рисунок 5.9 – Вводи газопроводу:

а – відкритий; б – закритий (1 – бітум; 2 – цементна стяжка; 3 – футляр;
4 – сталевая труба; 5 – просмоленая пакля; 6 – місце зварки труби; 7 - заглушка)

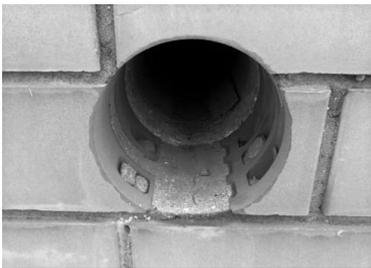
- Приміщення вводу в будівлю повинно бути доступно для огляду.
- Забороняється улаштування вводу в будівлю через склади вибухо-небезпечних і горючих матеріалів, вентиляційні камери, через ліфтові шахти і камери, приміщення сміттєзбірників, електророзподільних пристроїв, у підвалах, машинних відділеннях, а також у всіх приміщеннях, в яких газопровід підлягає інтенсивній корозії.
- Ввід газопроводу в підвал допускається за умови, що довжина трубопроводу, що прокладається підвалом, не перевищує 12 м.
- Як правило, ввід газопроводу в житлову будівлю розташовують навпроти сходової клітини або кухні та підіймають усередині або зовні будівлі до рівня підлоги першого поверху.
- Кран або засувку для відключення ділянок мережі встановлюють на доступному і освітленому місці горизонтальної або вертикальної ділянки газопроводу.
- У житлових будівлях при постачанні газом від одного вводу двох або більше стояків, що обслуговують більше 2 поверхів на кожному стояку встановлюють запірний кран або засувку.

До вводу підключаються розвідні горизонтальні трубопроводи (рис. 5.8, п. 7), які повинні виконуватись у відповідності із наступними правилами:

- Газопроводи вологого або зрідженого газу прокладають з нахилом не менше 0,003 в бік вводу.
- Газопроводи, які транспортують осушений газ, прокладають без нахилу.
- При перетині газопроводами будівельних конструкцій їх розміщують у гільзах. Простір між трубою і гільзою заповнюють смоляним прядкою, бітумом або цементним розчином.

- На горизонтальних ділянках розвідних трубопроводів не допускаються провиси, нерівності та злами. Кривизна прямолінійних ділянок не повинна перевищувати 1 мм на 1 м.
- Прокладають на висоті не менше 2,2 м від підлоги до низу труби і на відстані не менше 100 мм до верху труби.
- Забороняється прокладати газопровід по наличникам, дверним, віконним коробкам, фанерним стінам і тимчасовим перегородкам.
- При прокладанні газопроводу по стінам відстань його від стіни повинна бути не менше радіуса труби, але не більше 50 мм з метою забезпечення вільного монтажу, огляду та ремонту.
- Газопроводи кріплять до будівельних конструкцій:
- Роз'ємними хомутами і гачками при діаметрах труб до 40 мм;
- На кронштейнах або підвісках – при діаметрі більше 40 мм.
- Усі види кріплень заробляють в стіну на цементному розчині або закріплюють за допомогою металевих дюбелів.

Наступним елементом у схемі централізованого газопостачання будівлі є стояки, які підключаються до розвідних горизонтальних трубопроводів. Стояки кріпляться у такий самий спосіб, як і розвідні трубопроводи, тобто встановлюється 1 кріплення на поверх. Їх зазвичай розташовують в кухнях, коридорах або сходових клітках. Прокладання виконується відкритим чином (рис. 5.10, а) або у борознах на стінах і монтажних шахтах (рис. 5.10, б) з влаштуванням природної вентиляції.



а



б

Рисунок 5.10 – Варіанти прокладання стояку газопроводу через приміщення:
а – через стіни за допомогою гільзи; б – відкрите прокладання

Стояки, які проходять через міжповерхові перекриття, поміщають у захисні гільзи із сталевих труб діаметром щонайменше на 20 мм більше діаметру стояку. Простір між стояком і гільзою заповнюють просмоленою паклею і заливають бітумом.

Слід відзначити, що не дозволяється прокладка стояків у житлових приміщеннях, ванних кімнатах, санітарних вузлах, віконних та дверних коробках, фанерних стінах та тимчасових перегородках.

До стояку підключаються підводки до газових приладів, які монтуються аналогічно до монтажу розвідних трубопроводів. Підводка до газових приладів від внутрішньо квартирного трубопроводу прокладають зверху. Перед кожним газовим приладом на висоті 1,5 м від підлоги встановлюють пробочний кран з обмежувачем. У місцях перетину газопроводів з водопровідними і каналізаційними трубопроводами відстань між трубами повинна бути не менше 200 мм.

Взаємне розташування газопроводів і електропроводів повинно задовольняти наступні вимоги:

- При відкритій прокладці електропроводу відстань його від стінки газопроводу повинна бути не менше 100 мм; при прокладці в ізольованих трубках – 50 мм;

- При схованій прокладці відстань від стінки газопроводу до краю електропроводу повинна бути не менше 50 мм;

- У місцях перетину газопроводу з відкритою електропроводкою електропровід поміщають у гумову або ебонітову трубку, яка виступає на 100 мм з кожного боку газопроводу;

- Прокладка газопроводу у загальних каналах з броньованим кабелем не допускається;

- Газопроводи прокладають на відстані не менше 500 мм від відкрито прокладених електричних кабелів;

- За наявності кабельного вводу газовий ввід в будівлю розташовують на відстані не менше 250 мм і покривають посиленою ізоляцією;

- Газопроводи встановлюють на відстані не менше 500 мм від освітлювальних коробок, запобіжників, групових щитків, лічильників, вимикачів і автоматів.

Газові прилади. Існує велике різноманіття приладів, що використовують газ. Одним із найбільш поширених в житлових будівлях є *газові плити*. Вони приєднуються до підводки за допомогою згону, кутовика або короткозагнутого відводу через пробковий кран. Випускають для роботи на природному газі з номінальним тиском 1300 та 2000 Па або на зрідженому газі з номінальним тиском 3000 Па.

Газові водонагрівачі використовують для підігріву води і встановлюють переважно в кухнях. Можуть бути ємними та проточними. Приміщення, де дозволяється розташовувати водонагрівачі, повинні мати вентиляційний канал, двері, що закриваються, отвір для потоку повітря не менше 0,002 м² (решітка в стіні, зазор між підлогою та дверима).

Газові котли – теплогенеруючі агрегати з тепловою потужністю не більше 100 кВт, температура теплоносія в яких не перевищує 95 °С. Використовуються для підтримання необхідної температури теплоносія в автономних центральних та індивідуальних системах опалення.

Газові конвектори альтернатива системам водяного опалення. Не потребують наявності димоходу. Відрізняються простотою монтажу та можливістю підводу газу з усіх боків.

Газові генератори можуть використовуватись для постійного та безперебійного електропостачання

Не допускається розміщення газовикористовуючого приладу:

- У коридорах загального користування;
- У санітарних вузлах (в тому числі у душових та ванних кімнатах);
- У гуртожитках з тимчасовим проживанням;
- У приміщеннях будинків будь-якого призначення, які не забезпечені пристроями для припливу повітря відповідно до вимог ДБН;
- У підвальних приміщеннях, а при газопостачанні систем внутрішнього газопостачання – у підвальних і цокольних приміщеннях будинків.

Теплопостачання

Теплопостачання - це сфера діяльності з виробництва, транспортування, постачання теплової енергії споживачам. Теплова енергія у вигляді гарячої води або пари транспортується від джерела теплоти (ТЕЦ або котельні) до споживача тепла по трубопроводах, що називається *тепловою мережею*.

Класифікація споживачів теплової енергії *за надійністю теплопостачання*:

– *Перша категорія* – споживачі, яким не допускається перерва у подачі теплової енергії та зниження температури повітря в приміщеннях нижче передбаченої вимогами ДБН за видами будинків та споруд (лікувальні заклади, картинні галереї, хімічні та спеціальні виробництва, шахти, тощо).

– *Друга категорія* – споживачі, яким допускається зниження температури повітря в опалювальних приміщеннях на період ліквідації технологічного пошкодження обладнання, але не більше **50 год.:**

Житлових будівель – до +12 °С;

Громадських і адміністративно-побутових – до +10 °С

Промислових – до +8 °С.

– *Третя категорія* – решта споживачів.

Класифікація *за потужністю джерела теплової енергії*:

– *Система автономного теплопостачання* – сукупність джерел теплової енергії потужністю менше 1 МВт, розподільних теплових мереж та мереж гарячого водопостачання;

– *Система децентралізованого теплопостачання* – сукупність джерел теплової енергії (місцевих або групових котельень), потужністю не менше 1 МВт і не більше 3 МВт, розподільних теплових мереж і мереж гарячого водопостачання.

– *Система помірно-централізованого теплопостачання* – сукупність джерел теплової енергії (квартальних котельень), потужністю менше 3 МВт і не більше 20 МВт, магістральних та/або розподільних мереж та мереж гарячого водопостачання;

– *Система централізованого теплопостачання* – сукупність джерел теплової енергії (ТЕЦ та районних котельень), потужністю більше 20 МВт, магістральних, розподільних теплових мереж та мереж гарячого водопостачання.

Класифікація *за видом теплоносія*:

- Паровий;
- Водяний;
- Змішаний.

Класифікація *за кількістю паралельно прокладених трубопроводів*:

– Однотрубні – найбільш економічні та прості. В них мережева вода після систем опалення і вентиляції повинна повністю використовуватись для гарячого водопостачання.

– Двотрубні – найбільш поширені мережі теплопостачання, що складаються з трубопроводу, що подає та зворотного трубопроводу для водяних мереж.

– Тритрубні – в таких мережах дві труби використовуються як ті, що подають теплоносій з різними температурами, а третю трубу – в якості зворотної.

– Чотиритрубні – одна пара теплопроводів обслуговує системи опалення і вентиляції, а інша – систему гарячого водопостачання та технологічні потреби.

– Багатотрубні.

Класифікація *теплових мереж*:

– *Магістральна* – комплекс трубопроводів і споруд, що забезпечують транспортування теплоносія від джерела теплової енергії до теплових пунктів та/або розподільної теплової мережі ТМ.

– *Розподільна* – трубопроводи зі спорудами, які забезпечують транспортування теплоносія від центрального теплового пункту або магістральної ТМ або джерела теплової енергії до теплового вводу споживача.

– *Гарячого водопостачання* – комплекс трубопроводів, обладнання та споруд, що забезпечують подачу гарячої води від теплового пункту (ТП) або від джерела теплової енергії до вводу гарячої води споживача.

Мережі гарячого водопостачання бувають *закриті* і *відкриті*. У закритих мережах для ГВ використовується мережева водопровідна вода, які нагрівається у водопідігрівачах. Мережева вода повертається та ТЕЦ або в котельню. У відкритих мережах вода для ГВ відбирається споживачами безпосередньо з теплової мережі і після використання в мережу не повертається. Якість води повинна бути *питною*.

Загальні положення ДБН В.2.5-39:2008 Теплові мережі:

5.1 (частково). Періодичність перегляду схем теплопостачання – 1 раз на 5 років.

Рекомендована схема теплопостачання повинна включати аналіз стану існуючої системи теплопостачання та заходи максимально ефективного її використання, а також визначати її розвиток з врахуванням приросту населення та перспективної забудови міста.

5.2. Потребу в тепловій енергії визначають за видами теплоспоживання: на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання, технологічні потреби.

9.1. У системах централізованого теплопостачання для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання як теплоносій слід приймати **воду**.

11.1. У містах та населених пунктах виконують, як правило, **підземне** прокладання теплових мереж. За обґрунтуванням дозволяється наземне прокладання з обмеженнями згідно ДБН.

Теплові мережі незалежно від способу прокладання не повинні проходити через території смітників, цвинтарів, скотомогильників, місць заховання радіоактивних відходів та інших ділянок, що представляють загрозу різного

характеру, через території дитячих ігрових і спортивних майданчиків, пішохідні доріжки і садово-паркову зону лікувальних закладів.

11.3. При виборі траси допускається перетин житлових та громадських будівель транзитними водяними тепловими мережами з діаметром труб до 300 мм включно за умови прокладання мереж у технічних підвалах і тунелях заввишки не менше 1,8 м з обладнанням дренажного колодязя в нижній точці на виході з будівлі.

За певних умов (див. ДБН) як виняток допускається такий перетин для труб діаметром 400-600 мм, умовний тиск в яких $\leq 1,6$ МПа.

11.4. Уклон теплових мереж незалежно від напрямку руху теплоносія та способу прокладання повинен бути не менше 0,002.

11.5. На окремих відрізках (на перетині комунікацій, при прокладанні через мости, тощо) допускається приймати прокладання теплових мереж без уклону.

11.6. Підземне прокладання теплової мережі допускається приймати спільно з іншими інженерними мережами:

– У каналах – з водопроводом, трубопроводами стисненого повітря тиском до 1,6 МПа, мазуто-проводами, контрольними кабелями, призначеними для обслуговування теплових мереж.

– У тунелях – з водопроводами діаметром до 500 мм, кабелями зв'язку, силовими кабелями напругою до 10 кВ, трубопроводами стисненого повітря тиском до 1,6 МПа, трубопроводами напірної каналізації. З іншими **не допускається**

11.8. Перетин тепловими мережами річок, автомобільних доріг, трамвайних колій, а також будівель і споруд слід здійснювати під прямим кутом. При обґрунтуванні допускається зменшувати кут, але не менше 45°

12.2. Для трубопроводів магістральних теплових мереж слід застосовувати сталеві безшовні або електрозварні труби.

12.3 (частково). Для будівництва трубопроводів розподільних теплових мереж використовуються попередньо теплоізовані труби:

– Проектна температура теплоносія менше 115 °С і тиском не вище 1,6 МПа – труби з реактопластів, сталеві труби та труби з ковкого чавуну;

– Температура до 90 °С і тиском не вище 1,6 МПа – труби із структурного поліетилену;

– Температура до 80 °С і тиском не вище 1,6 МПа - труби із структурного поліетилену, із поліпропілену, з хлорованого полівінілхлориду.

13.2. Для теплових мереж слід застосовувати перевірені теплоізоляційні матеріали та конструкції. Нові матеріали допускаються за позитивних результатів незалежних випробувань.

Офіційно витрати на теплотрасах ще на етапі знаходження теплоносія в котельнях становлять 8-10% від загального тепла, а в теплових мережах втрачається приблизно 18-30%, тобто до 50% тепла втрачається ще на етапі його постачання до споживача. Як видно з рис. 6.1, в зимовий період навіть

легко відрізнити, де проходить труба теплопостачання до будівлі – на тій ділянці прибудинкової території невелика кількість снігу встигає розтанути.



Рисунок 6.1 – Результат впливу втрат тепла від мереж теплопостачання

Для мінімізації витрат тепла, труби теплопостачання обов'язково повинні мати тепловою ізоляцію (див. п. 13.2). Метою теплоізоляції труб є зниження інтенсивності теплообміну між вмістом труби та навколишнім середовищем. Як правило, вона використовується для зниження втрат при транспортуванні тепла, але можливі ще й інші варіанти використання.

Матеріали для теплоізоляції труб.

При підборі матеріалу для теплоізоляції труб його властивості повинні відповідати наступним вимогам:

1. Низька теплопровідність. Матеріал, який використовується для теплоізоляції, повинен проводити тепло в мінімальному об'ємі.

2. Висока термостійкість. Ця властивість дозволяє ізоляції зберегти свою структуру та властивості під впливом температур, близьких до 300 °С. Також під дією теплового впливу теплоізолятор не повинен вступати в хімічні реакції та впливати на будь-які речовини. В іншому випадку хімікати, що будуть виділятися, можуть вступити у взаємодію із матеріалом труби та викликати його корозію та передчасне руйнування.

3. Гідрофобність. Насичення теплоізоляції вологою здатне звести нанівель користь від її використання. Більш того, вода, яку поглинає матеріал, а також гази, розчинені в ній, можуть викликати корозію труб. Виходячи з цього, монтаж теплоізоляції труб повинен включати її герметичний захист від зовнішнього повітря (рис. 6.2).



Рисунок 6.2 – Приклад теплоізоляції труб

4. Здатність до електричного опору. Нерідко металева труба при безканалному прокладанні підлягає впливу електрокорозії і сама здатна слугувати провідником струму. Щоб забезпечити безпечність експлуатації, необхідний високий рівень електричного опору.

5. Біологічна стійкість. Тепло і волога, які можуть утворюватись в результаті випадання конденсату, стимулюють інтенсивне розмноження бактерій та грибку, які здатні зруйнувати теплоізоляції у відносно короткий час, а потім почати руйнувати саму трубу. Для уникнення цього матеріал повинен мати стійкість до біологічного впливу.

Вспінений поліетилен. Теплоізоляція труб із вспіненого поліетилену відрізняється високою міцністю та стійкістю до агресивних форм середовища. Такі теплоізолятори випускаються у формі трубок різних діаметрів (рис. 6.3, а), пори матеріалу закриті, що гарантує відсутність поглинання вологі з повітря або навколишнього середовища. Деякі марки утеплювачів – це фльгована теплоізоляція труб, її використання дозволяє максимально скоротити втрати тепла, оскільки після відображення від фольги, тепло знову повертається до труби (рис. 6.3, б).

Вспінений пінополіуретан. Така теплоізоляція – один з найбільш поширених варіантів. Цей матеріал використовують шляхом його наплення прямо на поверхню труби, що забезпечує щільне прилягання до поверхні. Пінополіуретан витримує екстремально низькі та високі температури без зниження своїх теплоізоляційних якостей, кожна його комірка герметична, що забезпечує повну ізоляцію від вологи в будь-якому стані.

Окрім наплення покриття використовуються і попередньо відліті форми, які називаються пінополіуретановою шкарлупою для труб (рис. 6.3, б). На трубопровід вона монтується за допомогою хомутів або іншого схожого кріплення.

Також існує і третій варіант такого матеріалу (рис. 6.3, в). При ньому теплоізоляція труб виконується ще на етапі виготовлення. Готовий виріб має тришарову структуру: внутрішнім шаром є сталева труба, далі йде вспінений поліуретан, а верхнім шаром є захисна оболонка, які може складатися з оцинкованої сталі, якщо труби планується використовувати для монтажу наземних труб опалення, або ж з поліетилену, якщо вироби призначені для підземного прокладання труб.

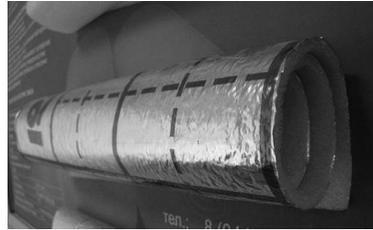
Мінеральне волокно (рис. 6.3, д). В якості мінерально волокна найчастіше використовуються матеріали на основі базальту. Вони стійкі до гниття і впливу води та мастила, тому їх використовують для утеплення гарячого водопостачання та каналізації. Ще однією перевагою такого матеріалу є доступна ціна, яка дозволяє використовувати його в дуже широких масштабах.

Вспінений синтетичний каучук (рис. 6.3, е). Матеріали цієї групи володіють стійкою стійкістю до біологічних та фізичних впливів, мають високий ступінь вогнестійкості, високий електричний опір. Товщина теплоізоля-

ції труб для даного матеріалу може бути різною та підбирається в залежності від специфіки використання.



а



б



в



г



д



е

Рисунок 6.3 – Матеріали для теплоізоляції труб:

а, б – вспінений поліетилен; в, г – вспінений пінополіуретан;
д – мінеральне волокно; е – вспінений синтетичний каучук

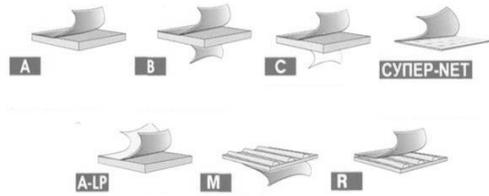
Вищепераховані матеріали виступають теплоізоляторами з достатньо високими характеристиками, але існують матеріали, які мають кращі теплоізоляційні властивості. Одним з таких матеріалів є **пінофол**.

Пінофол відноситься до багатшарових матеріалів класу ізоляції, що відбиває, який складається з основи та полірованої фольги (рис. 6.4, а). В якості основи використовується поліетиленова піна різної густини, товщини та структури. Алюмінієва фольга полірується до коефіцієнту відображення 97% і більше, а також наноситься методом теплового зварювання на одну або обидві сторони металу. Товщина фольги складає 20 мікрон. Товщина основ-

ного шару може бути від 2 до 10 мм. В рідкісних випадках основа може сягати 40 мм, але це необхідно тільки при найсуворіших кліматичних умовах.



а



б

Рисунок 6.4 – Пінофол:
а – зовнішній вигляд; б – типи пінофолу

Вперше відбивна теплоізоляція була використана в США як засіб для виготовлення скафандрів. Потім ці технології були впроваджені в будівництво. Дія пінофолу схожа на дію звичайного термосу. Якщо будівля утеплена з використанням пінофолу, то в холодний період року в ній буде тепло, а влітку зберігається прохолода. Він не затримує тепло, яке виходить з приміщення, як інші види утеплювачів, а відбиває його.

Пінофол може використовуватись самостійно або у поєднанні з іншими теплоізоляторами. Особливо вигідно використовувати пінофол у випадках, коли необхідно утеплити стіни, підлогу чи стелю, при цьому не скорочуючи корисну площу приміщення.

Існує декілька різновидів пінофолу (рис. 6.4, б), кожен з яких представлений певною маркою. Буквене маркування утеплювача несе інформацію про його основні характеристики та відмінності. Загальні характеристики основних типів пінофолу наведені в табл. 6.1.

Тип А – має алюмінієве покриття тільки з однієї сторони. Використовується, як правило, у поєднанні з іншими утеплювачами, наприклад, пінопластом.

Тип В – покритий алюмінієм з обох сторін. Підходить для автономного використання.

Тип С – з однієї сторони має алюмінієвий шар, а з інший – пінополіетилен із нанесеним на нього вологостійким контактним клеєм. Застосовується без використання додаткових засобів монтажу.

Тип ALP – на алюмінієву поверхню однієї з сторін наварена поліетиленова плівка, завдяки якій пінофол цього типу називається ламінованим. Підходить для використання в сільському господарстві та для слабкоагресивних середовищ.

Типи R та M – рельсфний пінофол з одностороннім фольгуванням.

Таблиця 6.1 – Характеристики основних типів пінофолу.

Характеристики	Одиниці вимірювання	Види пінофолу		
		Тип А	Тип В	Тип С
Застосовується при температурі	°С	від -60 до +100		
Коефіцієнт теплового відбиття поверхні, не менше	%	95-97	95-97	95-97
Коефіцієнт теплопровідності, при 20 °С, не більше	Вт/м · °С	0,37-0,51	0,38-0,52	0,38-0,52
Водопоглинання по об'єму, не більше	%	0,7	0,6	0,35
Питома вага (при товщині 4 мм)	кг/м ³	44 ± 10	54 ± 10	74 ± 10
Динамічний модуль пружності	МПа			
- під навантаженням 2 КПа		0,26	0,39	0,26
- під навантаженням 5 КПа		0,77	0,72	0,77
Відносний стиск	од.			
- під навантаженням 2 КПа		0,09	0,03	0,09
- під навантаженням 5 КПа		0,2	0,12	0,2
Коефіцієнт теплосасвоєння (при періоді 24 години)	Вт/м ² · °С	0,51	0,45	0,51
Паропроникність, не менше	мг/м год Па	0,001	0,001	0,001
Межа міцності при стисканні, не менше	МПа	0,035	0,035	0,035

Супер NET, походить від англійського слова «мережа», відповідно, основне призначення такого пінофолу – ізоляція мереж (трубопроводи, теплотраси, повітровідводи).

Пінофол AIR використовується для виготовлення спеціальних конструкцій, що відводять повітря. Крім того, в продажі зустрічається Пінофол 2000. Це означає, що утеплювач представляє собою дешевий варіант звичайного пінофолу, але при цьому поступається йому в міцності.

Існує декілька аналогів пінофолу, наприклад:

1. Алюфом – виготовлений на поліетиленовій основі, яка має покриття фольгою. Має типи А (односторонній), Б (двосторонній), С (із самоклеючим покриттям);

2. Ізолон – пінополіетилен, структура якого складається з чарунок закритого типу. Цей утеплювач характеризується високою еластичністю та виступає теплоізолятором.

3. Екофол – високоефективний теплоізоляційний відбивний матеріал, виготовлений з вспіненого поліетилену. Шар металізації рівномірно розподіляє тепло. Завдяки своїй структурі матеріал відбиває до 80% тепла;

4. Ізофлекс– композиційний матеріал, який складається з склотканини та поліетиленової плівки, маркування якого закладене в назві. Композиція з поліетилену дуже пластична, що дуже важливо при проведенні ізоляційних робіт. Для фіксації використовуються спеціальні матеріали, які здатні забезпечити адгезійну взаємодію.



Рисунок 6.5 – Зовнішній вигляд аерогелю

Аерогель. Це клас матеріалів, який представляє собою гел, в якому рідка фаза повністю заміщена газоподібною. Такі матеріали мають рекордно низьку густину та демонструють ряд унікальних властивостей: твердість, прозорість, низьку теплопровідність, і т. д. Зовнішній вигляд аерогелю наведений на рис. 6.5.

Найбільш поширеними є кварцові аерогелі. Їх мінімальна густина становить 1 кг/м^3 (вакуумована версія), що в 1000 разів менше густини води і навіть в 1,2 рази менше густини повітря. Завдяки надзвичайно низької теплопровідності ($\approx 0,017 \text{ Вт/м К}$ в повітрі при атмосферному тиску), яка менша теплопровідності повітря ($0,024 \text{ Вт/м К}$) вони використовуються в будівництві в якості теплоізоляційних матеріалів. Температура плавлення кварцового аерогелю становить $1200 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Серед цікавих фактів, що стосуються аерогелю, слід відзначити наступні:
- даний матеріал занесений в Книгу рекордів Гінеса за 15 показниками;
 - станом на 2019 рік це найлегший матеріал в світі;
 - був використаний для теплоізоляції трубопроводів на марсоході.
- Технічні характеристики аерогелю наступні:
- товщина: 6 мм, 10 мм;
 - довжина: 38 м, 27 м;
 - ширина: 1500 мм;
 - колір – білий;
 - температура застосування – від -200 до $+650 \text{ }^\circ\text{C}$;
 - теплопровідність – від $0,018 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ до $0,062 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ (табл. 6.2).

Як видно з табл. 6.2, теплопровідність аерогелю збільшується при збільшенні температурних умов його використання.

Таблиця 6.2 – Теплопровідність аерогелю при різних температурах

Температура, $^\circ\text{C}$	25	100	200	300	400	450	500	650
Теплопровідність, $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	0,018	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06

В даний час силіконовий аерогель відомий як найкращий матеріал для ізоляції. Пористість аерогелю становить 80 ~ 99,8%, а діаметр пор в аерогелі менший, ніж середня довжина вільного пробігу молекул повітря, тому молекули повітря в аерогелі знаходяться практично в статичному положенні, що дозволяє уникнути повітряної конвекції, яка призводить до розсіювання тепла. Мала густина та наносітчаста структура шляху розсіювання в аерогелі також ефективно зупиняє теплове випромінювання як в самому матеріалі, так і через повітряні шляхи. Крім того, велика кількість стінок пор в аерогелі може зменшити теплове випромінювання до мінімуму. Можна зробити висновок, що вони практично блокують всі шляхи теплового випромінювання, що робить аерогель найкращим теплоізоляційним матеріалом у порівнянні з іншими теплозахисними покриттями.

Застосування аерогелю та наноматеріалів на його основі можливе при:

1. Утепленні стін та фасадів будівель.

Зовнішнє утеплення стін будівлі, яке запобігає промерзанню фасаду та збільшує строк служби конструкції. Внутрішнє утеплення стін із використанням аерогелю зсередини дозволяє максимально зберегти площу приміщення, що утепляється, за рахунок малої товщини теплоізоляції.

2. Теплоізоляція внутрішніх та зовнішніх кутів приміщень, уникнення промерзання стін.

Ізоляція внутрішніх кутів будівлі чи квартири аерогелем дозволяє уникнути промерзання стін та випадіння конденсату, що нерідко призводить до утворення плісняви та грибка. Зовнішні кути підлягають впливу опадів у вигляді дощу та снігу, а аерогель ефективно використовується в якості захисту від цього впливу.

3. Теплоізоляції підлоги під стяжку.

Аерогель використовується в якості теплоізоляції підлоги. За рахунок малої необхідної товщини ізоляції, дозволяє суттєво зменшити висоту бетонної стяжки. Внаслідок низького коефіцієнту теплопровідності, аерогель при теплоізоляції підлоги досягає тих самих показників, що й інші матеріали при товщині в 2,5 рази більше.

4. Утеплення дверних та віконних отворів.

Принцип утеплення аерогелем віконних та дверних отворів аналогічний до утеплення фасадів, але, крім того, аерогель може застосовуватись замість EPDM гуми у віконних профілях.

5. Шумоізоляція та звукоізоляція стін.

Внаслідок своєї структури аерогель має унікальні акустичні властивості. Низька швидкість поширення звуку в аерогелях (до 100 м/с) дозволяє використовувати його в якості звукоізоляційного матеріалу.

6. Утеплення стін підвалу, теплоізоляція фундаменту.

7. Теплоізоляція стін, стелі та підлоги в лазнях та саунах.

Аерогель не виділяє токсичних речовин, стійкий до бактеріального, грибкового ураження та вологостійкий протягом всього терміну експлуатації.

8. Утеплення горищ, теплоізоляція мансарди.
9. Ізоляція димоходів, вентиляційних каналів.
10. Теплоізоляція труб гарячого і холодного водопостачання, опалення, вентиляції.
11. Теплоізоляція сонячних колекторів.
12. Теплоізоляція трубопроводів, котлів, котельного обладнання, арматури та фітінгів.
13. Ізоляція трубопроводів та обладнання, запобігання утворенню конденсату чи корозії.

На рис. 6.6 наведено порівняння кривих зміни теплопровідності в залежності від температури для скловолокна, керамічного волокна, мінерального волокна та аерогелю.

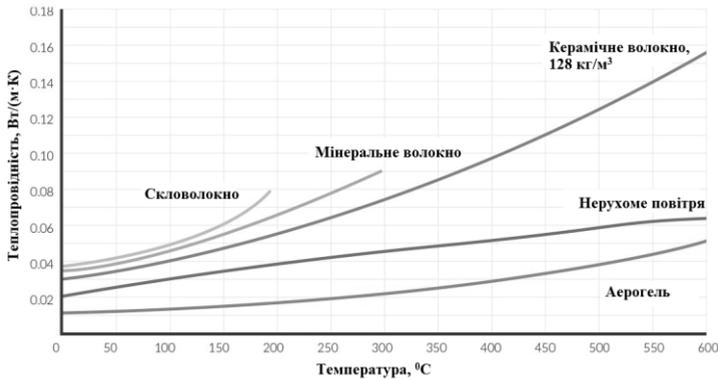


Рисунок 6.6 – Порівняння зміни теплопровідності матеріалів в залежності від температури

Як видно з рис. 6.6, аерогель має набагато більш стабільні характеристики при зміні температурних умов його застосування та має найкращі показники теплопровідності у порівнянні не тільки з іншими матеріалами, які використовуються для утеплення фасадів, а й у порівнянні з нерухомим повітрям.

Теплоізоляція на основі аерогелю для будівельних потреб випускається в рулонному виконанні (рис. 6.7) та представляє собою скловолоконну основу, буквально набиту аерогелевим порошком.

Переваги утеплювача на основі аерогелю полягають в наступному:

- дуже низька теплопровідність;
- низька сорбційна вологість;
- легка вага;
- негорючість, пожежо- та вибухобезпечність;



Рисунок 6.7 – Аерогель в рулонному виконанні

- високий опір механічним навантаженням, відсутність усадки в процесі експлуатації;
- простота монтажу;
- універсальність застосування;
- екологічна безпека;
- широкий температурний діапазон (від -200 до + 650 °С);
- гідрофобність;
- стійкість до деформацій;
- відсутність біорозчинності;
- висока міцність на розтяг;
- нульова паропроникність;

- виключна довговічність – більше 100 років без зміни ізоляційних властивостей.

Тобто, при використанні різних ізоляційних матеріалів для теплоізоляції труб для досягнення одних і тих самих теплоізоляційних властивостей знадобиться різна товщина теплоізоляційних матеріалів. На рис. 6.8 наведено таке порівняння для деяких матеріалів.

Таблиця 6.3 – Вартість аерогелю (станом на 2020 р.)

Марка	Pyrogel XT		Cryogel®Z	
Товщина, мм	5	10	5	10
Вартість, грн. за 1 м ²	1055,73	1570,46	1269,17	1793,69

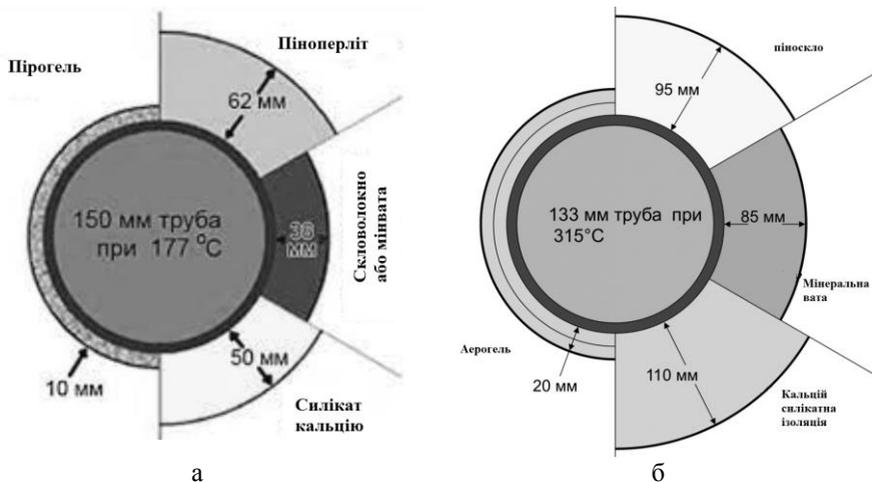


Рисунок 6.8 – Порівняння товщини теплоізоляції з різних матеріалів:
а – 150 мм труба при 177 °С; б – 133 мм труба при 315 °С

Оскільки більшу частину життя людина проводить у приміщеннях, то для забезпечення нормального самопочуття і працездатності ці приміщення повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам і в них повинен бути сприятливий мікроклімат.

Мікроклімат приміщення – це сукупність теплового, повітряного і вологісного режимів у їх взаємозв'язку. Ці параметри не слід розглядати окремо, оскільки при різних показниках вологості одна і та ж сама температура повітря сприймається людиною по-різному.

Мікроклімат приміщення характеризується наступними параметрами:

- Температура внутрішнього повітря;
- Радіаційна температура приміщення (усереднена температура його огороджувальних поверхонь);
- Швидкість руху повітря;
- Відносна вологість повітря.

Поєднання параметрів мікроклімату можуть дати два види інтервалів параметрів комфортності знаходження людини в приміщенні.

- 1) *Оптимальні* – умови, при яких зберігається тепла рівновага в організмі людини і відсутня напруга в її системі терморегуляції.
- 2) *Допустимі* – умови, при яких людина відчуває невеликий дискомфорт.

Приклади значень оптимальних та допустимих умов в залежності від рівня важкості роботи наведені у таблиці 7.1.

Згідно з державними санітарними нормами ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» встановлені такі категорії робіт:

1) Легкі фізичні роботи (категорія I) – види діяльності з витратами енергії не більше 150 ккал/год (174 Вт). В свою чергу, легкі фізичні роботи поділяються на категорію Ia – енерговитрати до 120 ккал/год (139 Вт) і категорію Ib – енерговитрати 121...150 ккал/год (140...174 Вт).

2) Фізичні роботи середньої важкості (категорія II) – види діяльності з витратами енергії в межах 151...250 ккал/год (175-290 Вт). Фізичні роботи середньої важкості поділяють на категорію IIa – енерговитрати 151...200 ккал/год (175...232 Вт) і категорію IIб – енерговитрати 201...250 ккал/год (233...290 Вт).

3) Важкі фізичні роботи (категорія III) – види діяльності з витратами енергії більше 250 ккал/год (290 Вт).

На рис. 7.1. приведена залежність продуктивності праці від зміни температури довкілля. При перевищенні температури більше 26 °С відбувається різке падіння показників продуктивності праці.

Таблиця 7.1 – Оптимальні і допустимі значення параметрів мікроклімату приміщень.

Період року	Характеристика робіт	Категорія робіт	Енерговитрати, ккал/год	Температура повітря, °С				Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с		
				Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима, не більше ніж	Оптимальна, не більше ніж	Допустима
					Верхня межа		Нижня межа					
					Постійні робочі місця	Непостійні робочі місця	Постійні робочі місця	Непостійні робочі місця				
Холодний	Легка	Ia	90-120	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	≤0,1
		Iб	121-152	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	≤0,2
	Середня	IIa	151-200	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	≤0,3
		IIб	201-250	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	≤0,4
Теплий	Легка	Ia	90-120	23-25	28	30	22	20	40-60	55	0,1	0,1-0,2
		Iб	121-152	22-24	28	30	21	19	40-60	55	0,2	0,1-0,3
	Середня	IIa	151-200	21-23	27	29	18	17	40-60	55	0,3	0,2-0,4
		IIб	201-250	20-22	27	29	16	15	40-60	55	0,3	0,2-0,5
Важка	III	251-300	18-20	26	28	15	13	40-60	55	0,4	0,2-0,6	

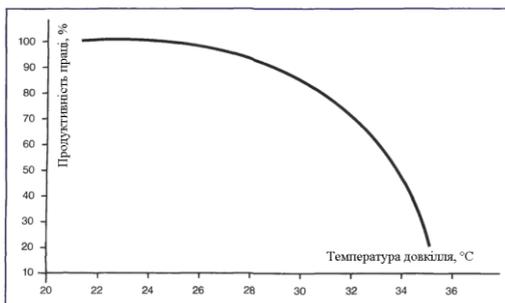


Рисунок 7.1 – Залежність продуктивності праці від змін температури довкілля

Опалення – це штучний обігрів приміщення протягом опалювального періоду з метою відшкодування в них теплових витрат і підтримки на заданому рівні температури, що відповідає умовам теплового комфорту та/або вимогам технологічного процесу.

Системою опалення називається комплекс пристроїв, що виконують функцію опалення – опалювальні котли, мережеві насоси, теплові мережі, пристрої автоматичної підтримки температури в приміщеннях, радіатори опалення, конвектори та інші.

Основними конструктивними елементами (рис. 7.2) системи опалення є:

- Теплообмінник – елемент для отримання тепла під час спалення пального від іншого джерела;
- Опалювальний прилад – елемент для передачі тепла в приміщення;
- Теплопровід – елемент для перенесення тепла від теплообмінника до опалювального приладу.

В опалювальний сезон система опалення повинна працювати безперебійно і при мінімальній витраті теплоти забезпечувати нормальну температуру повітря в усіх приміщеннях. Температура повітря в житлових номерах готельно-ресторанного комплексу повинна бути не менше 18 °C, у ванних кімнатах, душових кабінах, санвузлах – не менше 25 °C, у вестибюлях і на сходових клітинах не нижче 16 °C.

Класифікація систем опалення наведена на рис. 7.3.

Передача теплоти від опалювальних приладів до повітря приміщення здійснюється шляхом конвекції або випромінювання, а також при їх поєднанні. Залежно від переважаючого способу теплопередачі, опалення приміщень може бути **конвективним** або **променистим**.

Конвективне опалення приміщень засноване на передачі в них теплоти головним чином конвекцією, при чому температура приміщення в його робочій зоні підтримується на більш високому рівні, ніж середня температура внутрішніх поверхонь (радіаційна температура приміщення) його огорожувальних конструкцій. В Україні широко поширене конвективне опалення та здійснюється за допомогою вертикальних опалювальних приладів.

Променисте опалення – це опалення, при якому тепло передається в опалюване приміщення внаслідок променистого теплообміну між опалюва-

льними приладами і внутрішніми поверхнями огорожувальних конструкцій. Прикладом променистого опалення є панельне опалення.

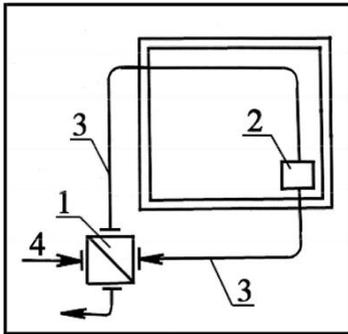


Рисунок 7.2 – Принципова схема опалення:

- 1 – теплообмінник; 2 – опалювальний прилад; 3 – теплопровід;
- 4 – підведення палива (тепла).

За видом теплоносія розрізняють водяне, парове, повітряне, газове, пічне, радіаційне, електричне та комбіноване опалення. Найбільш поширеною є система водяного опалення, в якій використовується вода з температурою до 150 °С. У парових системах опалення використовується пара низького чи високого тиску (до 600 кПа). Повітряна система опалення працює за рахунок надходження в приміщення гарячого повітря з більш високою температурою, ніж в опалювальному приміщенні. У комбінованих системах опалення використовуються різні види теплоносіїв або один теплоносій з різними параметрами (наприклад, пароводяні, пароповітряні, водоповітряні).

Функціонування опалення характеризується певною періодичністю впродовж року і мінливістю потужності установки, що використовується, залежно від метеорологічних умов в районі будівництва. При пониженні температури зовнішнього повітря і посиленні вітру теплопередача від опалювальних установок повинна збільшуватися, а при підвищенні температури зовнішнього повітря, дії сонячної радіації – зменшуватися. Тобто, процес передачі теплоти повинен постійно регулюватися.

Опалення будівель починають при стійкому (протягом 5 діб) пониженні середньодобової температури зовнішнього повітря до 8 °С і нижче, а закінчують при стійкому підвищенні зовнішнього повітря до 8 °С. Період опалення будівель впродовж року називають **опалювальним сезоном**. Тривалість опалювального сезону встановлюють на підставі багаторічних спостережень як середнє число днів протягом року із стійкою середньодобовою температурою ≤ 8 °С.

Стан повітряного середовища в приміщеннях в холодну пору року визначається дією не лише опалення, але і вентиляції. Опалення і вентиляція призначені для підтримки в приміщеннях окрім необхідної температурної обстановки визначених значень вологості, рухливості, тиску, газового складу та чистоти повітря.

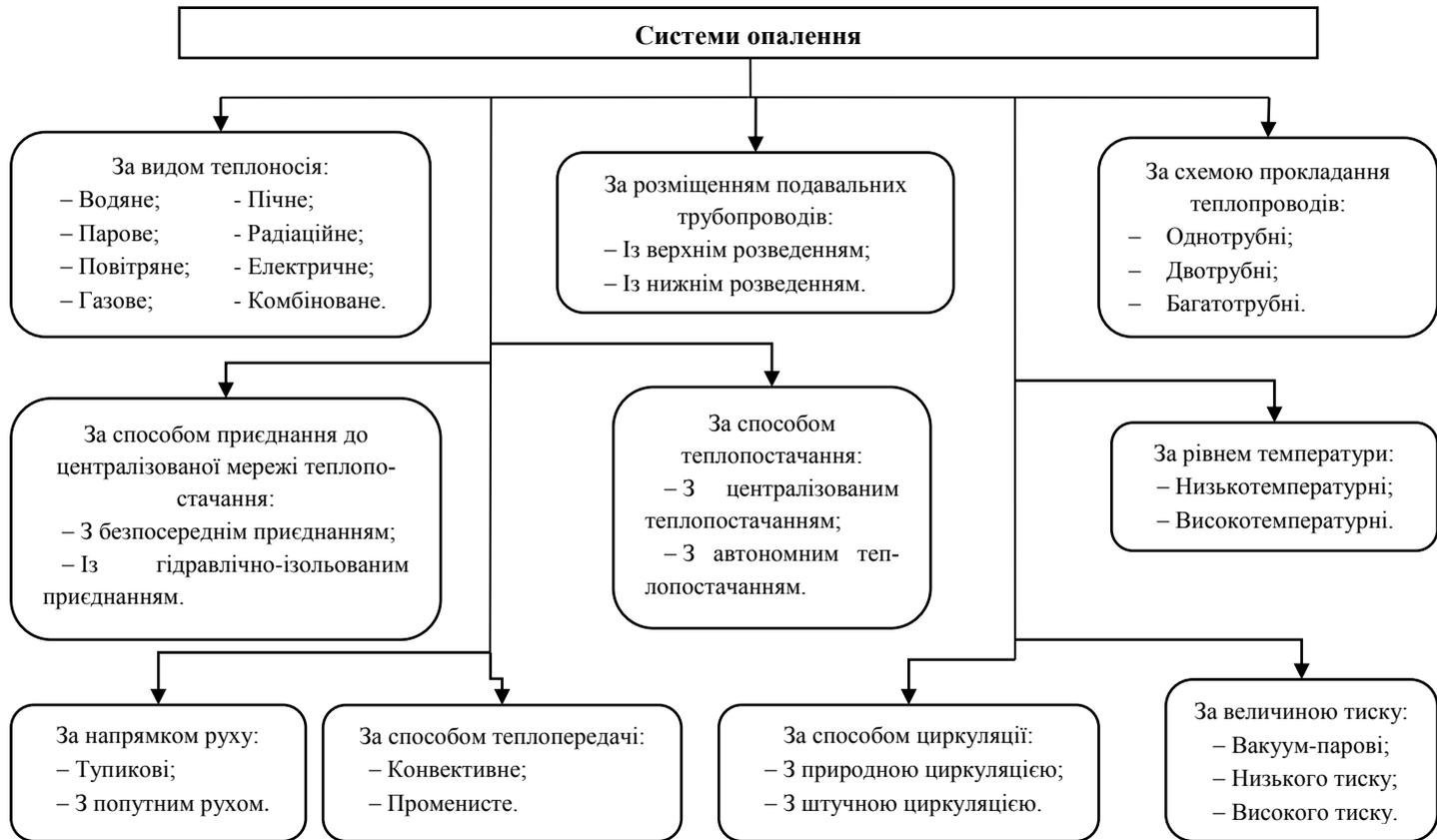


Рисунок 7.3 – Класифікація систем опалення

8.1. Системи водяного опалення

Водяне опалення – це обігрів будівлі чи споруди системою опалення, в якій в якості теплоносія використовується вода. Вода як теплоносій в системі опалення майже нестигла, а отже відрізняється густиною, теплоємністю та в'язкістю. Вона змінює свою густину, об'єм та в'язкість при зміні температури, а температуру кипіння в залежності від тиску. Крім того, вода здатна поглинати та виділяти гази при зміні температури та тиску.

Використання води в системі опалення дозволяє підтримувати рівномірну температуру приміщень шляхом регулювання температури води, що подається в опалювальний прилад. Середня температура поверхні приладів більшості систем водяного опалення протягом основного періоду опалювального сезону не перевищує 60-65 °С, не викликає розкладу органічного пилу, що є шкідливим для здоров'я людей.

Важливою експлуатаційною характеристикою води як теплоносія є її здатність з рідкого стану переходити в твердий або пароподібний стан. При температурі нижче 0 °С вода замерзає, при цьому об'єм льоду перевищує об'єм первинної маси води. Це слід враховувати при зупинці циркуляції води в системах, щоб уникнути їх механічного руйнування. Вода починає кипіти при температурі 100 °С, що залежить від тиску (0,1 МПа). Максимальна можлива температура використання води як теплоносія становить 150 °С (при тиску 0,5 МПа).

Недоліки використання води в якості теплоносія:

- Значний гідростатичний тиск в системі опалення;
- Значна теплова інерція води, що затримує зміну температури приміщення при регулюванні теплопередачі опалювальних приладів;
- Обмежена швидкість води в теплопроводах в зв'язку з шумовою межею та великими втратами тиску при її циркуляції;
- Корозійні властивості води.

За температурою теплоносія розрізняють наступні системи водяного опалення:

- Низькотемпературна ($t < 70$ °С);
- Середньотемпературна ($t = 70 - 100$ °С)
- Високотемпературна ($t > 100 - 150$ °С).

Довготривале використання водяного опалення підтвердило його гігієнічні та технічні переваги в порівнянні з паровим опаленням. При водяному опалення забезпечується відносно невисока температура поверхні теплопроводів та опалювальних приладів, рівномірна температура приміщень, тривалий строк служби, економія теплоти, безшумність дії, простота обслуговування та ремонту.

Важливим елементом системи водяного опалення є використання антифризів. **Антифриз** – це загальна назва для рідин, які не замерзають при низьких температурах. В якості базових рідин антифризів використовуються

суміші етиленгліколю, пропіленгліколю, гліцерину, одноатомних спиртів. В сучасних замкнених системах опалення найбільш поширеними є антифризи на основні етиленгліколю, пропіленгліколю та гліцерину. Однак, слід зазначити, що більшість виробники котлів для систем опалення категорично забороняють використання в них антифризу.

В першу чергу, системи водяного опалення поділяються на **однотрубні, двотрубні та багатотрубні**.

Однотрубні системи опалення найбільше використовувались в радянські часи для здешевлення будівництва житлових будинків. Крім того, вертикальна однотрубна система опалення набагато простіша в монтажі.

Розглянемо *недоліки* однотрубних систем опалення.

Найбільша відмінність, яка відрізняє між собою однотрубні та двотрубні системи опалення – це послідовність з'єднання радіаторів, яке в процесі експлуатації не дозволяє регулювати інтенсивність нагріву кожного з них без наслідків для наступних у однотрубних системах. Тобто, якщо у вітальні достатньо жарко і треба знизити температуру, притиснувши вентиль на радіаторі, то і в інших кімнатах вода в радіаторах теж буде вистигати.

Другий недолік – однотрубна система опалення будівлі потребує більш високого тиску теплоносія в процесі експлуатації. Підвищується потужність насосів в котельнях – підвищуються експлуатаційні витрати, виникає більше місць протікань, система частіше потребує поповнення водою.

Третій суттєвий недолік полягає в тому, що однотрубна система опалення одноповерхової будівлі повинна мати вертикальний розлив. Тобто, ємність-розширювач повинен встановлюватись на горищі. У випадку, коли така система встановлюється у багатоповерховій будівлі, необхідно забезпечити однакову температуру теплоносія на кожному поверсі. Тому при таких системах на кожному поверсі встановлюють додаткові перемички, а на нижніх поверхах встановлюється більша кількість секцій радіатора, ніж на верхніх.

Серед *переваг* однотрубних систем опалення слід відмітити наступні. По-перше, основні її недоліки були характерні для радянських часів. На сьогоднішній день однотрубна система за рахунок розвитку промисловості та вдосконалення прокладки і монтажу трубопроводів стала однією з найбільш поширених систем, особливо у випадку приватного будівництва.

По-друге, істотна перевага такої системи полягає в економії матеріалів. З'єднувальні труби, зворотні стояки, перемички та підводи до радіаторів опалення – все це в сумі дає протяжність трубопроводу, який коштує приблизно вдвічі більше, ніж у випадку однотрубною системи опалення.

По-третє, більшість проблем минулих років вирішуються за допомогою встановлення термостатичних клапанів, радіаторних регуляторів, спеціальних повітровідвідників, балансувальних вентилів, зручних кульових кранів.

Двотрубна система опалення отримала свою назву по тій причині, що теплоносій по одній трубі подається до радіаторів, а по іншій - видаляється.

ся. Опалювальні прилади з'єднуються паралельно і температура в них вже не залежить від відстані до котла.

Основні *переваги* системи з двома трубопроводами:

- У всі опалювальні прилади поступає теплоносієм з однаковою температурою;
- Існує можливість встановити терморегулятори на радіатори, що дозволяють регулювати температуру теплоносія;
- Вихід з ладу одного опалювального приладу не впливає на роботу інших;
- Існує можливість використовувати в будівлях з будь-якою кількістю поверхів.

До *недоліків* відносяться:

- Велика кількість труб та з'єднувальних елементів;
- Достатньо трудомісткий та складний монтаж;
- Більш висока вартість, ніж у системи з одним трубопроводом.

Системи водяного опалення поділяють:

1. **За способом циркуляції теплоносія:** з природною циркуляцією та механічною циркуляцією.

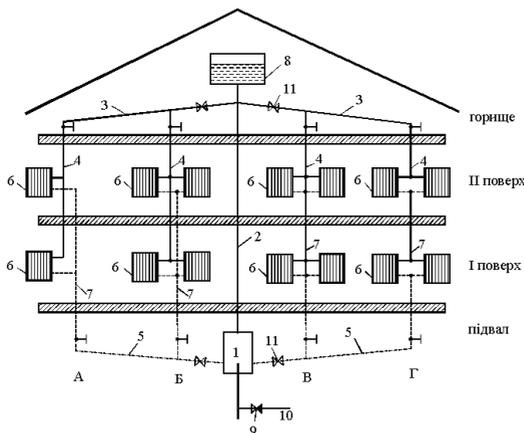


Рисунок 7.4 – Система водяного опалення з природною циркуляцією:

А, Б – двотрубна система опалення; В – однотрубна система із замикальними ділянками; Г – однотрубна система проточного типу; 1 – генератор теплої (котел, водонагрівач); 2 – головний стояк; 3 – подавальна магістраль; 4 – подавальний стояк; 5 – зворотна магістраль; 6 – нагрівальний прилад; 7 – зворотний стояк; 8 – розширювальна посудина; 9 – зворотний клапан; 10- трубопровід холодної води; 11 – запірний вентиль

Системи з **природною** циркуляцією також називають **гравітаційними** системами. Циркуляція води в таких системах виникає за рахунок різниці гідростатичного тиску двох стовпів води однакової висоти. Різні гідростатичні тиски виникають за рахунок різниці густин охолодженої і гарячої води в системах водяного опалення. На рис. 7.4. представлена принципова схема системи водяного опалення з природною циркуляцією.

За умов природної циркуляції гаряча вода нагріта в генераторі теплоти, що має меншу питому вагу ніж охолоджена, прагне піднятися від котла головним стояком нагору, потім – подавальними магістралями розподіляється до вертикальних подавальних стояків і потрапляє в опалювальні прилади. Через стінки опалювальних приладів віддається теплота повітрю приміщення та, охолоджуючись, а також одночасно з цим збільшуючи свою вагу, вода опускається вниз зворотними стояками і зворотними магістралями, після чого знову потрапляє в котел.

Замкнутий трубний контур потоку гарячої води від вводу в будинок (або від котла) в будь-якому напрямку і до будь-якого опалювального приладу (або декількох послідовно з'єднаних) і потоку зворотної води, який повертається до теплового пункту (або котла) називається **циркуляційним кільцем**, а рух води кільцем – **циркуляцією**.

До *переваг* гравітаційної системи відносяться:

- автономність. Водяне опалення з природною циркуляцією не залежить від електропостачання, так як в системі не використовуються насоси;
- відсутність складнощів при монтажі, запуску та експлуатації;
- теплова стійкість системи. Заснована на гравітаційній циркуляції теплоносія вона забезпечує максимальну тепловіддачі та підтримує на заданому рівні мікроклімат в приміщеннях;
- економічність;
- тиха робота за рахунок відсутності насосу;
- великий термін експлуатації.

Серед *недоліків* такої системи слід відзначити:

- ККД в ній нижче, ніж у систем з примусовою (штучною) циркуляцією;
- немає можливості керувати температурою в окремих приміщеннях, а тільки у всій будівлі;
- вищі витрати на монтаж та матеріали, так як необхідно використовувати труби великого діаметру;
- повільне прогрівання всього будинку;
- обмеження по площі будівлі і радіусу дії.

Таку систему встановлюють в будинках, площа яких зазвичай не перевищує 100 квадратних метрів. По причині малого циркуляційного напору радіус дії системи обмежується 30 м по горизонталі. Обов'язковою вимогою є наявність горищного приміщення в будівлі, в якому буде встановлюватися розширювальний бак.

У зв'язку із зміною густини води, що викликається пониженням або збільшенням її температури, в системах водяного опалення у найвищій точці встановлюються розширювальні баки (рис. 7.5), які сполучені з атмосферою. Надлишок гарячої води накопичується в цьому баку, а при охолодженні ця вода компенсує відсутню її кількість.

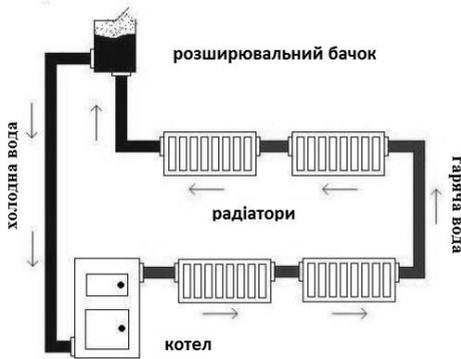


Рисунок 7.5 – Елементи системи з гравітаційною циркуляцією

В процесі нагрівання з води виділяються повітряні бульбашки, які, потрапляючи до системи опалення, утворюють повітряні пробки, що ускладнюють їх роботу. Оскільки повітря легше за воду, то воно, підіймаючись до верхньої частини системи, видаляється в атмосферу через розширювальний бак [11].

При цьому, подавальні та зворотні магістралі прокладаються з ухилом, завдяки чому повітрю при невеликій швидкості теплоносія, вдається із зустрічного потоку проникнути в розширювальний бак так вийти в атмосферу. Крім того, в разі необхідності спорожнювання системи вода самопливом буде видалятися за межі будівлі.

Відсутність циркуляційного насоса, будь-яких рухомих елементів та замкнутий контур роблять термін служби системи опалення цього типу досить тривалим. При використанні оцинкованих або полімерних труб і біметалічних радіаторів термін служби складає не менше 50 років.

В таких системах досить велика інерційність. Між розпалюванням або запуском котла і стабілізацією температури у всіх опалювальних приміщеннях може пройти кілька годин. Причиною тому є те, що котлу належить прогріти теплообмінник, і лише тоді вода почне циркулювати, при чому досить повільно.

Примусова циркуляція здійснюється в системах водяного опалення циркуляційними насосами (рис. 7.6). Насос влаштовується на зворотному магістральному трубопроводі перед водопідігрівачем, розташованим у тепловому пункті (або котлом). Завдяки тому, що рух води здійснюється за допомогою насоса, швидкість руху води в трубопроводах значно вище, ніж в гравітаційній системі. Це дозволяє зменшити діаметри трубопроводів, що здешевлює систему опалення і дозволяє збільшити радіус її дії. Така схема роботи дозволяє розділити опалення на окремі контури.

Опалювальний контур – це відособлена частина опалювальної системи, для якої можна задати свою температуру теплоносія. На практиці така схема роботи дозволяє задати свою температуру на різних поверхнях або навіть окремих приміщеннях будинку.

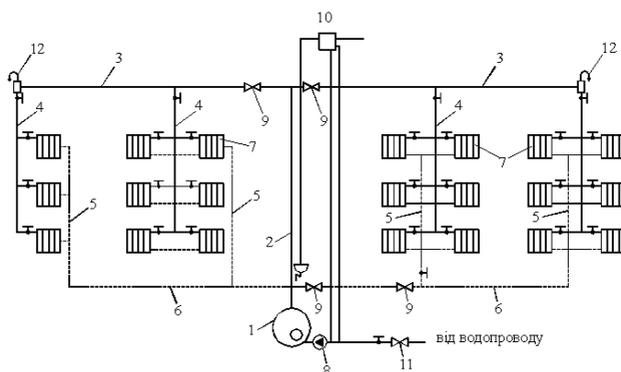


Рисунок 7.6 – Система водяного опалення із примусовою циркуляцією (вертикальна двотрубна системи опалення з верхньою розводкою магістралей): 1 – котел; 2 – головний стояк; 3 – подавальні магістралі; 4 – подавальні стояки; 5 – зворотні стояки; 6 – зворотні магістралі; 7 – нагрівальні прилади; 8 – насос; 9 – запірні клапани; 10 – розширювальний бак; 11 – зворотний клапан; 12 – повітрязбірник.

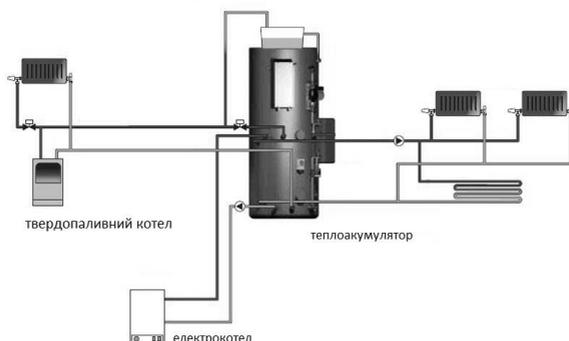


Рисунок 7.7 – Принципова схема опалення з примусовою циркуляцією

Завдяки збільшенню швидкостей руху води до 1-1,5 м/с (в громадських будівлях) і 3 м/с (промислові будівлі) для видалення повітря із всіх точок системи приймаються наступні конструктивні рішення:

- Ухили подаючи магістралей влаштовують у напрямку, зворотному руху води;
- У верхніх точках системи (кінці подаючи магістральних трубопроводів) влаштовують повітрязбірники;
- Розширювальний бак приєднують до зворотного трубопроводу перед насосом за ходом води.

Регулювальні крани влаштовують не тільки на підведеннях до кожного радіатора, але й на кожному із стояків, як зворотному, так і на тому, що по-

дає. При цьому, насосні системи можуть не мати насоса в межах будинку, а можуть бути замінені одним насосом на ТЕЦ або в районній котельні. Замість відцентрового насоса може бути встановлений елеватор.

Системи з насосною циркуляцією мають більш високі технічні та санітарно-гігієнічні показники, на їхнє виготовлення втрачається менше металу, однак в системах із природною циркуляцією немає витрат на обслуговування насосів електроенергією.

Серед *переваг* такої системи опалення слід відзначити:

- Економічність і високий ККД;
- Комфорт завдяки широким можливостям по управлінню системою, в тому числі в автоматичному режимі;
- При монтажі можна використовувати труби з доступних матеріалів малого діаметру.

До *недоліків* систем опалення з примусовою циркуляцією теплоносія відноситься його залежність від електропостачання. Найчастіше ця проблема вирішується встановленням резервного генератора.

До основних елементів системи опалення з примусовою циркуляцією відносяться (рис. 7.8):

- котел (твердопаливний, газовий та ін.);
- розширювальний герметичний бак мембранного типу;
- циркуляційний насос, підібраний по потужності;
- радіатори опалення;
- труби для спорудження стояків, перемичок і підводок;
- перехідники для з'єднання труб (фітинги);
- кульові і пробкові крани;
- зворотні клапани;
- повітровідвідники;
- фільтри, необхідні для підтримки працездатності опалювального котла і насосів;
- кріпильні пристосування (хомути та ін.).

Для того, щоб опалення з примусовою циркуляцією функціонувало без проблем протягом тривалого часу, необхідно грамотнo виконати монтаж важливих вузлів, від яких залежить ефективність всієї системи.

Для збільшення тривалості терміну експлуатації циркуляційного насоса його врізають в зворотній трубопровід. Це пояснюється тим, що по трубопроводу зворотного ходу вода рухається в охолоджену вигляді, так як тепло вже віддано через опалювальні прилади. У конструкції насоса виробники використовують манжети та ущільнювачі, виконані з гуми, яка може змінити свої властивості під постійним впливом високих температур. Охолоджений теплоносій, що надходить у зворотний трубопровід, не має істотного впливу на гумові деталі, що дозволяє їм довше зберігати свої первинні властивості.

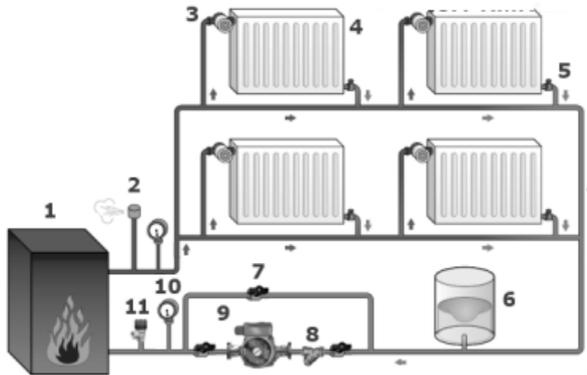


Рисунок 7.8 – Основні елементи опалення з примусовою циркуляцією:

- 1 – котел; 2 – повітряна хлипка; 3 – терmostатичний клапан;
- 4 – радіатор; 5 – балансувальний клапан; 6 – мембранний розширювальний бак;
- 7 – кульовий клапан (вентиль);
- 8 – фільтр сітчастий магістральний; 9 – циркуляційний насос;
- 10 – термоманометр; 11 – запобіжний клапан.

Для монтажу примусової системи опалення можна використовувати труби, що мають мінімальний діаметр. При цьому вдається скоротити собівартість робіт з влаштування опалювальної системи будинку, оскільки скорочується обсяг теплоносія, яким заповнюється система. Це в свою чергу впливає на вибір розширювального баку відповідного об'єму і потужності придбаного опалювального котла.

В системах опалення з примусовою циркуляцією рекомендується використовувати сучасні опалювальні котли, в конструкції яких передбачено наявність автоматики, залежної від погоди. Така автоматика регулює роботу опалення в автоматичному режимі за показаннями датчиків температури, встановлених в приміщенні і ззовні будівлі, що дозволяє досягнути істотної економії та підвищує комфорт.

При виборі насосного обладнання звертають увагу на простоту і надійність його експлуатації, а також на споживання електроенергії. Крім цих важливих якостей ще має значення потужність насосу і натиск. Ці характеристики визначаються розмірами опалювального приміщення.

При точному підборі циркуляційного насоса (рис. 7.9) для конкретного об'єкта проводяться спеціальні розрахунки, які враховують протяжність всієї системи, кількість встановлених радіаторів, їх вигляд, тип запірної арматури, що використовується, діаметр труб, а також матеріал їх виготовлення, вид палива.

Перешкоджати нормальній циркуляції теплоносія в системі опалення можуть повітряні пробки, що утворюються в кожному радіаторі і в місцях

вертикального підйому трубопроводу. Така проблема вирішується встановленням кранів Маєвського (прилад для випуску повітря з радіаторів центрального водяного опалення, що відкривається за допомогою спеціального ключа або викрутки) (рис. 7.10) на кожен радіатор або спеціальних автоматичних клапанів. Монтаж даних пристроїв дозволить не допускати скупчення повітря в окремих ділянках систем і порушень в роботі опалення, а також відіграють позитивний вплив на мікроклімат приміщення.



Рисунок 7.9 – Зовнішній вигляд циркуляційних насосів



а

б

в

Рисунок 7.10 – Різновиди крану Маєвського:
а – під інструмент; б – під руку; в – радянського типу.

За конструктивним обладнанням виділяють наступні циркуляційні насоси:

- з «мокрим» ротором;
- з «сухим» ротором.

Особливість конструкції приладів першого типу полягає в тому, що рухливі елементи роторного вузла постійно перебувають у контакті з середовищем, що перекачується. Це забезпечує не тільки мастило, але й ефективне охолодження. Крім того, робота такого обладнання, ротор якого постійно знаходиться в рідкому середовищі, відмінно поглинає всі вібрації та характеризується мінімальним рівнем шуму. Перевагами циркуляційних насосів з «мокрим» ротором також є компактні розміри, простота в установці та техні-

чному обслуговуванні. Якщо говорити про недоліки подібних гідромашин, то до найбільш значущих відноситься невисокий ККД.

В циркуляційних насосах з «сухим» ротором, як стає зрозуміло вже з їх назви, елементи роторного вузла не контактують з рідким теплоносієм, що наділяє такі пристрої як перевагами, так і недоліками. Найбільш вагомими перевагами гідромашин даного типу є висока продуктивність і ККД доходить до 80%. Циркуляційними насосами з «сухим» ротором оснащують потужні теплові станції та опалювальні системи промислового призначення, в побутових системах опалення, як правило, їх не використовують. Серед недоліків гідромашин з «сухим» ротором зазвичай відзначають досить високу гучність, а також складність установки і обслуговування.

Технічні можливості та умови експлуатації циркуляційних насосів для систем опалення визначаються цілим рядом характеристик, а саме:

- продуктивність;
- напір;
- напруга живлення;
- споживана потужність;
- максимальна температура теплоносія;
- розмірні параметри;
- клас захисту електричної частини;
- максимальний тиск рідини на виході;
- торгова марка і компанія виробник.

2. **За розміщенням подавальних трубопроводів** водяне опалення буває: з **верхнім розведенням** при прокладанні розвідних магістралей вище нагрівальних приладів та з **нижнім розведенням** при прокладанні розвідних магістралей нижче нагрівальних приладів (інколи зустрічаються системи з **зі змішаним розведенням** – один з розвідних трубопроводів прокладається по горищу, а другий – по підвалу).

Принцип роботи системи водяного опалення з **верхнім** розведенням (рис. 7.11) полягає в наступному. Гаряча вода за допомогою насоса видавлюється з котла до головного стояка, потім до подавальних магістралей та подавальних стояків, з яких потрапляє до опалювальних приладів. Віддавши теплоту повітрю приміщень, охолоджена вода зворотними стояками і зворотними магістралями за допомогою насоса надходить до котла.

Подавальні магістралі у таких системах прокладені вище опалювальних приладів, як правило, на горищі опалювальної будівлі з підйомом від головного стояка. Тут наприкінці підйому встановлюють автоматичні повітрозбірники, через які видаляється повітря з системи. У системах з примусовою циркуляцією швидкість руху води надзвичайно висока, тому, на відміну від систем з природною циркуляцією, повітря не може видалятися через розширювальні посудини, переборюючи натиск води. Крім того, у таких системах розширювальна посудина підключається до зворотної магістралі безпосередньо перед всмоктуванням патрубком насоса. Це робиться для того, щоб

забезпечити у всій системі тиск вище атмосферного та гарантувати тим самим систему від закипання в ній води. Недоліками систем з верхнім розведенням є марні витрати теплоти та можливість затоплення розташованих нижче поверхів у разі аварії трубопроводів.

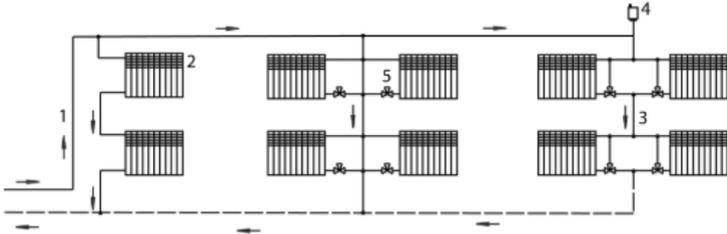


Рисунок 7.11 – Схема однотрубно́ї системи опалення з верхнім розведенням: 1 – магістраль подачі; 2 – нагрівальні прилади; 3 – триходовий кран; 4 – випуск повітря; 5 – регулюючий кран; 6 – зворотна магістраль.

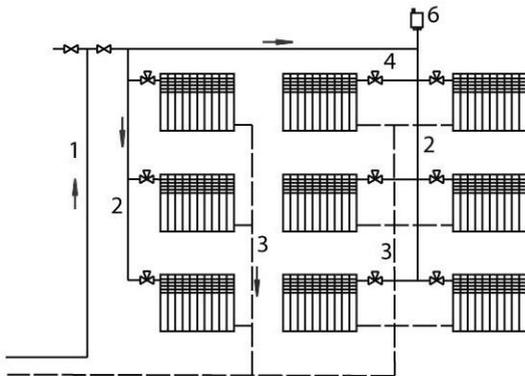


Рисунок 7.12 – Двотрубна система опалення з верхнім розведенням: 1 – магістраль подачі; 2 – стояк подачі; 3 – стояк зворотної лінії; 4 – регулюючий кран.

Системи водяного опалення з **нижнім** розведенням і примусовою циркуляцією (рис. 7.13) застосовуються у будівлях, в яких в даху відсутнє горіще.

Теплоносій з котла надходить одразу до розвідних магістральних трубопроводів, які прокладають в підлогових каналах першого поверху або під стелею підвалу. Далі гаряча вода вертикальними стояками надходить знизу вгору до опалювальних приладів, а після охолодження, спускається донизу і зворотними стояками та зворотними магістралями надходить до котла для повторного нагрівання. Тут також, як і в системах з верхнім розведенням, є насос для транспортування теплоносія та розширювальна посудина, що та-

кож підключається до зворотної магістралі перед всмоктувальним патрубком насоса. Розширювальна посудина також має труби: розширювальну, циркуляційну, сигнальну та переливну.

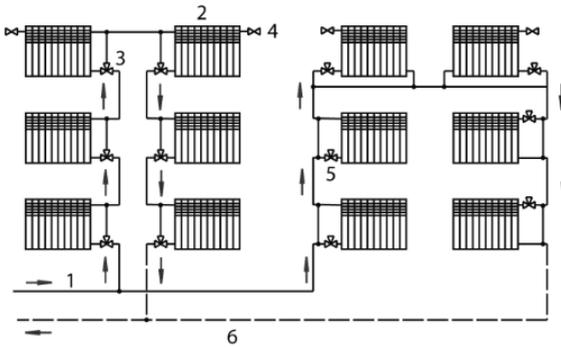


Рисунок 7.13 – Схема однотрубно́ї системи опалення з нижнім розведенням та П-подібним стояком:
1 – магістраль подачі; 2 – нагрівальні прилади;
3 – трьохходовий кран; 4 – випуск повітря; 5 – регулюючий кран; 6 – зворотна магістраль.

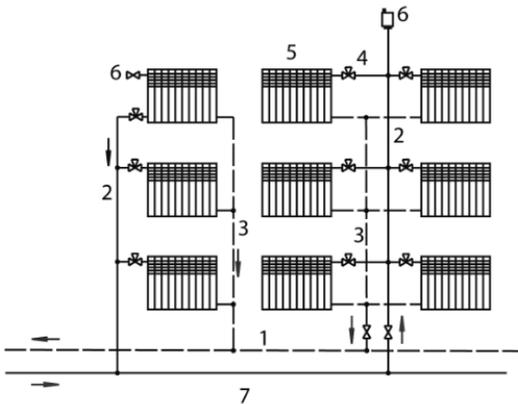


Рисунок 7.14 – Двотрубна вертикальна система водяного опалення з нижнім розведенням:
1 – магістраль подачі; 2 – стояк подачі; 3 – стояк зворотної лінії; 4 – крани у приладів; 5 – нагрівальні прилади; 6 – випуск повітря; 7 – зворотна магістраль.

дозвіл на застосування однотрубно́ї системи, оскільки при такому виді розведення неможливо встановити на стояках регулятори перепад тиску.

Деякі незручності в таких системах пов'язані з видаленням повітря. Тут повітря видаляють або через спеціальну повітряну лінію, що прокладається під стелею верхнього поверху, або через спеціальні повітряні крани, встановлені на всіх опалювальних приладах верхнього поверху. Перевагою систем з нижнім розведенням є: неможливість затоплення розташованих нижче поверхів, відсутність втрат теплоти розвідними магістралями. Крім того, в міру спорудження будівлі, можна поступово вводити систему в дію.

Системи водяного опалення зі змішаним горизонтальним розведенням застосовується в будівлі з горищем та підвалом в тих випадках, коли високі вимоги до рівня теплового комфорту не пред'являються, а замовник отримав

3. **За напрямком руху води:** із зустрічним (тупикові) та попутним (в одному напрямі) рухом води.

Зустрічний рух води (рис. 7.15) характеризується різним напрямком руху води в магістральних трубопроводах подачі та в зворотному трубопроводі, а також різна довжина циркуляційних кілець системи опалення. Циркуляційне кільце – це замкнутий контур в системі опалення. Різна довжина кілець викликає нерівні умови для нормальної роботи опалювальних приладів. Якщо кільце довге, то створюються умови для недоотримання цим приладом необхідної кількості води, а отже, й теплоти. Цього можна уникнути правильним підбором діаметрів труб.

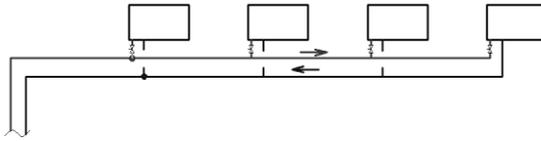


Рисунок 7.15 – Схема системи водяного опалення із зустрічним рухом води

При тупиковій схемі трубопроводу магістраль, що подає, починається від котла та закінчується останнім радіатором, а зворотна магістраль починається від останнього радіатора та закінчується котлом. При цьому, теплоносій в магістралях рухається в протилежних напрямках.

Система з попутним рухом води (рис. 7.16), яку також називають петля Тіхельмана, на сьогоднішній день отримала більш широке застосування. Особливо високу ефективність дана схема демонструє при монтажі протяжних опалювальних трубопроводів.

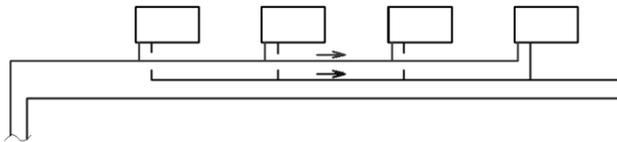


Рисунок 7.16 – Схема системи водяного опалення з попутним рухом води

Петля Тіхельмана принципово відрізняється від класичної тупикової схеми. В системі з попутним рухом теплоносія його подача відбувається таким самим чином, як і в системі із зустрічним рухом, в той час як зворотна магістраль починається з першого радіатора, після чого доходить до останнього радіатора і повертається до котла. Таким чином, по магістралі, що подає та по зворотній магістралі теплоносій рухається в одному напрямку.

Створення такої схеми пояснюється необхідністю балансування мережі опалення. Якщо в одному з циркуляційних кілець системи втрати тиску будуть менше, ніж в інших, то потік теплоносія буде прагнути саме в цю гілку. Відповідно, напір на інших радіаторах буде менше, що приведе до зниження ефективності опалення у відповідних приміщеннях. Балансування передбачає створення умов, при яких втрати тиску у всіх гілках мінімальні. В тупикових системах для цього необхідно встановлювати голчасті вентиля або спеціальні термостатичні клапани. При використанні попутної системи задача балансування вирішується набагато простіше.

Якщо система укомплектована радіаторами з однаковим числом секцій та однакового типорозміру, то вона автоматично є збалансованою без необхідності використання додаткової арматури. Якщо ж використовуються різні радіатори, то необхідно встановлювати арматуру. Хоча і в цьому випадку збалансувати попутну систему буде набагато простіше, ніж тупикову. Особливо це актуально при значній протяжності трубопроводів.

Системи опалення з попутним рухом теплоносія, як правило, реалізуються з нижнім розведенням труб. При цьому прокладається три труби:

- Магістраль, що подає;
- Зворотна магістраль;
- Труба для повернення до котла.

Основною перевагою петлі Тіхельмана є збалансованість системи опалення. Вона не потребує установки додаткової арматури для регулювання потоку, яка коштує достатньо дорого і, до того ж, може потребувати обслуговування та виходити з ладу.

Завдяки збалансованості системи опалення попутного типу та однакової довжини циркуляційних кілець у всіх радіаторах підтримується практично однаковий потік теплоносія, а значить і гріють вони однаково. В результаті котел та циркуляційний насос працюють в оптимальному режимі, і в цілому забезпечується оптимальне значення ККД системи. Відповідно, це призводить до якісного обігріву приміщень при зниженні витрат енергоносія та фінансових витрат на експлуатацію системи.

Схема з попутним рухом теплоносія, як правило, працює з примусовою циркуляцією. Однак, вона може використовуватись і в самопливних системах. Більш того, в системі з природною циркуляцією теплоносія петля Тіхельмана представляє собою оптимальне рішення саме за рахунок своєї збалансованості та відсутності необхідності у встановленні регулюючої арматури.

Серед *недоліків* петлі Тіхельмана слід відмітити наступні, які обмежують її використання:

- Більш складний монтаж за рахунок використання труб різного діаметру;
- Збільшується протяжність трубопроводу, що призводить до збільшення вартості системи;

– Наявність трьох магістральних труб, що може погіршувати естетичні характеристики при відкритій прокладці.

В таблиці 7.2 наведене порівняння схем руху теплоносія попутної та тупикової системи.

Таблиця 7.2 – Порівняння схем попутної та тупикової системи руху теплоносія

Критерій	Схема руху теплоносія	
	Попутна	Тупикова
1. Гідравліка та балансування Теплова потужність / типорозмір опалувальних приладів однакові	1. Розрахунок втрат тиску через любий контур. 2. Система гідравлічно зав'язана без використання додаткової арматури	1. Розрахунок втрат тиску через кожен контур 2. Необхідно зав'язати контури між собою за допомогою налаштування термостатичних клапанів на кожному приладі
Теплова потужність / типорозмір опалувальних приладів різні	1. Розрахунок втрат тиску через кожен контур 2. Необхідно зав'язати контури між собою за допомогою налаштування термостатичних клапанів на кожному приладі	
2. Протяжність трубопроводів	Довше	Коротше
3. Монтаж	Важче (діаметри паралельних ділянок та типорозміри фасонних частин відрізняються)	Легше (діаметри паралельних ділянок та типорозміри фасонних частин не відрізняються)
4. Наявність точок «рівного тиску»	+	-

4. **За положенням труб** (по розташуванню в просторі) відрізняють **вертикальні** та **горизонтальні** (рис. 7.17). Вертикальні гілки прийнято називати стояками.

Системи опалення з нижньою розводкою і вертикальними двотрубними стояками (рис. 7.17, а) застосовуються в будівлях, де немає горища, а вимоги до рівня теплового комфорту досить високі. Систему опалення з двотрубними горизонтальними нижніми гілками (рис. 7.17, в) рекомендується застосовувати там, де немає технічних поверхів для прокладання розвідних трубопроводів. Якщо в приміщеннях відсутні балкони, горизонтальні гілки зручно прокласти вздовж зовнішньої стіни на рівні плінтуса або всередині

декоративного плінтуса, який спеціально виготовляється. В будівлях, в яких є балкони, горизонтальну гілку прокладають по підлозі.

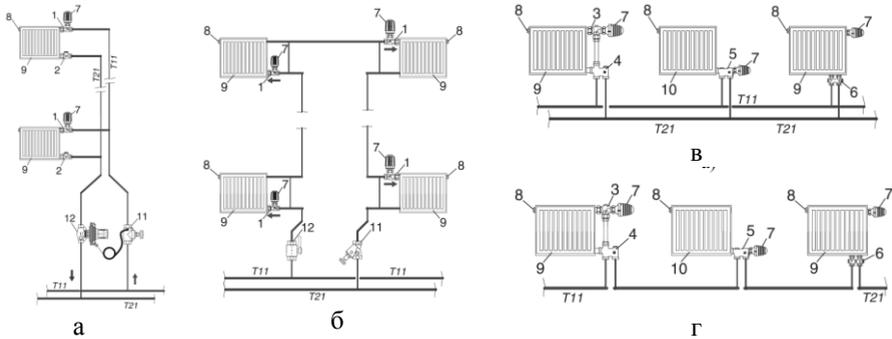


Рисунок 7.17 – Системи водяного опалення з вертикальними стояками (а, б) та горизонтальними нижніми гілками (в, г):

а – з нижнім розведенням, вертикальними двотрубними стояками, з одностороннім приєднанням радіаторів; б – з нижнім розведенням, вертикальними однотрубними стояками з одностороннім приєднанням радіаторів; в – горизонтальна двотрубна; г – горизонтальна однотрубна:

- 1 – клапан термостатичний, прохідний; 2 – вентиль балансування;
- 3 – клапан термостатичний; 4 – гарнітур для підключення радіаторів;
- 5 – вузол одномісного підключення; 6 – вузол підключення для двотрубних систем; 7 – радіаторний регулювальник;
- 8 – повітровідвідник; 9 – опалювальний прилад; 10 – опалювальний й секційний прилад; 11 – вентиль замковий; 12 – регулювальник перепаду тиску

Систему опалення з однотрубним горизонтальними нижніми гілками з груповим автоматичним регулюванням (рис. 7.17, г) рекомендується застосовувати в будівлях з великими приміщеннями, в кожному з яких встановлено декілька опалювальних приладів.

Серед основних *недоліків* системи водяного опалення слід виділити наступні:

- Присутність розчинених у воді солей жорсткості призводять до загрошення живого перерізу теплообмінних апаратів і трубопроводів;
- Значний гідростатичний тиск в системі опалення;
- Значна теплова інерція води, що затримує зміну температури приміщення при регулюванні теплопередачі опалювальних приладів;
- Обмежена швидкість руху води в теплопроводах у зв'язку з шумовою межею і великими втратами тиску при її циркуляції;
- Корозійні властивості води.

Переваги систем водяного опалення:

- Високі санітарно-гігієнічні властивості;
- Висока надійність і довговічність;
- Відносно низька вартість води;
- Легкість у регулюванні кількості теплоти.

8.2. Системи парового опалення

В системах парового опалення теплоносієм служить пара. Водяна пара є легко рухливим середовищем з порівняно малою густиною. Температура і густина пари залежать від тиску – із збільшенням тиску густина пари збільшується. При однаковому тиску і температурі густина водяної пари менша, ніж густина води і повітря.

Розрізняють пару насичену (вологу) і перегріту (суху). Насичену пару зазвичай використовують у парових системах опалення, оскільки вона при охолодженні, конденсуючись, віддає приховану теплоту пароутворення, значно перевершуючи теплоту перегрівання пари. Ефективність передачі теплоти від пари до стінки в процесі конденсації дуже висока, що дозволяє робити парові теплообмінники компактними.

Парові системи опалення характеризуються двома середовищами, які рухаються трубопроводами – паром і конденсатом, відповідно, двома видами трубопроводів – паропроводами і конденсатопроводами. Паропроводи прокладають від джерела пари (котла) до опалювальних приладів, а конденсатопроводи – від опалювальних приладів до котла. Пара може подаватися в систему від самостійного котла або з центральної котельні. Обігрів нагрівальних приладів в паровій системі здійснюється за рахунок прихованої теплоти конденсації водяної пари. Конденсат, що утворився в нагрівальних приладах, по конденсатопроводу зливається назад у котел. Пара рухається по паропроводам внаслідок різниці тиску в котлі і в нагрівальних приладах.

Парові системи опалення поділяють на:

- низького тиску (до 70 кПа);
- високого тиску (70-600 кПа);
- вакуум-парові (5-10 кПа).

Порівняно з системами водяного опалення парове опалення має ряд переваг. Завдяки малій густині пара рухається з більшими швидкостями, внаслідок чого потрібні менші діаметри теплопроводів, ніж при водяному опаленні. Більший коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінок опалювальних приладів і вища температура пари дозволяють зменшити площу опалювальних приладів приблизно на 25-30 %. В парових системах відбувається швидкий прогрів приміщень. Завдяки малій густині пари можна використовувати систему парового опалення для будинків з великою кількістю поверхів.

Суттєвими недоліками систем парового опалення є:

- неможливість центрального регулювання температури пари, через що в приміщеннях важко підтримувати сталу температуру;
- забруднення повітря продуктами розкладення органічного пилу, що відкладається на поверхні опалювальних приладів;
- великі витрати паропроводів;
- інтенсивна корозія паропроводів і конденсатопроводів внаслідок потрапляння повітря при періодичному відключенні системи;
- шум при роботі внаслідок гідравлічних ударів, спричинених рухом пари і конденсату в теплопроводах та інші.

Системи парового опалення застосовуються переважно в будівлях, призначених для короткочасного перебування людей. Вартість систем парового опалення не набагато менша за вартість водяного опалення, головним чином, за рахунок зменшення поверхні опалювальних приладів. Однак, застосування систем парового опалення обмежується за низкою гігієнічних і технічних міркувань.

Санітарно-гігієнічні властивості цих систем низькі, оскільки зовнішня поверхня опалювальних приладів має температуру більше 100 °С, в силу чого осілий на них органічний пил інтенсивно розкладається. До технічного браку парових систем опалення слід віднести неможливість зменшення температури пари для зменшення тепловіддачі від опалювальних приладів, тому регулювання їх тепловіддачі здійснюється шляхом періодичного припинення подачі пари. Це призводить до різких коливань температури всередині приміщень, що опалюються.

При скупченні значної кількості попутного конденсату утворюються водяні затори, що рухаються з великою швидкістю (10-20 м/с). При ударі таких заторів в перешкоду (поворот трубопроводу, вентиль), відбуваються гідравлічні удари, що супроводжуються сильним металевим стуком. Це також знижує якість парових систем. В підприємствах готельно-ресторанного комплексу не застосовуються системи парового опалення високого тиску та вакуум-парові системи.

Системи парового опалення низького тиску поділяються на **замкнуті** (рис. 7.18) та **розімкнуті** (рис. 7.19). Замкнуті системи застосовуються при використанні пари низького тиску зазвичай від котельні, розташованої в даному приміщенні.

Пара з котла по головному стояку надходить у магістральні паропроводи, парові стояки і через відгалуження надходить до опалювальних приладів, де і конденсується. Потів, конденсат через відгалуження надходить в конденсаційні стояки та магістральний трубопровід і по ньому стікає самотіком у котел. Під тиском у котлі утворюється пара, а стовп води врівноважує тиск – саме тому котел в системах парового опалення повинен бути встановлений нижче опалювальних приладів.

Якщо котел не можна встановити нижче опалювальних приладів, а також при використанні пари з тиском більше 0,7 атм., застосовують розімкне-

ні системи парового опалення. В цій системі, на відміну від замкненої, конденсат стікає не в котел, а в забірний конденсаторний бак, звідки насосом перекачується в котел або в збірник конденсаторний бак центральної котельні.

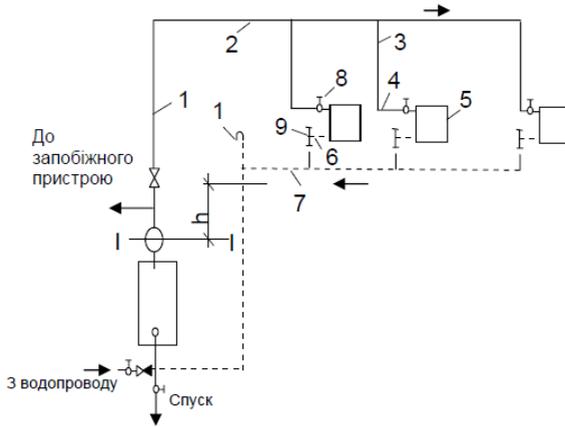


Рисунок 7.18 – Схема замкнутої системи парового опалення низького тиску:
 1 – головний стояк; 2 – магістральні паропроводи; 3 – парові стояки;
 4 – підведення до приладів; 5 – опалювальні прилади; 6 – відведення від приладів; 7 – магістральний конденсатопровід; 8 – вентиля; 9 – трійники з корком; 10 – повітряна трубка

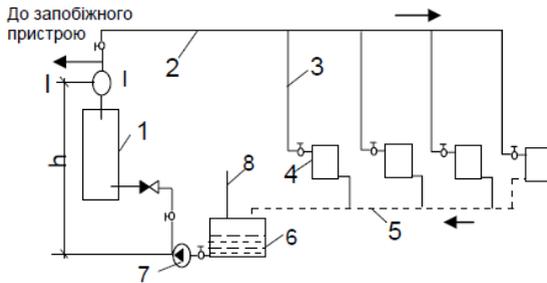


Рисунок 7.14 – Схема розімкнутої системи парового опалення низького тиску:
 1 – котел; 2 – парова магістраль; 3 – паровий стояк; 4 – опалювальні прилади; 5 – конденсатопровід; 6 – конденсаторний бак; 7 – насос; 8 – повітряна трубка

У розімкнених системах парового опалення опалювальні прилади можуть бути розташовані на довільній висоті по відношенню до котла, тобто вище котла, на одному рівні з ним, або нижче котла. За аналогічною схемою виконуються і системи парового опалення високого тиску.

Залежно від **конструктивних особливостей і трасування трубопроводів** системи парового опалення поділяються на:

- двотрубні вертикальні і однотрубні вертикальні та горизонтальні;
- з верхнім, нижнім і проміжним (середнім) розведенням магістрального паропроводу;
- з тупиковим і попутним рухом пари і конденсату.

За способом повернення конденсату в котел системи опалення можуть бути:

- з самопливним поверненням конденсату (замкнуті системи), в яких конденсат переміщується за рахунок гідростатичного тиску або спеціально передбаченого залишкового тиску пари в системі (рис. 7.20, а, б)
- з поверненням конденсату за допомогою насосу (розімкнені системи), коли конденсат перекачується насосом з проміжного конденсаційного баку.

Системи парового опалення, безпосередньо сполучені з атмосферою для випуску з них повітря, називаються відкритими (рис. 7.21), а несполучені – закритими (рис. 7.22).

Конденсатопроводи в системах парового опалення бувають:

- сухими, частково заповненими конденсатом, і частково повітрям (рис. 7.20, б);
- мокрими безнапірними, по яких конденсат переміщується самопливно при повному заповненні трубопроводу (рис. 7.20, а);
- мокрими напірними, по яких конденсат переміщується за допомогою насосу або за рахунок залишкового тиску пари (рис. 7.21);

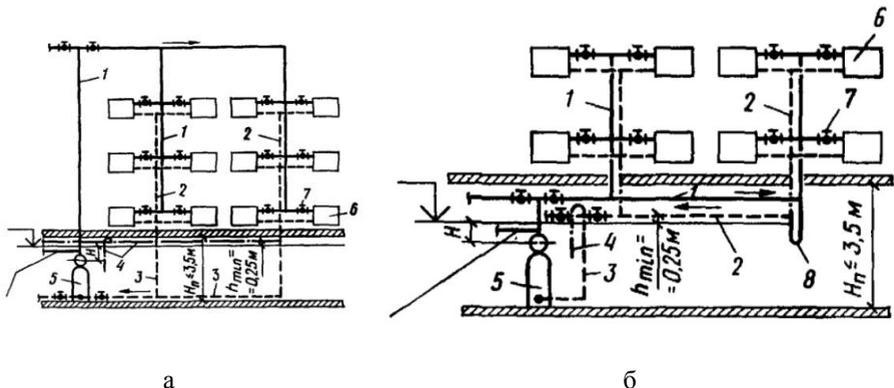


Рисунок 7.20 – Схеми систем парового опалення низького типу замкнутих відкритих: а – з верхнім розведенням паропроводу; б – з нижнім розведенням паропроводу; 1 – паропровід; 2 і 3 – сухий і мокрий безнапірний конденсатопроводи; 4 – повітряна труба; 5 – котел; 6 – опалювальний прилад; 7 – вентиль; 8 – гідравлічний затвор

– напірними двофазними, по яких конденсат переміщається разом з паром (рис. 7.22).

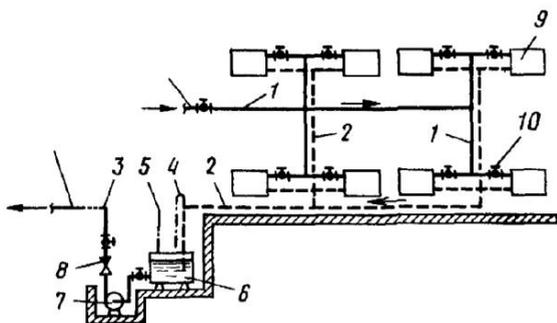


Рисунок 7.21 – Система парового опалення низького тиску розікрнена відкрита з середнім розведенням паропроводу і сухим конденсаторопроводом:

1 – паропровід; 2 і 3 – сухий і мокрий напірний конденсатори; 4 і 5 - повітряна і атмосферна труби; 6 – конденсаторний бак; 7 – насос; 8 - зворотний клапан; 9 – опалювальний прилад; 10 - вентиль

– більший коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінок опалювальних приладів і вища температура пари дозволяють зменшити площу опалювальних приладів приблизно на 25-30 %;

– простоту пуску системи в роботу, за рахунок швидкого прогрівання опалювальних приладів;

– відсутність циркуляційних насосів;

– незначний гідростатичний тиск в системі;

– менші капітальні витрати на будівництво системи опалення;

– можливість утилізації відпрацьованої пари.

До *недоліків* парового опалення відносяться:

– знижений термін служби трубопроводів в результаті інтенсивної корозії;

– неможливість центрального регулювання тепловіддачі опалювальних приладів шляхом зміни температури теплоносія;

– низькі санітарно-гігієнічні якості з причини високої температури поверхні опалювальних приладів і труб;

– підвищені втрати теплоти паропроводами;

– збільшені експлуатаційні витрати на опалення;

Серед *перваг* систем парового опалення слід відзначити:

– завдяки малій густині пара рухається з більшими швидкостями, внаслідок чого потрібні менші діаметри теплопроводів, ніж при водяному опаленні;

– можна використовувати систему парового опалення для будинків з великою кількістю поверхів;

- виникнення шуму, що викликається великою швидкістю руху пари по трубах, а також гідравлічними ударами, що викликаються зустрічним рухом попутного конденсату в підйомних паропроводах;
- часте порушення герметичності різьбових з'єднань;
- більша вартість водяної пари ніж вартість води.

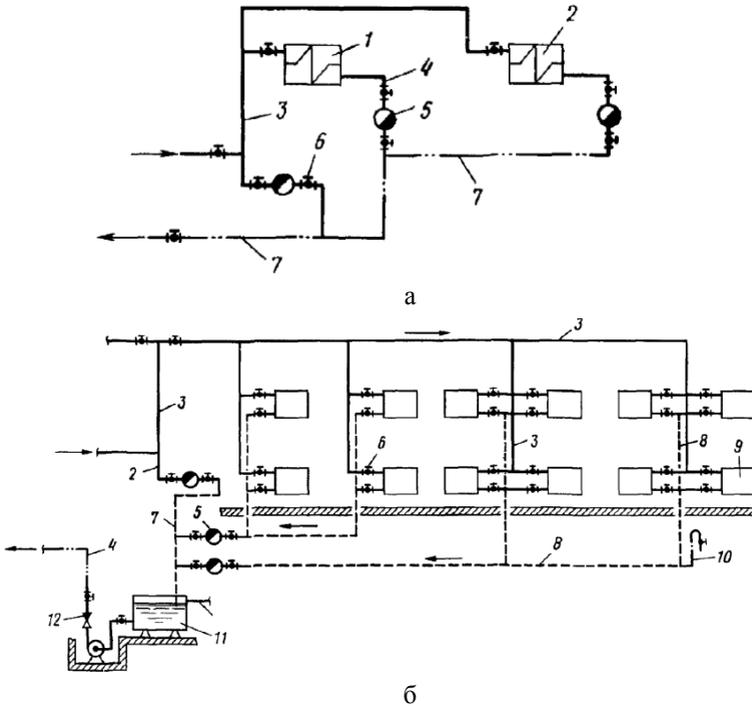


Рисунок 7.22 – Схеми закритих систем парового опалення високого тиску замкнутої (а) і розімкненої (б): 1 і 2 – перша і друга системи опалення; 3 – паропровід; 4, 7, 8 – мокрий напірний, двофазний і сухий конденсатопроводи; 5 – конденсатовідвідник; 6 – вентиль; 9 – опалювальний прилад; 10 – повітряна труба; 11 – конденсаторний бак; 12 – зворотний клапан

8.3. Системи повітряного опалення

Повітряне опалення – це один із різновидів систем опалення будівель, у якому в якості теплоносія використовують повітря, нагріте до більш високої температури, ніж повітря в приміщенні. Нагріте повітря подається в приміщення і, змішуючись з внутрішнім повітрям, віддає йому ту кількість тепла, яка необхідна для покриття тепловтрат приміщення.

Розрізняють наступні системи повітряного опалення:

- централізовані;
- суміщені з вентиляцією;
- децентралізовані (рециркуляційні).

При **централізованій** системі (рис. 7.23) повітря підігрівається в калорифері за допомогою теплоносія – води або пари. **Калорифер** – це теплообмінний апарат, в якому повітря нагрівається теплоносієм через поверхню, що їх розділяє; застосовується для нагрівання повітря в системах повітряного опалення, вентиляції та сушіння. У приміщення нагріте повітря надходить по каналах (повітропроводах). По ним же повітря з приміщення повертається до калорифера. В такому випадку система називається **рециркуляційною**.

Система повітряного опалення, **суміщена з вентиляцією** (рис. 7.24), відрізняється від централізованої системи тим, що повітря до калорифера подається не тільки з приміщення, але і ззовні; його кількість диктується вимогами вентиляції.

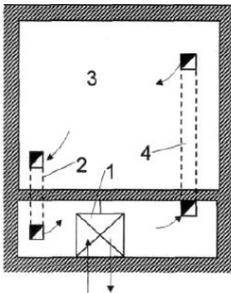


Рисунок 7.23 – Принципова схема централізованої системи повітряного опалення:

- 1 – калорифер; 2, 4 – канали;
- 3 - приміщення

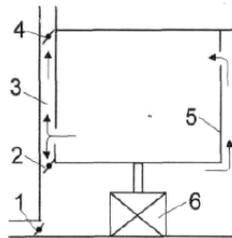


Рисунок 7.24 – Принципова схема повітряного опалення, суміщеної з вентиляцією:

- 1, 2, 4 – клапани; 3 – витяжний канал; 5 – канал для подачі нагрітого повітря; 6 - калорифер

Зовнішнє повітря забирається через клапан і по каналах подається в приміщення, яке необхідно опалювати, а по витяжних каналах видаляється з приміщення. Ця схема опалення передбачає роботу в рециркуляційному режимі. Для цього закривається клапан 1 і відкривається клапан 2 (рис. 7.24) при одночасному закритті клапану 4.

Децентралізовані системи повітряного опалення характеризуються нагрівом повітря, яка забирається з приміщень (тільки рециркуляційний режим) в опалювальних агрегатах. Для одного приміщення може бути встановлено декілька опалювальних агрегатів.

Вся система повітряного опалення працює на основі головного елемента, в якості якого виступає нагрівач повітря, до якого приєднуються всі по-

вітропроводи, що рівномірно розподіляють повітря по всім приміщенням. Як правило, систему повітряного опалення доповнюють автоматикою, яка регулює температуру повітря, потужність нагрівача, що здійснює управління системою заслінок і вітропроводів.

Важливою складовою оптимального мікроклімату в приміщенні є рівень вологості. Тому досить часто системи повітряного опалення доповнюють системами зволоження, що вирішує проблеми централізованого зволоження повітря у кожному приміщенні будівлі. На рис. 7.25 зображені основні елементи повітряного опалення.

Повітряне опалення в основному доцільно використовувати для обігріву приміщень з великим об'ємом (рис. 7.26, а), таких як склади, ангари, торгові приміщення. Але, установка повітряного опалення можлива як для приватних будинків (рис. 7.26, б), так і громадських та виробничих будівель.

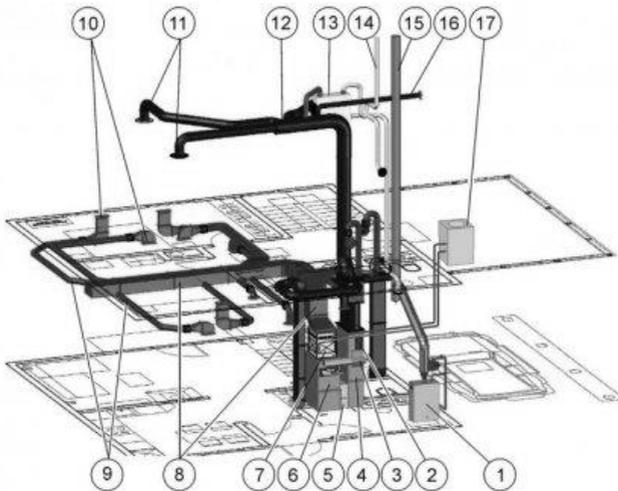
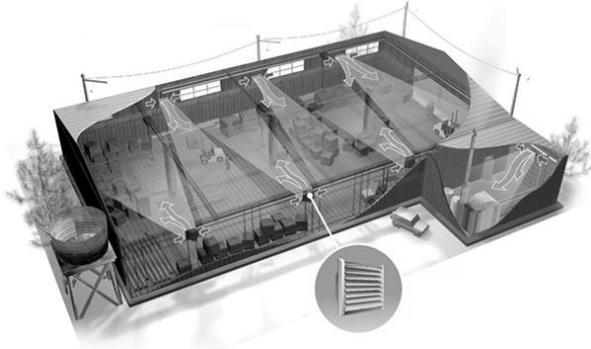


Рисунок 7.25 – Схема повітряного опалення:

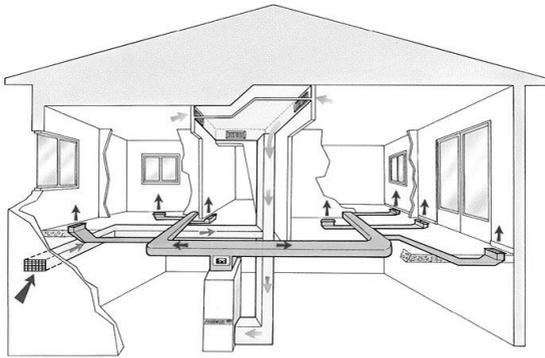
- 1 – водяний опалювальний котел; 2 – УФ-стерилізатор; 3 – зволожувач; 4 – відведення-перехід; 5 – повітряний фільтр; 6 – повітрянагрівальний агрегат; 7 – випарник кондиціонера; 8 – магістральний вітропровід подачі; 9 – гнучкі вітропроводи; 10 – решітки подачі теплого повітря;
- 11 – зворотні решітки; 12 – мережа зворотних вітропроводів;
- 13 – рекуператор; 14 – вентиляційний канал; 15 – димар; 16 – канал забору свіжого повітря; 17 – зовнішній блок кондиціонера (конденсатор).

Головним елементом конструкції є **повітрянагрівач**, який має в своєму складі вентиляторну установку для перенесення повітря в приміщення. Потік повітря транспортується через фільтруючу частину системи і далі через нагрівач, який виконує функцію нагрівання повітря. Повітря, яке знаходиться

всередині приміщення, забирається через забірну решітку. Перед потраплянням в теплообмінник повітря проходить спочатку очищення фільтром, а потім вже нагрівається. У камеру для змішування потрапляє повітря з житла і частина зовнішнього повітря, де вони змішуються. Це необхідно для свіжості повітря в приміщенні. Прогріте повітря розподіляється в будинку через решітки, розташовані по периметру будівлі в місцях найбільших тепловтрат, тобто біля дверних і віконних прорізів. На цьому цикл замикається.



а



б

Рисунок 7.26 – Принцип подачі повітря системою повітряного опалення у виробничі приміщення (а) та приміщення приватного будинку (б)

Для нагріву теплоносія в системах повітряного опалення використовуються **теплогенератори**. При виборі теплогенератора слід керуватися доступним типом палива, яке буде використовуватися для нагріву теплоносія. Найбільш поширеними модифікаціями теплогенераторів є дизельні, електричні та газові, а також універсальні теплогенератори на рідкому паливі (або теплогенератори на відпрацюванні). На таких теплогенераторах встановлю-

ються універсальні пальники, здатні спалювати відпрацьоване мастило, жири рослинного та тваринного походження, а також дизельне паливо.

Існує велика кількість варіантів виконання теплогенераторів. Теплогенератори на дизельному паливі та теплогенератори на газі випускаються потужністю від 20 кВт до 1300 кВт. Діапазон потужностей теплогенераторів на відпрацьованні обмежений 200 кВт. Теплогенератори можуть бути виготовлені як у **горизонтальному**, так і в **вертикальному** виконанні.

Дизельні та газові теплогенератори використовуються для обігріву складських приміщень, виробничих приміщень, виставочних площадок, торгових центрів. Універсальні теплогенератори на відпрацьованому мастилі використовуються для опалення гаражів, СТО, автосервісів та інших місць, де накопичується велика кількість відпрацьованого мастила.

На рис. 7.27 зображена схема газового генератора, який складається з наступних елементів:

- пальник – для спалювання палива;
- вентилятор – служить для подачі необхідного для процесу горіння кисню. Крім того, за допомогою вентилятора нагрітий теплоносієм переміщається по теплообміннику в повітропровод;
- камери, в яких проводиться згоряння палива;
- теплообмінник – завдяки ньому відбувається теплообмін між основним приміщенням і теплогенератором;
- системи повітропроводу – спеціальна мережа труб і каналів, що включає повітряний клапан для системи опалення, за допомогою якої здійснюються переміщення нагрітого теплоносія в приміщення.

Процес роботи теплогенератора можна поділити на три основні етапи:

1. Холодне повітря з приміщення (в деяких системах з вулиці) за допомогою вентилятора потрапляє в нагрівальний елемент;
2. В камері згоряння відбувається згоряння газу, в результаті чого виділяється тепло, яке нагріває повітря;
3. Під впливом тепло вентилятора нагріте повітря піднімається до теплообмінника, а потім розподіляється по системі повітровідводу, використовуючи повітряний клапан на опалення. Через неї він потрапляє в приміщення, поступово нагріваючи його.

Основною відмінністю повітряного опалення є те, що в системі відсутні опалювальні прилади: гаряче повітря передає акумульоване ним тепло

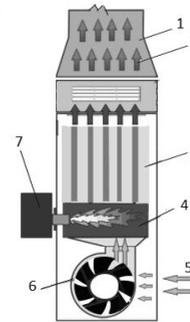


Рисунок 7.27 – Принципова схема газового генератора:

- 1 – повітровідвід; 2 – гаряче повітря; 3 – теплообмінник; 4 – камера згоряння; 5 – холодне повітря;
- 6 – вентилятор; 7 – пальник

безпосередньо до приміщення, що опалюється, змішуючись з внутрішнім повітрям і рухаючись уздовж поверхні огорожень. Радіус дії повітряного опалення може бути звужений до одного приміщення. В цьому випадку повітряне опалення стає місцевим.

Для повітряного опалення характерним є також підвищення санітарно-гігієнічних показників повітряного середовища приміщення. Можуть бути забезпечені рухливість повітря, сприятливе для нормального самопочуття людей, рівномірність температури приміщення, а також зміна, зволоження та очищення повітря. Крім того, при влаштування системи повітряного опалення досягається економія металу.

До *переваг* систем повітряного опалення відносяться:

- оскільки повітря є найбільш контрольованим теплоносієм, дуже зручно регулювати температуру в приміщенні;
- не потрібно встановлювати опалювальні прилади біля вікон;
- при відсутності опалювальних приладів приміщення виглядає більш просторим з естетичної точки зору, при цьому з'являється можливість реалізації різних дизайнерських рішень;
- повітряне опалення стійке до низьких температур. Такі системи опалення можна призупиняти, що не приведе до розморожування труб і радіаторів (що може відбутися в системах водяного опалення при його відключенні);
- використання саме повітря в якості теплоносія робить систему достатньо вигідною та економічною, оскільки воно не викликає корозію або пошкодження будь-яких елементів системи;
- системи повітряного опалення можна використовувати для опалення взимку, а влітку – для охолодження приміщення як систему кондиціонування. Так, подача теплого і холодного повітря здійснюється за допомогою однієї системи повітропроводів, що економить простір.

Серед *недоліків* систем повітряного опалення слід відзначити:

- витрати на використання енергоресурсу у вигляді газу, якщо джерелом тепла є газовий генератор. Через постійне спалювання газу збільшуються витрати на експлуатацію системи;
- найкомфортнішим видом опалення є перенесення тепла з нижньої зони у верхню (вгорі прохолодніше, а внизу тепліше). Але система повітряного опалення діє навпаки – якщо повітророзподільні пристрої встановлені з стелі або зі стіни, то виходить, що верхня зона приміщення в теплі, а нижня – в холоді. У такому разі комфортні параметри мікроклімату не дотримуються. Виходом з даної ситуації є подача теплого повітря від підлоги, при правильному проектуванні і реалізації можна досягти потрібних параметрів;
- для обігріву потрібна велика кількість повітря, відповідно, широкі повітропроводи (великого діаметру), які слід приховувати в стельовому просторі, за рахунок чого стеля у приміщенні розташовується нижче, ніж в будів-

лях з іншими системами опалення. При цьому, можуть виникнути труднощі з архітектурним плануванням та дизайном;

– недостатня інерція системи повітряного опалення вказує на те, що під час роботи цієї системи людина відчуває певне тепло, але при вимиканні системи приміщення дуже швидко охолоджується. Це є один із суттєвіших недоліків повітряного опалення у порівнянні з водяним, при якому радіатор навіть після відключення системи ще віддає тепло протягом певного періоду часу.

8.4. Пічне опалення

Опалення печами – один із найдавніших способів обігріву приміщень, який ще існує в наші дні, особливо в сільській місцевості. Пічним опаленням дозволяється обладнувати будівлі заввишки до двох поверхів: житлові будівлі, будівлі готельного господарства (окрім готелів) з числом місць не більше 25, селищні і сільські адміністративні будівлі. Окрім перерахованих будівель, пічне опалення дозволяється влаштовувати в таких одноповерхових будівлях: амбулаторно-поліклінічних установах (окрім поліклінік), будинках відпочинку, будівлях фізкультурно-спортивного призначення, загальноосвітніх шкіл з числом учнів не більше 80 чоловік (окрім спальних корпусів шкіл-інтернатів), дитячих садках і яслах з числом місць не більше 50 чоловік, клубних установах із залом для глядачів місткістю не більше 100 чоловік, їдальень з числом посадочних місць не більше 50, а також виробничих будівель з невибухо-пожежонебезпечними виробництвами площею не більше 500 м².

Розрізняють **нетепломісткі** та **тепломісткі** печі. Нетепломісткі печі призначаються для короткочасного обігріву приміщень і вимагають безперервної топки. Ці печі зазвичай металеві. До нетепломісткого типу печей відносяться каміни, що зазвичай виготовляються з цегли (рис. 7.28, а).



а



б

Рисунок 7.28 – Пічне опалення:
а – нетепломістка піч, б – тепломістка піч

Тепломісткі печі (рис. 7.28, б) призначаються для постійного обігріву приміщень і вимагають періодичної топки (зазвичай не більше двох разів на добу). Ці печі мають великий теплоакумулюючий об'єм.

Опалювальні печі по конструкції різноманітні, проте рух димових газів може бути охарактеризований трьома основними схемами (рис. 7.29): **канална** (а), **безканална** (б), **комбінована** (в).

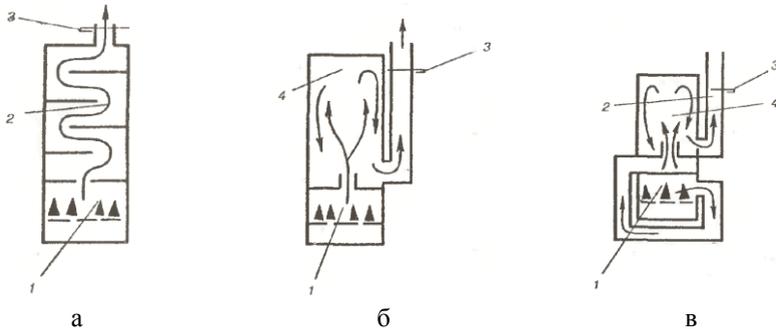


Рисунок 7.29 – Схеми руху димових газів в опалювальних печах:

а – канална; б – безканална; в – комбінована;

1 – паливник; 2 – димар; 3 – заслінка; 4 – ковпак.

Для приміщення з тимчасовим перебуванням людей допускається температура 121 °С при дотриманні засобів безпеки від опіків.

До переваг пічного опалення відносяться:

- тепловіддача від димових газів до теплообмінних поверхонь вища тепловіддачі повітря;
- здатність використовувати місцеве паливо будь-якого типу;
- відносна простота споруди з місцевого матеріалу: цегла, глина, пісок, вапно;
- простота експлуатації;
- незалежність опалення окремих приміщень;
- вентиляція приміщень в період протоплювання печей;
- низька вартість як за капітальними, так і за експлуатаційними витратами.

Серед *недоліків* пічного опалення слід відзначити:

- пожежна небезпека;
- екологічні проблеми, пов'язані з можливим забрудненням атмосферного повітря шкідливими для здоров'я людини продуктами згорання;
- наявність в димових газах сірчаних з'єднань, які різко скорочують довговічність теплообмінної апаратури і повітропроводів;
- при охолодженні димових газів нижче температури точки роси можливе випадання конденсату, який у зимовий час може привести до зволоження конструкцій;

- малий радіус дії;
- втрата корисної площі приміщення;
- значні витрати праці на обслуговування печей, топки, чищення від золи, сажі, тощо.

8.5. Системи газового опалення

Газ, порівняно з іншими видами палива має суттєві переваги:

- Висока теплота згорання;
- Відсутність золи і шлаку;
- Сприятливі умови для автоматизації процесу горіння;
- Можливість транспортування газу по газопроводах на великі відстані;
- Зручність обслуговування пристроїв для використання газу.

Системи газового опалення на зрідженому газі є одним з найбільш поширених видів опалювальних систем замських будинків та котеджів. Висока популярність викликана поширеністю природного газу, що використовується в таких системах як теплоносії.

Доступність і транспортбельність палива є важливим фактором, адже такі системи переважно використовуються для систем опалення малоповерхових замських будівель, набагато рідше – квартир.

Система газового опалення складається з:

- газопроводу;
- газового котла з усіма регулюючими пристроями;
- системи подачі носія.

Монтаж системи газового опалення починається з вибору моделі котла (рис. 7.30). Залежно від споживання тепла будівлі, а також його індивідуальних характеристик (висота стель, кількість вікон, наявність теплої підлоги, тощо), є можливість підібрати саме ту модифікацію, яка забезпечить оптимальні параметри мікроклімату приміщень. Наступний етап: планування розміщення радіаторів, трубопроводу, котельні та бойлера для гарячої води. Важливість залежить в основному від того, з яких матеріалів виготовлений котел і трубопровід. Наприклад, чавунний котел коштує приблизно в два рази дорожче сталевого, але в той же час його експлуатаційний термін на 20 років більший.

В даний час використовують різні види котлів, які мають наступні переваги в порівнянні з електричними котлами та пристроями, що працюють на твердому паливі:

- Менші розміри. Газові котли набагато менші від твердопаливних котлів, що є суттєвою перевагою, особливо в умовах, коли розміри приміщення обмежені;
- Простота експлуатації. На відміну від твердопаливних котлів, які необхідно чистити не менше одного разу на тиждень, газові котли не вима-

гають такого ретельного догляду і регламентні роботи досить проводити один раз на рік;

– Безшумність. Газові котли працюють практично безшумно, на відміну від твердопаливних.



Рисунок 7.30 – Зовнішній вигляд котла в системі газового опалення

Принцип дії газових котлів не відрізняється від інших опалювальних пристроїв. Він полягає в тому, щоб нагріти теплоносії до потрібної температури за допомогою теплової енергії, яка утворюється при спалюванні природного газу. За допомогою системи трубопроводів нагрітий теплоносії може потрапити в саму віддалену ділянку будівлі.

Наступним етапом після підгріву теплоносія є доставка його в нагрітому вигляді. Для цього опалювальні системи мають трубопровід, до якого підключені опалювальні радіатори.

Крім самого котла і трубопроводу в опалювальну систему входять пристрої, необхідні для регулювання роботи. Це розширювальні баки, де накопичуються залишки води або іншого теплоносія, які утворюються при нагріванні, а також циркуляційний насос, без якого теплоносії не пересуватиметься з необхідною інтенсивністю.

Методика проведення теплотехнічних розрахунків для вибору потужності газового котла базується на розрахунку потрібної теплової потужності для кожного приміщення, де будуть встановлюватися радіатори опалення, з подальшим підсумовуванням значень. В якості вихідних даних виступають наступні параметри:

- площа приміщення;
- висота стель;
- кількість зовнішніх стін, ступінь їх утеплення, розташування відносно сторін світу;
- рівень мінімальних зимових температур для регіону проживання;
- кількість, розмір і тип вікон;
- кількість поверхів в будівлі, наявність холодного горища;
- наявність або відсутність дверей на вулицю або на холодний балкон.

Після проведення розрахунків та визначення потужності газового котла слід підбирати газовий котел в залежності від необхідної потужності (табл. 7.3).

Таблиця 7.3 – Параметри котла для системи газового опалення

Розрахована потужність котла	Тип котла	Приміщення, в яких дозволяється встановлювати котел
До 30 кВт	Настінний	Будь-яке нежитлове приміщення (кухня, коридор, тощо)
До 60 кВт	Підлоговий	Найкраще встановлювати в окремому приміщенні. Допускається встановлювати на кухні
До 150 кВт (для опалення та гарячого водопостачання)	Підлоговий	Тільки в окремому приміщенні, на будь-якому поверсі
Понад 150 кВт	Підлогові	Тільки в окремому приміщенні, тільки на першому поверсі

Підлогові котли можуть мати чавунний або сталевий теплообмінник. Чавун практично не піддається корозії, особливо із зовнішнього боку. Практично нульова ймовірність його прогорання. Серед недоліків виділяється крихкість чавуну, тобто існує ризик пошкодження при транспортуванні, експлуатації та при різких перепадах температур. Наприклад, якщо в розігрітій теплообмінник додати холодну воду, то у чавунному котлі може утворитися тріщина.

В сучасних підлогових газових котлах для виготовлення теплообмінником може застосовуватися особливий тип чавуну, з більш пластичною і однорідною структурою. В них недоліки цього металу практично нівельовані. Правда, і коштують такі моделі значно дорожче.

Котли із сталевим теплообмінником коштують набагато менше. Сталь в силу своєї пластичності не схильна до руйнування внаслідок гідроударів або різких перепадів температур. Але сталеві теплообмінники підлягають корозії.

Настінні котли досить компактні, вписуються в кухонний інтер'єр, зручні в експлуатації – завжди під візуальним контролем і постійно є можливість внести в їх роботу необхідні корективи.

8.6. Системи електричного опалення

Одним із варіантів опалення житлових і громадських будівель є застосування системи на електричній енергії. Її можна включати в будь-яку пору року, незалежно від центрального опалення. Сфера застосування систем електричного опалення залежить від призначення будівель і приміщень, харак-

теру виробничого процесу і допускається лише за доцільного техніко-економічного обґрунтування.

Електронагрівальні прилади часто використовуються для епізодичного опалення приміщень короткочасного використання і за необхідності обігріву локальних робочих місць в неопалювальних приміщеннях, або в місцях, де відсутні інші джерела теплової енергії, якщо недостатньо теплоти, що створюється системою водяного опалення.

Системи електричного опалення підрозділяються на:

- **Променисто-конвективні** (із застосуванням маслонаповнених електрорадіаторів, електроконвекторів з відкритими нагрівальними спіралями і електронагрівальний печей, а також електрогрійного кабелю, закладеного в бетонну підлогу);

- **Електроповітряні** (з використанням електрокалориферів);

- **Променисті** (із застосуванням інфрачервоних електровипромінювачів).

Усі радіатори в будівлі з'єднуються між собою в єдину електричну систему, якою можна керувати з пульта черговим або автоматично, за допомогою термостатів, в тому числі програмованих кімнатних термостатів, що дозволяють задавати режим опалення в кожному приміщенні на добу або на тиждень. Система буде автоматично підтримувати заданий рівень температури навіть за умови відсутності людини.

Системи променистого опалення із застосуванням інфрачервоних випромінювачів забезпечують комфортні теплові умови людині при знижених температурах навколишнього повітря. Інфрачервоне випромінювання не поглинається повітрям і, потрапляючи на тіло людини, нагріває підшкірні шари на значну глибину. Механізм поглинання теплового випромінювання тілом людини забезпечує відчуття теплового комфорту на тривалий час навіть після припинення подачі потоку променистої енергії.

Обігрів будівлі за допомогою електричних котлів, конвекторів або інших обігрівачів не є найдешевшим способом. Безсумнівно, в цьому відношенні газ є більш ефективним енергоносієм. Але, щоб нагріти воду електричним нагрівачем, енергії необхідно набагато більше, ніж газу.

Існує декілька способів організації електроопалення: звичайна система опалення, в якій замість газового котла застосовується електричний, програмовані конвектори, що встановлюються у кожній кімнаті. Найменш потужний електрокотел (рис. 7.31) споживає за одну годину роботи 12 кВт електроенергії і здатний обігріти приміщення площею до 120 м².

До *переваг* систем електричного опалення відносяться:

- легке керування;
- висока ступінь автоматизації процесу (захист елементів системи від перенавантажень і струмів короткого замикання);
- відсутність продуктів згоряння або забруднення атмосфери;
- висока транспортабельність електроенергії;



Рисунок 7.31 – Зовнішній вигляд електричного котла опалення

- компактність нагрівальних приладів;
- простота і швидкість монтажу електропроводки до опалювальних приладів;

- високий ККД;
- менші капітальні витрати.

Серед *недоліків* систем електричного опалення виділяють:

- низькі гігієнічні показники пристроїв з відкритими високотемпературними нагрівальними елементами;
- пожежонебезпечність;
- висока температура відкритих витків проводу.

8.7. Системи панельно-променевого опалення

Панельно-променевим називають опалення приміщень панелями, при якому середня температура всіх поверхонь, які спрямовані в приміщення, перевищує температуру повітря.

Системи панельно-променевого опалення можуть бути **центральними** та **місцевими**.

Місцеве панельно-променеве опалення – це опалення за допомогою високотемпературних приладів (панелями і плафонами з відбивними екранами). Для нагрівання приладів використовують електричну енергію і гарячі гази (температура поверхня до 800...850 °С).

Як теплоносії в таких системах опалення зазвичай використовують низькотемпературну воду, що дозволяє економити енергію і паливо (до 20%). Нагрівання води для системи панельно-променистого опалення може здійснюватись в котельні або в котлі, розташованому безпосередньо в будинку (в автономних системах опалення).

Панельно-променеве опалення здійснюється за допомогою вбудованих, прибудованих або підвісних випромінюючих панелей. Залежно від конструктивних особливостей і способу установки розрізняють бетонні панелі

наступних типів (рис. 7.32): стінові (підвіконні та плінтусні), стельові та підлогові. У багатоповерхових будівлях панелі, що розміщуються в міжповерхових перекриттях, є стельово-підлоговими.

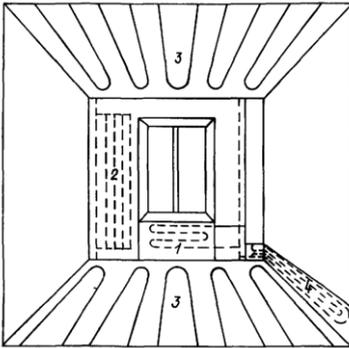
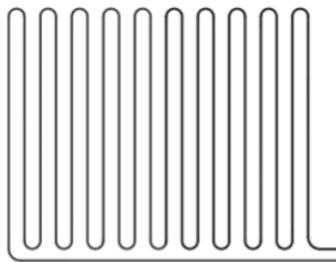


Рисунок 7.32 – Типи бетонних опалювальних панелей:

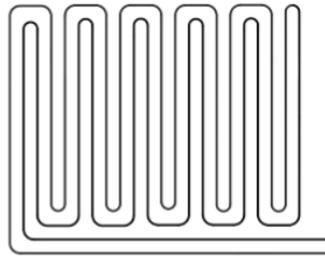
- 1 – підвіконна; 2 – стінна;
- 3 – стельово-підлогова; 4 – плінтусна

Для одержання таких панелей вказаних конструкція закладають нагрівальні елементи: трубопроводи, електричний кабель, повітропроводи і канали. Нагрівальні елементи в бетонних опалювальних панелях можуть бути виконані у вигляді «змійки» або «равлика» (рис. 7.33).

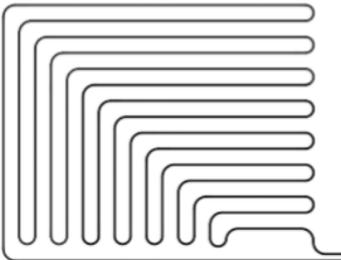
Така система може поєднуватися з традиційною конвективною системою. Наприклад, улаштування теплої підлоги в окремому приміщенні: дитячій кімнаті, ванній або санвузлі, тощо. Тоді в кожній системі використовують воду з різною температурою, наприклад, для теплої підлоги – температура води 60 °С, а в системі з радіаторами – 95 °С.



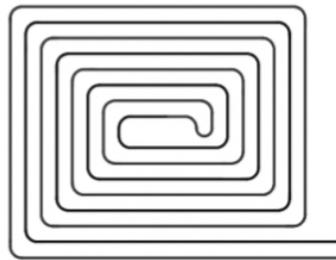
а



б



в



г

Рисунок 7.33 – Види влаштування панельно-променевого опалення:
а – змійка; б – подвійна змійка; в – кутова змійка; г – равлик

В звичайних конвективних системах опалення температура поверхонь в приміщенні становить: стін – 12 °С, подвійних вікон – 4-5 °С. Температури на поверхні панелей можуть доходити до: стелі - 40 °С, підлоги - 26 °С, стін – 60 °С.

Панельно-променеве опалення має також підвищену екологічність, яка полягає у відсутності видимих опалювальних приладів, зменшення можливості накопичення і розкладання органічного пилу, спостерігається більш рівномірний розподіл температур повітря по висоті приміщення. Важливою перевагою є менша маса металу і більша кількість занятого тепла.

На рис. 7.34 зображена конструкція теплої підлоги. Конструктивно підлога представляє собою декілька шарів:

- шар теплоізоляції з пінополістиролу високої твердості з мінімальною густиною. Товщина ізоляції залежить від типу приміщення, де потрібен підігрів підлоги і приймається від 30 до 100 мм. Також можна застосовувати мінеральну вату з підсиленням смолами;

- шар гідроізоляції для захисту теплової ізоляції від зволоження – поліетиленова плівка;

- демпферна плівка. Цей матеріал використовують для ізоляції стикових швів з стінами, він амортизує теплову деформацію бетону в результаті нагріву. В надто великих приміщеннях або тих, що мають складну конфігурацію, водяна система підлогового опалення передбачає наявність декількох контурів.

- нагрівальна плита з трубами. Для виготовлення нагрівальної плити використовується два типи розчинів: цементні та ангідритові (з сухих сумішей);

- підлогове покриття, а саме: природний камінь (граніт, мармур), керамічна плитка, пластмасові матеріали покриття, килимові підлогові покриття, паркет товщиною до 10 мм.

Послідовність операцій при монтажі теплої підлоги наступна:

1. Замір площі обігріву та розрахунок системи, вибір регулятора.

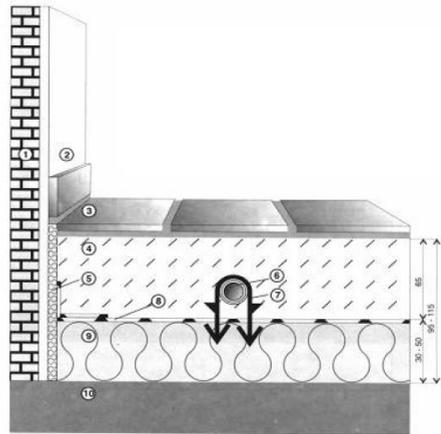


Рисунок 7.34 – Конструкція теплої підлоги:

1 – стіна; 2 – штукатурка; 3 – підлогове покриття; 4 – бетонна заливка; 5 – крайова ізоляція; 6 – багатошарова труба типу KISAN; 7 – затискувач для труби; 8 – шар гідроізоляції (поліетиленова плівка); 9 – шар термоізоляції; 10 – переkritтя

2. Визначення місця, де буде знаходитись терморегулятор (не менше 30 см від поверхні підлоги).

3. Попередня підготовка поверхні до монтажу: при необхідності вирівнювання стяжки підлоги, очистка від пилу та забруднень, при укладці нагрівальних матів ґрунтування по поверхні підлоги.

4. Вкладання теплоізоляційного шару з метою зменшення теплових витрат та економії енергії. В деяких випадках можливе зменшення теплових витрат до 280-300%.

5. Монтаж нагрівальних кабелів (труб) у відповідності з попередньо складеним планом укладки, встановлення датчика.

При об'єднанні підлогового опалення з традиційними високотемпературним опаленням необхідно влаштовувати систему зниження температури води перед подачею в контур теплої підлоги. Принципові схеми сумісних систем представлені на рис. 7.35.

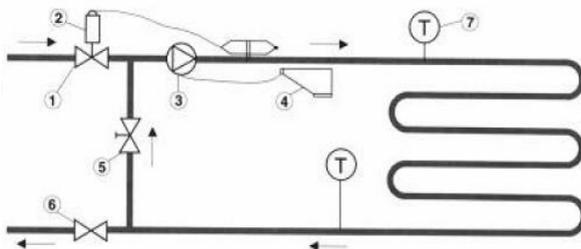


Рисунок 7.35 – Принципові схеми сумісних систем підлогового і радіаторного опалення: схема з регулювальним клапаном (1 – термостатичний клапан; 2 – термостатична голівка з датчиком; 3 – циркуляційний насос; 4 – електричний кімнатний трубчастий регулятор; 5 – обхідний регулювальний клапан; 6, 7 – термометри);

Теплоносієм в системах панельного опалення найчастіше є гаряча вода. Використання нагрітого повітря в таких системах дозволяє зекономити метал та не створює небезпеку протікання теплоносія. Також такі панелі можуть нагріватися електрикою.

При використанні електричної теплої підлоги температура поверхонь повинна наступна:

- 27 °С для приміщень з дерев'яним покриттям (ламінат, паркетна дошка, паркет);
- 29 °С для приміщень постійного перебування людей (кухня, вітальня, спальня);
- 31 °С для приміщень з підвищеною вологістю (ванна кімната, туалет, баня, басейн);
- 35 °С крайові зони опалювальних приміщень (під вікном, біля стіни).

До *переваг* систем панельно-променевого опалення відносяться:

- підвищені санітарно-гігієнічні показники за рахунок відсутності опалювальних приладів і понижених, порівняно з радіаторними системами, температурах поверхонь, які віддають теплоту, внаслідок чого зменшується накопичення і розкладання органічного пилу на цих поверхнях;
- більш рівномірний розподіл температур повітря по висоті приміщення та його невелика рухливість;
- безшумність системи в роботі;
- не займає корисної площі в робочій або обслуговуваній зоні приміщень;
- термін служби системи більше 15 років;
- витрата теплоти в середньому менше, ніж в інших системах за рахунок рівномірного розподілу і зниження температури приміщення на 1...3 °С без погіршення самопочуття людини внаслідок збільшення частоти конвекції в тепловіддачі організмом людини;
- менша маса металу і більша кількість знятої теплоти, порівняно з відкритими трубами і радіаторами в конвективних системах опалення;
- знижена вартість системи і трудових витрат на монтаж.

Серед *недоліків* систем панельно-променевого опалення слід відзначити:

- можливість погіршення природного освітлення приміщень з верхнім світлом внаслідок затінення світлових отворів панелями;
- неможливість забезпечення однакових санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях, розташованих на різних рівнях або затінених конструкціях або обладнанням;
- велика теплоємність, що утрудняє індивідуальне регулювання тепловіддачі панелей, а також складність ремонту і заміни окремих елементів системи.

8.8. Порівняння систем опалення

Система опалення вибирається на підставі техніко-економічного зіставлення різних варіантів, допустимих за санітарно-гігієнічними показниками, з урахуванням її експлуатаційних особливостей.

Санітарно-гігієнічні вимоги, які пред'являються до систем центрального опалення, зводяться до забезпечення в опалювальному приміщенні по його площі та висоті рівномірної температури повітря та до підтримки на поверхні опалювальних приладів температури, яка виключає можливість згорання пилу. Коливання температури в опалювальних приміщеннях шкідливо відображається на самопочутті людини та може призводити до простудних захворювань. Тому для кожного приміщення, в залежності від його призначення, встановленні необхідні температури повітря.

Економічні вимоги полягають в тому, щоб вартість улаштування системи та її експлуатація були найменшими. Необхідно також, щоб улаштування системи опалення потребувало мінімальних витрат металу та найменших витрат праці.

Як правило, системи центрального опалення влаштовують у всіх будівлях (незалежно від її об'єму та поверховості), якщо вони розташовані поблизу теплових мереж ТЕС або районної котельні. При відсутності таких тепломереж питання про влаштування центрального опалення в жилих та громадських будівлях вирішується в залежності від їх призначення, об'єму та поверховості.

В промислових приміщеннях системи центрального опалення застосовуються незалежно від висоти (поверховості) будівлі та, як правило, з використанням пари чи гарячої води, що виробляються в котельнях для виробничих потреб.

В тих випадках, коли в не робочий час необхідна температура повітря в промислових приміщеннях не забезпечується за рахунок виділення тепла, акумульованого технологічним обладнанням та огороженнями приміщення, чи коли технологічне обладнання не може бути використане для нагріву приміщення, застосовують чергову систему опалення, розраховану на створення та підтримання внутрішньої температури в приміщенні в 5 °С.

Після встановлення виду теплоносія проектувальник повинен вирішити питання, пов'язане з конструктивним оформленням системи опалення. В схемі опалення повинен бути вказаний спосіб прокладки магістральних трубопроводів (верхнє або нижнє розведення, попутний або тупиковий рух) та надані конструкції стояків з приєднаними до них нагрівальними приладами (двотрубними, однотрубними чи багатотрубними). Так, для водяних систем опалення можна прийняти більш різноманітні схеми.

Порівняємо капітальні вкладення в різні системи центрального опалення. У різних розрахункових умовах в системі парового опалення, враховуючи зменшення площі поверхні опалювальних приладів і площі перерізу конденсатопроводів, витрачається менше металу і первісна вартість дещо нижча, ніж в порівнянні з системами водяного опалення. Вартість пристрою системи повітряного опалення близька до капітальних витрат на створення системи водяного опалення, а витрата металу у зв'язку з обмеженими розмірами теплообмінника і можливістю виготовлення повітропроводів з бетону та подібних матеріалів часто виявляється навіть нижчою, ніж у системі парового опалення.

За капітальними витратами перевагу має місцева система повітряного опалення без повітропроводів або з короткими повітропроводами з подачею високотемпературного первинного теплоносія (води або пари). На друге місце можна поставити систему парового опалення, і на останнє – системи водяного опалення та центрально-повітряну з протяжними металевими повітропроводами.

Однак вибір системи опалення тільки за найменшими капітальними витратами є неприпустимим та економічно не може вважатися повноцінним без врахування вартості її експлуатації. Вартість експлуатації залежить від витрати палива і довговічності системи опалення.

Витрата палива на опалення парових та центрально-повітряних систем перевищує витрати палива при водяному опаленні внаслідок зростання марної попутної витрати тепла. Термін служби паропроводів (до 10 років) і особливо конденсатопроводів (близько 4 років) з причини інтенсивності внутрішньої корозії значно менший, ніж теплопроводів водяного опалення (25-40 років).

Повітропроводи з тонколистової сталі також недовговічні, а неметалеві повітропроводи потребують частого ремонту в зв'язку з порівняно швидким порушенням їх щільності при дії різних температурних умов.

Таким чином, для вибору системи на основі економічних показників необхідно визначити загальні, так звані приведені витрати, що враховують крім капітальних витрат ще і вартість експлуатації системи опалення. У вартість експлуатації, крім вартості палива і поточного ремонту та амортизації витрат, входять також вартість витраченої електроенергії, заробітна плата обслуговуючого персоналу та деякі інші витрати.

Економічні переваги експлуатації водяного опалення скорочують наведені витрати, які можуть стати менше приведених витрат на систему парового опалення.

Технічні показники експлуатації центральних систем опалення різні. Найбільшу надійність дії, в тому числі теплову, має система водяного опалення, проста і зручна в експлуатації. Близько до неї підходить система місцевого повітряного опалення, дія якої легко автоматизується, хоча надійність її знижується залежно від збільшення числа вентиляторів.

Менш надійна система парового опалення як більш складна по конструкції і в обслуговуванні, має скорочений термін амортизації. Також знижена надійність системи центрально-повітряного опалення через ускладнення і можливого порушення розподілу повітря по приміщеннях.

При системах водяного і центрально-повітряного опалення забезпечуються високі гігієнічні та акустичні показники, що, з іншого боку, пов'язане з обмеженням температури і швидкості руху теплоносія, а це, в свою чергу, відображається на економічних показниках систем. Застосування парової та місцевої повітряної систем супроводжується зниженням гігієнічних та акустичних показників опалення.

Радіус дії систем різний: при повітряному опаленні він обмежений, при водяному опаленні припустима значна горизонтальна протяжність, але по вертикалі він також обмежений величиною гідростатичного тиску; при паровому опалення можлива значна як вертикальна, так і горизонтальна протяжність.

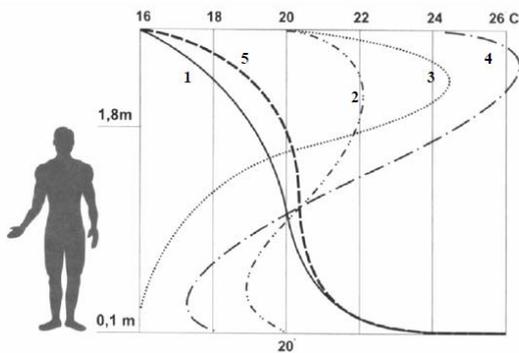


Рисунок 7.36 – Розподіл температур в приміщенні з підлоговим опаленням і з радіаторами: 1 – ідеальний профіль; 2 – радіатори, розташовані біля зовнішніх стін; 3 – радіатори, розташовані біля внутрішніх стін; 4 – повітряне опалення; 5 – підлогове опалення

На рис. 7.36 зображено розподіл температур в приміщенні. Як видно, до ідеального профілю найбільш наближена система панельно-променевого опалення, а друге місце займає система водяного опалення, коли радіатори розташовані біля зовнішніх стін. Повітряне опалення по розподілу температур в приміщенні для забезпечення комфорту людини має найбільш велику різницю з ідеальним профілем.

Система водяного опалення має значну теплову інерцію, особливо при масивних (бетонні панелі) та водосємних (радіатори) опалювальних приладах. Системи парового і повітряного опалення володіють малою інерцією.

Показники та властивості систем опалення, що описані вище, визначають область їх застосування. Система водяного опалення надійна та гігієнічно прийнята, одержала широке поширення, застосовується в громадських та промислових будівлях.

Можливість поєднання опалення і вентиляції в системах повітряного опалення сприяє поширенню використання повітряного опалення в промислових будівлях. Повітряне опалення використовується також для періодичного або чергового обігрівання приміщень громадських будівель.

Широко застосовуються газові та електричні підігрівальні установки. Великі запаси природного газу, значне зростання його видобутку та високе теплотворення сприяли розвитку опалення газовими приладами. Використанню електрики для опалення сприяє зниження капітальних витрат і порівнянна простота прокладання кабелів, незалежність дії одних електроопалювальних приладів від інших, їх незначна теплова інерція, широкий діапазон і зручність індивідуального регулювання теплопередачі в приміщенні.

Проведемо порівняння основних характеристик різного виду опалення для будівлі в 200 м² з середнім ступенем теплоізоляції. У табл. 7.4 наведена порівняльна таблиця основних характеристики використання газових котлів, котлів на рідкому паливі та електричних котлів. У табл. 7.5 наведено порівняння вартості опалення газовими котлами, котлами на рідкому паливі та електричними котлами.

Таблиця 7.4 – Порівняльна таблиця опалення приватного будинку на 200 м² різними видами опалення

	Газовий котел	Котел на рідкому паливі	Електричний котел
Опалювальна площа	200 м ²	200 м ²	200 м ²
Вартість установки	Середня	Середня	Низька
Джерело теплової енергії	Газ	Дизельне паливо	Електроенергія
Втрати енергоносія в місяць	1333 м ³	1200 л	8500 кВт/год
Витрати енергоносія в опалювальний сезон	8000 м ³	7200 л	51000 кВт/год
Строк експлуатації	До 20 років	До 20 років	До 30 років
Вибузонебезпечність	Висока	Висока	Відсутня
Екологічна небезпечність	Середня	Середня	Відсутня
Вимоги до вентиляції	Необхідна	Необхідна	Відсутні
Необхідність обслуговування	Регулярно	Регулярно	Періодично
Надійність	Висока	Висока	Дуже висока
Можливість охолодження приміщення	Відсутня	Відсутня	Відсутня
Потужність встановленого обладнання	18 кВт	18 кВт	18 кВт

Таблиця 7.5 – Порівняльна таблиця вартості опалення приватного будинку на 200 м² різними видами опалення

	Газовий котел	Котел на рідкому паливі	Електричний котел
Теплова продуктивність палива	9600 кВт · год	2,25 кВт · год	1
ККД	80	80	90
Ціна одиниці палива	8,550 грн/м ³	25 грн/л	1,68 грн.
Вартість опалення в місяць	24600 грн	30000 грн	15000 грн
Вартість опалення за опалювальний сезон	147600 грн	180000 грн	90000 грн

9.1. Види опалювальних приладів

Опалювальний прилад – це прилад для обігріву приміщення шляхом передачі тепла від теплоносія, що поступає від джерела тепла, у навколишнє середовище.

До опалювальних приладів як до обладнання, що встановлюється безпосередньо в приміщеннях, висувається ряд вимог:

1. Теплотехнічні:
 - Високе значення коефіцієнта теплопередачі опалювального приладу;
 - Габарити і форма опалювального приладу повинні сприяти більшій віддачі тепла.
2. Санітарно-гігієнічні:
 - Температура поверхні опалювального приладу повинна відповідати призначенню приміщення, в якому він встановлений (для житлового приміщення середня температура не повинна перевищувати 70-80 °С, для виробничих допускається вища)
 - Характер поверхні приладу не повинен сприяти відкладенню пилу;
 - Форма приладу повинна сприяти легкому очищенню всіх його частин від пилу.
3. Техніко-економічні:
 - Мала вартість приладу, а також матеріалів його виготовлення;
 - Мала маса і малі габарити при великій поверхні нагріву;
 - Великий термін служби;
 - Мінімальна витрата матеріалу.
4. Естетичні:
 - Повинен мати відповідний зовнішній вигляд;
 - Повинен відповідати інтер'єру приміщення.
5. Експлуатаційні:
 - Опалювальні прилади повинні пропорційно реагувати на автоматичну керуваність їх тепловіддачею;
 - Повинні забезпечувати авторитет теплоти у приміщенні;
 - Повинен бути довговічним, температуростійким.
6. Виробничо-монтажні:
 - Повинна забезпечуватись максимальна механізація робіт при виробництві та монтажу опалювальних приладів;
 - Опалювальні прилади повинні мати достатню механічну цінність.
7. Побутові:
 - Прилади можуть мати додаткове обладнання для задоволення потреб споживача – дзеркала, вішалки, зволожувачі повітря, тощо.

Зрозуміло, що ідеальних опалювальних приладів не існує. Тому в першу чергу звертають увагу на санітарно-гігієнічні і теплотехнічні вимоги.

Класифікація опалювальних приладів.

За **переважним видом тепловіддачі** всі опалювальні прилади розділяють на три групи:

1. *Радіаційні* – передають випромінюванням не менше 50% сумарного теплового потоку (сталеві бетонні опалювальні панелі та випромінювачі);

2. *Конвективно-радіаційні* – передають конвекцією від 50% до 75% сумарного теплового потоку (секційні та панельні радіатори, підлогові та стінові опалювальні панелі, гладко трубні опалювальні прилади);

3. *Конвективні* – передають конвекцією понад 75% загального теплового потоку (конвектори та ребристі труби).

За **характером зовнішньої поверхні** опалювальні прилади поділяються на [11]:

1. Гладкі (радіатори, панелі, гладкотрубні прилади);

2. Ребристі (конвектори, ребристі труби, калорифери).

За **матеріалом, що використовується** опалювальні прилади поділяються на:

1. Металеві (сірий чавун, сталь, алюміній, біметалічні);

2. Комбіновані (використовується теплопровідний матеріал – бетон, кераміка – в якій встановлюють сталеві або чавунні нагрівальні елементи);

3. Неметалеві (бетонні панельні радіатори, стельові та підлогові панелі).

За **величиною теплової інерції** опалювальні прилади класифікуються наступним чином:

1. Малої інерції – мають малу масу металу, валу водомісткість, високий коефіцієнт теплопровідності (конвектори, листові штамповані радіатори);

2. Високої інерції – мають велику масу матеріалу, великою водомісткістю, низький коефіцієнт теплопровідності (чавунні радіатори, підлогові та інші опалювальні панелі).

За **висотою** вертикальні опалювальні прилади розрізняють:

1. Високі (висота понад 650 мм);

2. Середні (висота від 400 до 650 мм);

3. Низькі (висота від 200 до 400 мм);

4. Плінтусні (до 200 мм).

За **будівельною глибиною**:

1. Малої глибини (до 120 мм);

2. Середньої (від 120 мм до 200 мм);

3. Великої (понад 200 мм).

Опалювальна панель (рис. 8.1) представляє собою бетонну плиту, в якій знаходяться опалювальні елементи – канали у формі «змійовика» або колонної форми з теплоносієм. Такий вид опалювальних приладів за перева-

жним видом тепловіддачі відноситься до радіаційних. Найчастіше всього канали для теплоносія утворюють сталі труби.



Рисунок 8.1 – Зовнішній вигляд опалювальних бетонних панелей

Оформлення труб в бетон дає суттєвий теплотехнічний ефект - збільшується теплопередача труб у порівнянні з відкрито прокладеними. Розміри панелей не регламентовані та визначаються в основному величиною втрати тепла приміщення, що опалюється та місцем установки. Так панелі, що встановлюються під вікнами, по довжині можуть перевищувати ширину віконного отвору не більше ніж на 200 мм в кожную сторону.

В залежності від місця розташування нагрівальних елементів та панелей опалення, такі опалювальні панелі отримують додаткові назви - перегородкові, ригельні, стельові, тощо (рис. 8.2).

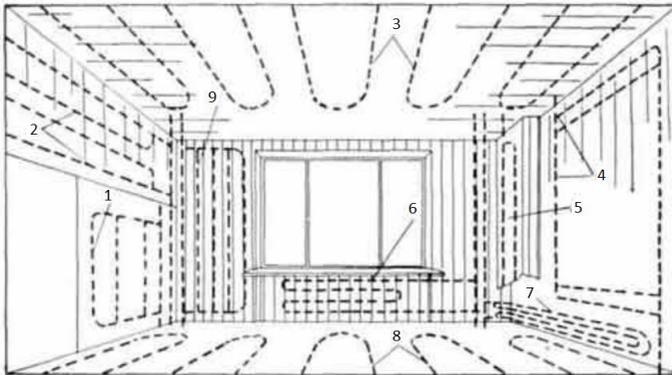


Рисунок 8.2 – Розміщення різних типів опалювальних панелей та нагрівальних елементів в огороженнях приміщення: 1 – перегородкове; 2 – ригельне; 3 – стельове; 4 – контурне; 5 – колонне; 6 – підвіконне; 7 – плінтусне; 8 – підлогове; 9 – настінне.

У системах панельного опалення будівель розрізняють дві конструкції панелей:

1. Суміщені – гріють панелі, що представляють собою одне ціле з огорожувальними конструкціями будівлі (канали для теплоносія влаштовують

у внутрішніх і зовнішніх панельних стінах, в несучих плитах перекриттів та сходових майданчиків при їх виготовленні);

2. Приставні – гріють бетонні панелі, виготовлені окремо і змонтовані поруч або у виїмках будівельних конструкцій.

Стельові і підлогові панелі використовуються за умови, що температура теплоносія підтримується на рівні до 55-60 °С. Така конструкція з невеликими відмінностями застосовується у багатьох європейських країнах (Англії, Франції, Швейцарії, Норвегії та ін.), забезпечує звукоізоляцію приміщень, має малу теплову інерцію.

Плінтусні опалювальні панелі, що замінюють собою плінтус, отримали поширення в магазинах, виставкових залах та інших подібних приміщеннях у країнах з помірним кліматом (США, Англії). У Радянському Союзі плінтусні нагрівальні панелі використовували для опалення дитячих установ.

Радіатор опалення – це конвективно-радіаційний опалювальний прилад, що складається з окремих, найчастіше колонного типу, елементів, які називають *секціями* з внутрішніми каналами, в яких циркулює теплоносій. Тепло від радіатора відводиться випромінюванням, конвекцією та теплопровідністю; частина тепла, що відводиться випромінюванням, збільшується при фарбування радіатора в темний колір.



Рисунок 8.3 – Зовнішній вигляд чавунного радіатора

Найчастіше як опалювальні прилади використовують **чавунні радіатори** (рис. 8.3). Чавунні секційні радіатори призначені для систем центрального опалення жилих, громадських та виробничих будівель з великою кількістю поверхів. Вони відрізняються значною тепловою потужністю на одиницю довжини приладу та, відповідно, компактністю. Чавунні радіатори також слабо сприймають погану якість теплоносія та стійкі до корозії.

За монтажною висотою чавунні радіатори поділяють на високі – 1000 мм, середні – 500 мм і низькі – 300 мм. Найчастіше використовують середні радіатори. Чавунні радіатори радянського виробництва маркувались саме по глибині секції: МС-140 (глибина секції 140 мм) та МС-90 (глибина секції 90 мм). Друга цифра в маркуванні чавунних радіаторів позначає міжосьову відстань. Тобто, МС-140 500 – глибина секції радіатора становить 140 мм, а міжосьова відстань – 500 мм.

Чавунні радіатори і на теперішній день знаходяться в оптимальному співвідношенні ціни та якості. До того ж серед сучасних радіаторів це єдиний вид, який може протистояти забрудненню та агресивним компонентам, що знаходяться в теплоносії. Робочий тиск секцій не більше 6-10 атм.

Слід відмітити також значну товщину стінки секцій. По-перше, це гарантія довгострокової експлуатації. По-друге, це можливість акумулювати тепло. Чавунні радіатори довго набирають температуру, але й довго вистигають, що є явною перевагою при збоях в подачі теплоносія.

Основну частину теплової енергії чавунні радіатори віддають методом випромінювання – потоки теплового повітря піднімаються догори, рівномірно обігриваючи простір приміщення.

Класичне місце розташування чавунних радіаторів – під вікном. Холодне повітря, яке проникає через щілини у вікнах торкається радіатора, нагрівається та піднімається догори, тим самим створюючи конвекцію.

Один із суттєвих недоліків чавунних радіаторів – це обмеженість їх дизайну. Якщо в приміщенні встановлені стандартні радіатори, але існує необхідність відкоригувати їх зовнішній вигляд таким чином, щоб вони не віділялись з загального інтер'єру, існує кілька шляхів вирішення цієї проблеми:

1. Встановити на радіатори декоративні решітки. Але ці дизайнерські елементи закривають частину площі тепловіддачі, що знижує її показник та напряму впливає на ефективність роботи системи.

2. Фарбування. Дуже поширений спосіб, негативною стороною якого є те, що дуже важко очистити площу між секціями радіатора та з часом, фарба може прийняти брудний вигляд.

3. Встановити нові моделі, наприклад, колонного типу (рис. 8.4).



Рисунок 8.4 – Зовнішній вигляд сучасних чавунних радіаторів

Більшість чавунних радіаторів – це секційні моделі. Це означає, що можна підібрати будь-яку теплову потужність в залежності від тепловитрат приміщення. Нарощування потужності відбувається по секціям.

Ще один вид – це цільноплитні радіатори. В них дуже висока надійність: протікання можливі лише у випадку руйнування чавуну, а це може статися через декілька десятків років. Але такий тип зустрічається досить рідко: в основному відливають дизайнерські моделі, моделі в стилі «ретро» або нестандартної висоти.

Секції чавунних радіаторів з'єднані між собою ніпелями, герметичність стиків забезпечується прокладками з термостійкої гуми. Ніпелі мають

різьбу зліва та справа, скручуються та розкручуються вони за допомогою спеціального монтажного ключа.

Існує три основних види кріплення чавунних радіаторів:

1. Кронштейни. Вони представляють собою вертикальну металічну планку із закріпленою на ній горизонтальною планкою. Остання в кінці має виймку для радіатора.

2. Крючки з дюбелями. На кінці крочків знаходиться різьба, завдяки якій опора вкручується в зафіксований у стіні дюбель.

3. Підлогове кріплення. Складається з основи, яка фіксується на підлозі за допомогою шурупів, горизонтального упору та фіксуючого елементу у вигляді дуги, виготовленої з сталевого дроту або з'єднувальних ланок. Кінці кожного фіксуючого елементу представляють собою болти з гайками. Деякі підлогові опори регулюються по висоті.

В залежності від місця кріплення чавунного радіатора, кількість тепловіддачі буде різною (рис. 8.5).

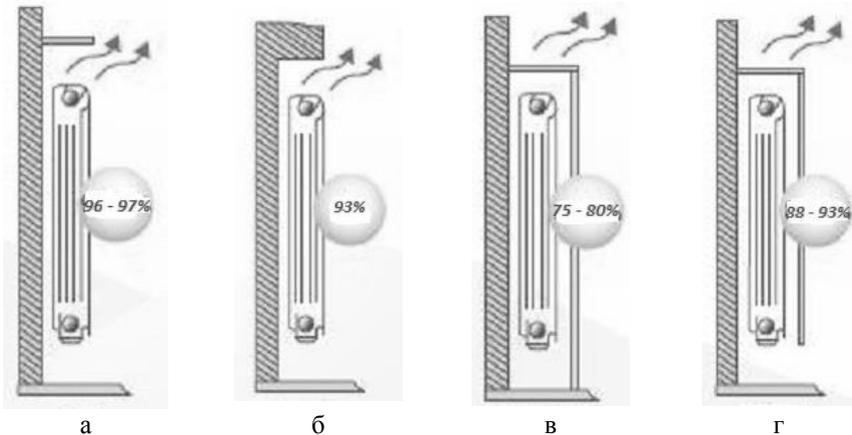


Рисунок 8.5 – Кількість тепловіддачі чавунного радіатора в залежності від місця його розташування: а – під підвіконням; б – в ніші; в – повністю закритий; г – частково закритий

Серед основних *переваг* чавунних радіаторів слід відмітити:

1. Тривалий строк служби – не менше 50 років;
2. Корозійна стійкість;
3. Налагодженість технології встановлення;
4. Простота зміни потужності приладу шляхом зміни кількості секцій.

До *недоліків* чавунних радіаторів відносяться:

1. Велика витрата матеріалу при виробництві;
2. Трудомісткість при виготовленні та монтажу;
3. Виробництво призводить до забруднення навколишнього середовища;

4. Невелика площа віддачі тепла та низька тепловіддача (на долю конвекції припадає всього 20%, невелике приміщення потребує 8-10 секцій);

5. При монтуванні чавунних радіаторів у великій будівлі необхідна кількість води в опалювальній системі може сягати декількох тон. Це потребує наявності труб великого діаметру.

6. За допомогою системи опалення чавунними радіаторами неможливо створити швидкий прогрів приміщень. До того ж, регулювати температурний режим всередині будівлі також достатньо важко.

Якщо розглядати опалювальні прилади з точки зору теплової інерційності (швидкості нагрівання та охолодження), то чавунні радіатори суттєво поступаються по швидкості нагрівання мідним та сталевим радіаторам (рис. 8.6).

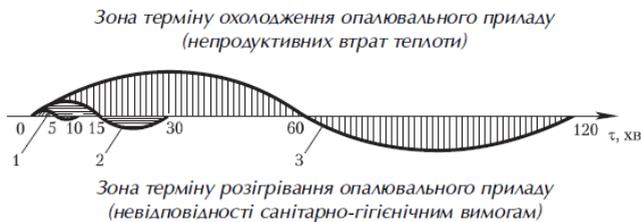


Рисунок 8.6 – Теплова інерційність опалювальних приладів:

1 – мідних; 2 – сталевих; 3 – чавунних



Рисунок 8.7 – Сталевий панельний радіатор

Сталеві панельні радіатори представляють собою прямокутну панель, яка складається з двох зварених разом сталевих листів з відштампованими заглибленнями, які при зварюванні утворюють канали для циркуляції теплоносія (рис. 8.7). Інколи для збільшення тепловіддачі до тильної сторони панелі приварюють П-подібні сталеві ребра. Декілька таких панелей можуть об'єднуватись в пакет та закриватися зверху та з боків декоративними планками.

Для виготовлення панелей використовується низьковуглецева сталь з підвищеною корозійною стійкістю. Поверхню сталі обезжирюють, насичують фосфатами, покривають порошковою емаллю та проводять процес термообробки.

У випадках, коли система опалення має пряме сполучення з атмосферою (наприклад, через відкритий розширювальний бак), ці радіатори схильні до корозії та їх термін служби може бути всього декілька років.

Оскільки сталь – матеріал не корозійностійкий, то панельні радіатори потребують обов'язкового фарбування. Більш того, основною причиною виходу з ладу панельних радіаторів є якраз неякісне фарбування, яке спочатку змінює колір, потім з'являється іржа. В такому випадку вже необхідно міняти радіатор.

Робочий тиск панельних радіаторів складає до 10 атм. Температура теплоносія – до 110 °С.

В залежності від типу підключення сталеві радіатори поділяються на:

- з універсальним підключенням;
- з нижнім підключенням;
- з боковим підключенням.

Панелі виготовляються різної висоти та ширини, що дозволяє створити прилад будь-якої теплової потужності. Панельні радіатори мають невелику глибину та невелику вагу, відповідно, їх теплова інерційність незначна. Площа поверхні нагрівання панелей достатньо велика та стимулює інтенсивний рух нагрітого повітря – частина теплового потоку, яка передається конвекцією, досягає 75%, що дозволяє віднести ці прилади до типу конвекторів.

Типорозміри у більшості панельних радіаторів однакові: висота – від 300 до 900 мм, довжина – від 300 мм до 3 м.

Існує 7 основних типів сталевих панельних радіаторів за профілем (рис. 6.8). При маркуванні перша цифра вказує на кількість панелей, друга – на кількість конвекторів.

1. Тип 10 (рис. 8.8, а).

Модель з однією нагрівальною панеллю, де відсутні як конвектори, так і захисні решітки. Такі радіатори найчастіше встановлюють в лікарнях та дитячих закладах. По причині відсутності конвекції вони не накопичують бруд та пил, а також легко очищаються.

2. Тип 11 (рис. 8.8, б).

Нагрівна панель одна, але вже присутні ребра, які сприяють більш швидкому нагріву. По причині наявності ребер трохи важче видаляти пил з поверхонь радіатора. Облицювальна решітка відсутня.

3. Тип 20 (рис. 8.8, в).

Має дві панелі, що забезпечує більш високу потужність приладу в порівнянні з попередніми. В даному типі присутній кожух з решітки для циркуляції повітря, але відсутні конвектори.

4. Тип 21 (рис. 8.8, г).

Також складається з двох панелей, на одній з яких вмонтовані ребра. Існує кожух, який закриває радіатор зверху.

5. Тип 22 (рис. 8.8, д).

Найбільш поширений в умовах сьогодення. Такий панельний радіатор має дві нагрівні панелі, на кожній з яких вмонтовані ребра. Ззовні радіатор захищений решіткою.

6. Тип 30 (рис. 8.8, ж).

Радіатор з трьома нагрівальними панелями, які захищені решіткою. Конвектори в цих моделях відсутні.

7. Тип 33 (рис. 8.8, з).

Найбільш потужна модель панельних сталевих радіаторів, яка складається з трьох нагрівальних панелей. На кожній з них вмонтований ряд ребер, а зверху радіатор захищений кожухом. Такий варіант має якісну тепловіддачу та швидко нагрівається, але в нього є суттєвий недолік – він моментально накопичує пил та потребує регулярного очищення, яка значно ускладнена формою приладу по причині наявності трьох ребер.

Потужність панельного радіатора залежить від типу та розмірів. По причині великої кількості варіантів, виробники складають таблиці, в які заносять експериментальні дані.

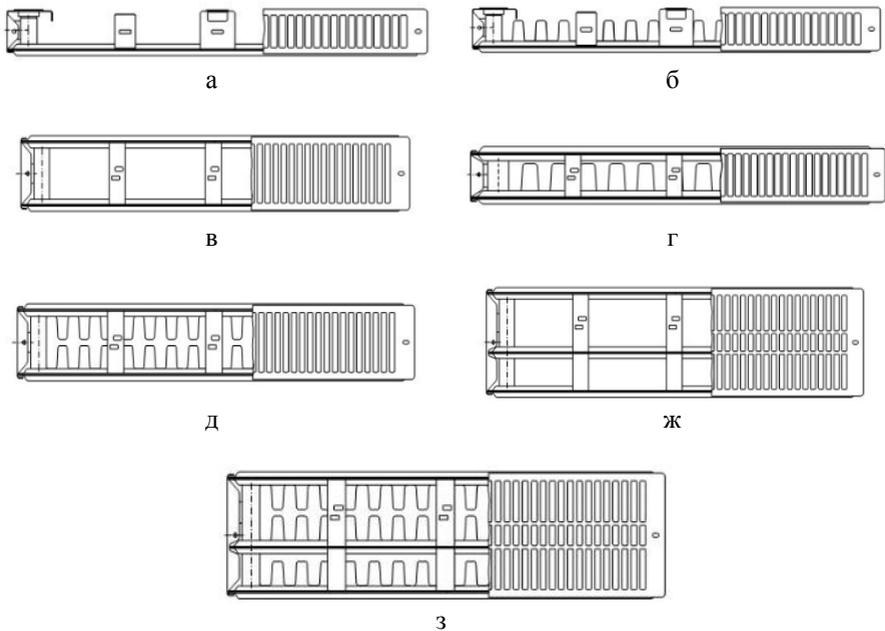


Рисунок 8.8 – Типи сталевих панельних радіаторів (вигляд зверху):

а – тип 10; б – тип 11; в – тип 20; г – тип 21;

д – тип 22; ж – тип 30; з – тип 33

Основні правила, якими слід керуватися при розрахунку необхідної потужності опалювальних приладів:

1. Для того, щоб знати необхідну потужність, треба помножити площу приміщення на 100 Вт;

2. Якщо в кімнаті 1 вікно та 2 зовнішні стіни, потужність слід збільшити на 20%;
3. Якщо 2 вікна та 2 зовнішні стіни – на 30%;
4. Якщо вікно виходить на північ та північний-схід – на 10%;
5. Якщо радіатор розташований в глибокій ніші – на 5%;
6. Якщо радіатор закритий суцільною панеллю з горизонтальними щілинами – на 15%.

Оскільки сталь підлягає корозії, всі виробники сталевих панельних радіаторів забороняють зливати воду з системи по завершенню опалювального сезону. При чому дуже негативний вплив мають короткострокові зливи води та заповнення системи: це практично ідеальні умови для корозії.

Також, заборонено включати металічні радіатори за допомогою кранів. Справа в тому, що при контакті сталі з водою відбуваються хімічні реакції з виділенням газів, саме тому на кожному радіаторі обов'язково встановлюється кран Маєвського.

Сталеві секційні радіатори (рис. 8.9) ззовні схожі на чавунні радіатори, але їх секції з'єднуються між собою не різьбовими ніпелями, а за допомогою точкового зварювання. Вони більш міцні та довговічні, крім того розраховані на робочий тиск від 10 до 16 атм.

Проте по причині особливостей технологій виробництва вартість таких радіаторів достатньо висока, що обумовлює їх відносно невисоку популярність.

Сталевий трубчастий радіатор (рис. 8.10) представляє собою зварну трубчасту конструкцію та має найвищу ціну. Вони випускають в розрахунку на робочий тиск до 10-15 атм. Зварні стики мінімізують можливість протікань, але недоліком таких радіаторів є мала товщина сталі (1 мм та менше).

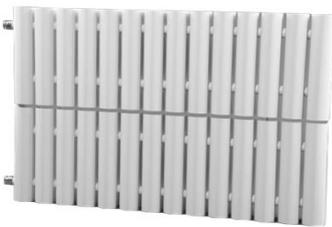


Рисунок 8.9 – Сталевий секційний радіатор



Рисунок 8.10 – Сталевий трубчастий радіатор

Переваги сталевих радіаторів:

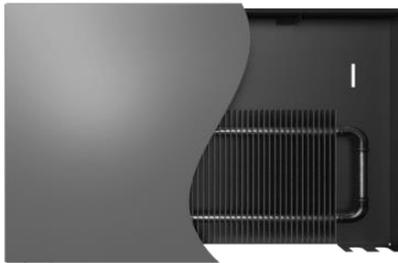
1. Дешевші за чавунні на 25-30%;
2. Вдвічі легші ніж чавунні радіатори;
3. Менші витрати на транспортування та монтаж;

4. Зручно влаштовувати відкритим чином під вікнами та біля стіни;
5. Цілісність конструкції, яка не потребує підготовки до моменту монтажу.

Недоліки сталевих радіаторів:

1. Застосування можливе лише у системах опалення, які використовують підготовлену теплофікаційну воду, яка має незначну корозійну дію;
2. Потребують спеціального антикорозійного покриття.

Мідні радіатори опалення (рис. 8.11) хоча й не відносяться до лідерів продажу, але вони рахуються найбільш ефективними, практичними та довговічними опалювальними приладами.



а



б

Рисунок 8.11 – Мідні радіатори опалення:
а – радіатор опалення в кожусі; б – трубний мідний радіатор

За видом прилади для водяного опалення з міді можна розділити на радіатори та конвектори. Стандартні радіатори нагрівають повітря за рахунок теплового випромінювання, а конвектори використовують в роботі природну циркуляцію повітряних мас. В останніх розробках радіаторів майже завжди застосовують принцип конвекції – це збільшує ефективність та швидкість нагріву приміщення, а також дозволяє знизити температуру теплоносія та зменшити витрати на газ та електрику.

Мідні радіатори опалення в кожусі (рис. 8.11, а) складаються з трубок та теплообмінних пластин. Принцип роботи приладів простий – розігріті теплоносієм труби нагрівають пластини, які, в свою чергу, нагрівають повітря оточуючого середовища. Така конструкція дозволяє виготовити радіатор будь-якої довжини та поєднує в собі одразу два підходи до опалення: випромінювання та конвекцію.

Мідний теплообмінник поміщають в декоративний кожух, що покращує циркуляцію повітря. Для виробництва кожухів найчастіше всього використовуються алюміній або сталь, але в останній час нерідко зустрічаються нестандартні рішення, наприклад натуральне дерево. Дерев'яні моделі дуже популярні в замських котеджах та в домах власників, які люблять екологічно чисті та натуральні матеріали.

Трубчасті мідні радіатори (рис. 8.11, б) складаються з горизонтальних або вертикальних трубок, з'єднаних між собою колекторами. Конструкція цього типу радіатора рівномірно розподіляє тепло, виключає можливість протікань, спрощує збірку та знижує можливість травмування. Після роботи дизайнерів гнучкі трубки можуть мати оригінальний вигляд, а інколи навіть опалювальний трубчастий радіатор оформляють у вигляді предмету інтер'єру.

Трубчасті радіатори складаються з однієї або декількох секцій – чим більше секцій, тим ефективніше працює прилад. Як і інші сучасні прилади, вони підтримують бокове, нижнє та діагональне підключення.

Міді не властива корозія, вона не підлягає хімічним реакціям та запобігає розмноженню мікроорганізмів. З часом на внутрішній поверхні мідних виробів утворюється тонкий захисний шар, який запобігає пошкодженню металу, але не знижує його теплопровідність та діаметр труб. Поверхня теплообмінників завжди залишається гладкою, без відкладень та накипу.

Мідні радіатори опалення перевершують всі інші радіатори по теплопровідності та ККД. Теплопровідність міді в 5 разів більша, ніж у чавуну та сталі, та в 4 рази більша, ніж в алюмінію.

Робочі характеристики приладів з міді дозволяють встановлювати їх в системах з автономним та центральним опаленням. Максимальна температура теплоносія в приладах може сягати 150 °С, а робочий тиск в системі може доходити до 16 атм. Мідні радіатори застосовують у водяному та паровому опаленні.

Опалювальна система з мідними радіаторами не піддається впливу гідроударів – м'якість металу сприяє рівномірному розподілу навантажень та запобігає розгерметизації. Блискучі поверхні не потребують фарбування – це спрощує догляд за радіаторами та підвищує тепловіддачу.

Ще одна перевага приладів з червоного металу – відносно легка вага, що полегшує монтаж та дозволяє кріпити елементи на перегородки з не дуже міцних матеріалів.

При всіх перевагах мідних радіаторів опалення є один суттєвий недолік – висока вартість приладу, це найбільш дорогий опалювальний прилад.

Мідні радіатори використовують в однотрубних та двотрубних системах опалення, вони підходять для установки в схемі з природною та примусовою циркуляцією, чудово працюють в сучасних низькотемпературних опалювальних системах та поєднуються з водонагрівними котлами будь-якого типу.

При монтажі системи з мідними радіаторами вкрай не рекомендується використовувати сталеві труби по ходу руху теплоносія – таке поєднання може стати причиною руйнівної електромеханічної реакції, результати якої наведені на рис. 8.12. Краще віддавати перевагу мідним трубам, але, якщо це неможливо, необхідно підібрати латунні фітинги для з'єднання різних металів.

Ідеальне місце для монтажу опалювального приладу – під віконним отвором. При такому розташуванні утворюється теплова завіса, яка відсікає

прохолодне повітря, що поступає з вулиці. Для того, щоб забезпечити нормальну циркуляцію теплого повітря, необхідно залишити між приладом та підвіконням відстань не менше 15 см та забезпечити невеликий проміжок між радіатором та стіною (не менше 3-5 см). Монтаж виконують за допомогою анкерних кріплень чи підпірних стійок.



Рисунок 8.12 – Результат поєднання мідних радіаторів та сталевих труб у системах водяного опалення

У всьому іншому установка системи опалення з мідними радіаторами нічим не відрізняється від монтажу будь-якої іншої водяної системи опалення.

Переваги мідних радіаторів:

1. Найвищий ККД та тепловіддача;
2. Невелика вага;
3. Найкращі робочі характеристики;
4. Корозійна стійкість та стійкість до гідроударів.

Недоліки мідних радіаторів:

1. Наддорожчий опалювальний прилад серед всіх існуючих;
2. Використання сталевих труб в системі з мідними радіаторами може призвести до їх швидкого руйнування (рис. 8.12).

Алюмінієві радіатори (рис. 8.13) на сьогоднішній день вважаються найбільш ефективними (якщо не враховувати мідні радіатори) з огляду на високу теплопровідність алюмінію та підвищену площу поверхні радіатора за рахунок виступів його ребер. Практично всі сучасні радіатори, розраховані для роботи в системах центрального опалення, мають робочий тиск більше 12 атм, а обпресувальні – більше 18 атм.

Алюміній є активним металом, і якщо пошкоджена оксидна плівка, що покриває його поверхню, то при контакті з водою вона розпадається з виділенням водню. Якщо опалювальний прилад герметично закритий, зростаючий тиск газу може призвести до розриву радіатора. Це явище намагаються усунути за допомогою нанесення полімерного покриття поверхні, які контактують з водою, що також покращує антикорозійні властивості. Крім того, це зменшує гідродинамічний опір, запобігає утворенню засмічень та налипань.

У випадку, якщо радіатор не має внутрішнього полімерного покриття, перекривати кран на трубах подачі забороняється.

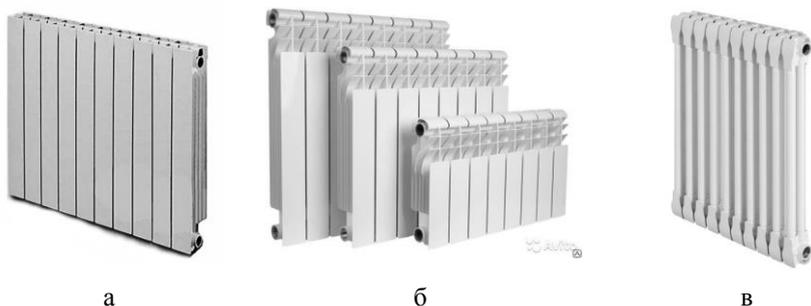


Рисунок 8.13 – Алюмінієві радіатори:
а – панельний; б – секційний; в – трубчастий

Алюмінієві радіатори більше всього підходять для автономних систем опалення в приватних будинках та котеджах. Справа в тому, що в радіаторах такого типу слід використовувати підготовлену воду, саме тому спеціалісти не рекомендують використовувати такі радіатори для центральних систем опалення. В якості теплоносія в таких радіаторах може використовуватись як вода, так і рідини, що не замерзають. У порівнянні з сталевими та біметалічними радіаторами, алюмінієві суттєво переважають за параметрами легкості, міцності та тепловіддачі.

Цільні (панельні) алюмінієві радіатори (рис. 8.13, а) конструктивно складаються з профілю та з'єднаних між собою зварювання. Алюміній, що використовується в таких радіаторах не потребує жодних добавок, а тому зберігає свою пластичність. Відповідно, зовнішні ударні впливи та внутрішні гідроудари не викликають сколів ребер та розтріскувань таких радіаторів. Відсутність міжсекційних прокладок в таких радіаторах надає їм міцності та надійності, а при наявності внутрішнього полімерного покриття їх довговічність зростає приблизно до довговічності чавунних радіаторів (декілька десятків років). Але, оскільки їх конструкція нерозбірна, унеможливило збільшення потужності опалювального приладу за рахунок нарощення в процесі експлуатації.

Недоліків у панельних алюмінієвих радіаторів більше, ніж переваг. Крім досить низької вартості вони не мають явних переваг у порівнянні з секційними радіаторами, що пов'язане з особливістю їх виготовлення. Для панелей використовується вторинний алюміній, але їх слабким місцем є зварні шви. Деякі виробники для зниження вартості використовують для з'єднання двох листів алюмінію в панель композитний клей, внаслідок чого можуть виникнути протікання при збільшенні навантаження на радіатор. Крім того, у панельних радіаторів відсутня можливість їх розібрати – якщо виникла поломка, необхідно буде міняти всю конструкцію.

Секційні алюмінієві радіатори (рис. 8.13, б) конструктивно складаються з секцій, виготовлених литтям під тиском, які з'єднуються між собою за допомогою різьбових з'єднувальних елементів (ніпелів). Міжсекційне з'єднання герметизується за допомогою прокладок виготовлених з пароніту, високотемпературного силікону або інших матеріалів. Секційність надає можливість нарощувати радіатор в процесі експлуатації або замінити пошкоджену секцію, але наявність міжсекційних з'єднань негативно впливає на надійність. Крім того, внутрішня поверхня секцій відрізняється високими показниками шорсткості.

В основному секційні радіатори виготовляються у кількості 10 секцій, але деякі виробники пропонують від 3 до 15 секцій. Однак, не слід встановлювати в єдиний блок радіатора більше 15 секцій – для обігріву великих площ краще встановити два радіатора.

Технічні характеристики алюмінієвих радіаторів:

- максимальний робочий тиск 6-16 атм (інколи до 24);
- теплова потужність – 82-212 Вт;
- вага однієї секції – 1-1,6 кг;
- максимальна температура теплоносія 110 °С;
- об'єм води в одній секції – 0,25-0,46 л;
- гарантійний строк служби 10-20 років.

Відстань між осями радіатора може варіюватися від 200 до 800 мм (рис. 6.14), але стандартними розмірами є 200, 350 та 500 мм. При установці радіатора необхідно враховувати мінімальні відстані від стін, підвіконня та підлоги для забезпечення циркуляції теплого повітря. Такі відстані повинні бути:

- до підвіконня – не менше 10 см;
- до підлоги – не менше 10 см;
- від стіни до радіатора – не менше 3 см.



Рисунок 8.14 – Міжосьова відстань алюмінієвого радіатора

Встановлювати алюмінієві радіатори слід лише в тих випадках, коли pH теплоносія в системі не нижче 6,5 (оптимальне значення від 7 до 8). Будь-який радіатор, виготовлений навіть з алюмінію найвищої якості буде руйнуватися в умовах кислого середовища.

Слід враховувати, що половина тепла, яке передають алюмінієві радіатори – це теплові промені. Тепло, яке залишилось (конвекційне), утворюється при русі повітряних шарів від нижньої частини радіатора догори (рис. 8.15). Коefіцієнт тепловіддачі від секції алюмінієвого радіатора становить від 100 до 150 Ватт. Слід враховувати, що висока тепловіддача відповідає меншій тепловій інерції радіаторів.



Рисунок 8.15 – Схема руху теплого повітря в приміщенні

До *переваг* алюмінієвих радіаторів відносяться:

- невелика вага та розміри;
- високий робочий тиск;
- має в наявності регулятор для управління температурою;
- високий рівень тепловіддачі (в 4 рази більший, ніж в чавунних);
- витримують високий тиск та гідроудари централізованої системи

опалення;

- легко витримують температурне нагрівання теплоносія до 110 °С;
- велика площа перетину між колекторних трубок.

Суттєві *недоліки* алюмінієвих радіаторів:

- при довготривалому використанні або теплоносії повинен бути чистим, або на вході в систему повинен бути встановлений фільтр;
- конвекційна віддача тепла достатньо мала;
- можливе утворення газів;
- тепло поширюється достатньо нерівномірно, в основному зосереджується в ребристій поверхні секцій;
- можливий витік води на міжсекційних стиках;
- корозія алюмінію у водяному середовищі, яка особливо прискорюється при контактні двох різнорідних матеріалів.

Мідно-алюмінієві радіатори (рис. 8.16) відносяться до опалювальних приладів конвекційного типу, тобто повітря нагрівається при проходженні між нагрівальними ребрами (пластинами, ламелями) та піднімається догори. Використовуються в системах з пластиковими, металопластиковими та мідними трубами, а за наявності перехідників – із сталевими трубами.

Внутрішній теплообмінник мідно-алюмінієвого радіатора виготовлений з мідних труб. Конструкція теплообмінника наступна (рис. 8.16, б): мідні горизонтальні трубки з'єднані вертикальними колекторами з обох сторін приладу. Якість, крок, розмір мідних трубок визначає теплову потужність радіатора. На горизонтальні трубки напресовані пластини (ламелі) з алюмінію, які збільшують площу теплообміну. Теплообмінник може знаходитись

всередині кожуха, виготовленого з тонколистового алюмінію або ламелі вигинаються та нашаровуються одна на одну, створюючи зовнішню поверхню. Верхня частина радіатора закрита решіткою, яка забезпечує необхідне проходження повітря знизу догори всередині радіатора, захищає теплообмінник від потрапляння сторонніх предметів, дозволяє легко провести очищення приладу.

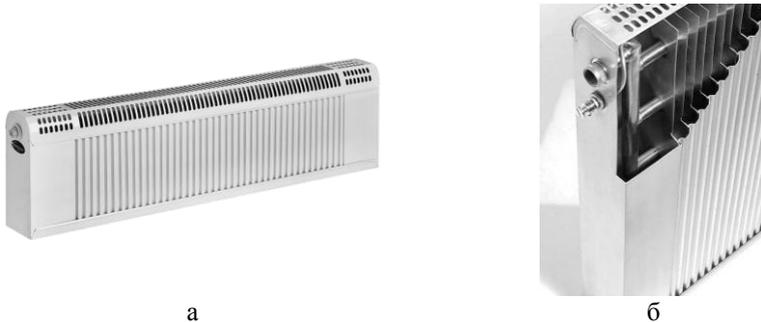


Рисунок 8.16 – Мідно-алюмінієвий радіатор:
а – зовнішній вигляд; б – в розрізі

На відміну від алюмінієвих або біметалічних радіаторів, які можна підключати будь-яким способом (збоку, знизу, по діагоналі), мідно-алюмінієві радіатори випускаються серіями з певним способом підключення. Наприклад, у приладів РОСС (м. Харків), позначення РБ – це радіатор з боковим підключенням, РБД – з боковим діагональним, РНБ – з нижнім боковим, РНЦ – з нижнім центральним.

Як правило, виробники мідно-алюмінієвих радіаторів комплектують їх краном Масвського, а з нижнім підключенням радіатор додатково комплектується термостатичним вентилем під термоголовку або ручне управління.

Головний *недолік* мідно-алюмінієвого радіатора – вартість. Він набагато дорожчий, ніж прилад з алюмінію чи сталі. Але *перевага* у мідно-алюмінієвих радіаторів набагато більше:

- передача 80-90% тепла конвекцією сприяє швидкому прогріву приміщення та покращенню повітрообміну, зниженню вологості;
- мінімальний нагрів поверхні за радіатором, завдяки цільній конструкції в єдиному кожусі;
- висока енергоефективність завдяки малому об'єму теплоносія в приладі та високій швидкості тепловіддачі;
- якісно забирають та віддають тепло навіть при низькотемпературному опаленні (близько 40-50 °С);
- вільно витримують тиск до 16 атм;
- невелика вага мідно-алюмінієвих радіаторів дозволяє монтувати його на тонкостінні матеріали (наприклад, гіпсокартон);

- використання міді для транспортування теплоносія значно підвищує корозійну стійкість приладів, дозволяє експлуатувати їх в автономних та центральних системах опалення, зливати теплоносія на любий період;
- радіатори можуть експлуатуватися в місцях з підвищеною вологістю (бані, сауни, басейни, авто мийки);
- травмобезпечні;
- підходять як для двотрубних, так і для однотрубних систем опалення;
- мають сучасний дизайн;
- строк служби не менше 40 років.

Біметалеві радіатори (рис. 8.17) відрізняються від алюмінієвих наявністю сталевих внутрішніх елементів. Конструкція цих радіаторів така, що запас міцності перевищує всі можливі тиски в системі багаторазово (тиск руйнування складає приблизно 100 атм), контакт теплоносія з алюмінієм практично зведений до нуля. Єдиним недоліком можна вважати тільки високу вартість серед радіаторів.

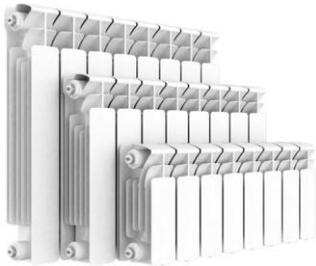


Рисунок 8.17 – Біметалеві радіатори

Ідея біметалевого радіатора полягає в тому, що із зовнішньої сторони тепло розсіює матеріал з більшою тепловіддачею, а з теплоносієм контактує матеріал, який більш стійкий до корозії. Стики металічних шарів герметизуються для того, щоб звести ризик протікання до нуля.

В біметалевих радіаторів опалення гарний дизайн зовнішньої конструкції властива висока тепловіддача, метод лиття під тиском підвищує міцність, фарбування білою порошковою емаллю надає радіатору бездоганного зовнішнього вигляду, гладкості та блиску кожної секції радіатора.

Внутрішній каркас в першу чергу відповідає за надійність приладу, впливає на стабільну роботу та тривалий термін служби.

В основному у виробництві біметалевих радіаторів застосовується сталь та алюміній. Ключовою відмінністю є внутрішня конструкція такого радіатора. Розрізняють два основних типи радіаторів: повнобіметалеві та неповнобіметалеві.

Повнобіметалевий радіатор представляє собою каркас з вертикальних сталевих трубок та горизонтальних сталевих колекторів, з'єднаних між собою та залитих алюмінієвою оболонкою по технології лиття під тиском. Головною перевагою даного типу радіатору є те, що повністю виключена можливість контакту теплоносія з алюмінієм.

Неповнобіметалеві радіатори відрізняються тим, що в них із сталі виготовлений тільки вертикальний водопровідний канал. Це дозволяє вирішити

проблему роботи з надлишковим тиском, але не вирішує проблему корозії алюмінію при агресивному теплоносії, оскільки горизонтальні колектори виготовлені з алюмінію та знаходяться в постійному контакті з теплоносієм. За цією технологією виготовляється більшість біметалевих радіаторів.

Існують біметалеві радіатори, при виготовленні яких використовуються алюміній та мідь. Такий радіатор представляє собою змійовик із міді, розміщений всередині алюмінієвого корпусу. Вони можуть витримувати робочий тиск до 40 атм. Мідь має більш високу теплопровідність, ніж сталь та не підлягає корозії. По цій причині такі радіатори більш універсальні, але їх вартість вища.

По причині того, що біметалеві радіатори витримують високий робочий тиск, у високо поверхових будівлях встановлюють саме такий вид радіаторів. Високий робочий тиск впливає на навантаження кожного елементу системи опалення та може стати руйнівальним фактором. В індивідуальній системі опалення для підвищення ККД та економії енергії температура води як теплоносія не повинна перевищувати 50-70 °С. Головний спосіб збільшення температури повітря є збільшення кількості секцій в радіаторах.

Робочі характеристики біметалевим радіаторів наступні:

- тепловіддача однієї секції біметалевого радіатора становить від 190 Вт;
- витримує робочий тиск від 35 атм;
- одна секція вміщує 0,16-0,18 л теплоносія;
- допустиме значення pH становить від 6,5 до 9;
- термін служби – 25 років;
- товщина сталевих вкладок – 1,5-2 мм;
- малі габарити різної форми та дизайну;
- вага однієї секції 1,5-2 кг.

В табл. 8.1. наведені робочі характеристики біметалевих радіаторів деяких виробників.

Переваги біметалевих радіаторів полягають в наступному:

- можливість експлуатації з будь-якими теплоносіями, тобто використання в приміщеннях будь-якого призначення;
- висока тепловіддача за рахунок алюмінієвої частини;
- простота монтажу;
- точність геометричних параметрів, яка не властива чавунним радіаторам;
- біметалічні радіатори мають меншу кількість виступів, ніж чавунні, тобто, вони менш травмонебезпечні;
- можливість встановлювати термостатичні вентилі для регулювання та контролю температури в приміщенні;
- довговічність та довготривалий строк експлуатації без ремонту.

Таблиця 8.1 – Робочі характеристики біметалевих радіаторів

Торгова марка	Назва	Відстань між осями, мм	Розміри В/Ш/Г, мм	Макс. робочий тиск, атм	Теплова потужність, Вт	Ціна, грн..	Об'єм води в секції, л	Вага, кг	Максимально допустима температура теплоносія, °С	Гарантія, років	Виробник
	STYLE 350	350	425/80/80	35	125	155	0,16	1,56	110	10	Італія
	STYLE 500	500	575/80/80	35	168	155	0,2	1,97	110	10	Італія
	STYLE PLUS 350	350	425/80/35	35	140	165	0,17	1,5	110	10	Італія
	STYLE PLUS 500	500	575/80/95	35	185	165	0,19	1,94	110	10	Італія
	TENRAD 350	350	400/80/77	24	120	85	0,15	1,22	120	10	Німеччина
	TENRAD 500	500	550/80/77	24	161	85	0,22	1,45	120	10	Німеччина
	АЛЬТЕРМО ЛРБ	350	575/82/80	18	169	94	0,15	2,5	130	5	Україна
	АЛЬТЕРМО РІО	500	570/82/80	18	166	90	0,15	2,0	130	5	Україна
	GRANDINI 350	350	430/80/82	16	130	90	0,26	1,55	120	5	Китай
	GRANDINI 500	500	580/80/80	16	167	106	0,38	1,85	120	5	Китай

Ребристі труби (рис. 8.18) застосовуються багато десятків років та не втратили затребуваності на ринку і в сьогодення. У цього обладнання є свої конструктивні особливості, які обумовлюють їх використання, тому в системах опалення приватного будинку або котеджу вони майже не зустрічаються, але для обігріву приміщень виробничого характеру вони достатньо широко застосовуються.

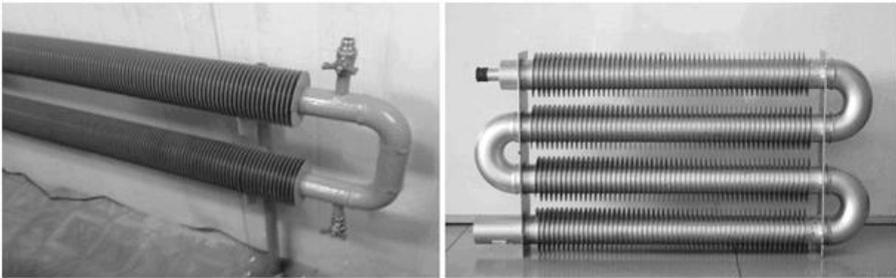


Рисунок 8.18 – Ребристі труби опалення: а – ребриста труба; б – змійовик

Трубний матеріал в системах опалення використовується не тільки при монтажі трубопроводу опалення, але і в якості радіаторів. Для того, щоб підвищити ефективність такої системи, в контур опалення врізається ділянка труби великого діаметру (рис. 8.18, а) або фігурного виконання у вигляді змійовика (рис. 8.18, б), що збільшує площу тепловіддачі.

Таким чином, ребристі труби опалення представляють собою трубний фрагмент певної довжини (несучу трубу) з поперечними (інколи повздовжніми) зовнішніми ребрами, розташованими з певним кроком. Елемент трубопроводу з ребрами обладнується вхідними та вихідними патрубками для підключення до опалювальної системи. Патрубки такого радіатора можуть бути з різьбою, гладкою поверхнею або фланцем.

В залежності від матеріалу виготовлення, нарощування ребер виконується різними способами, але ціль цієї операції одна – покращити теплообмін між трубопроводом опалення та навколишнім середовищем за рахунок збільшення площі їх доторкання.

Трубні елементи опалення ребристого виконання *виготовляються з наступних металів:*

- чавун (з додаванням магнію та церію);
- сталь;
- нержавіюча сталь;
- мідь;
- латунь;
- алюміній.

За структурою конструкції ребристі труби поділяються на:

- монометалічні – цільні вироби, які виготовляються шляхом виливання або виточування із заготовки;
- біметалічні – вироби, зібрані з труби та ребер.

До монометалічних виробів відносяться чавунні ребристі труби, а також мідні та алюмінієві вироби, на яких ребра формуються видавлюванням або прокаткою на станку.

Біметалічний виріб представляє собою внутрішню несучу трубу, виготовлену з нержавіючої сталі або латуні, на якій розташовані повздовжні або поперечні мідні або алюмінієві ребра.

При виготовлення біметалевим ребристих труб компоновка матеріалів може бути наступною:

- сталь + алюміній;
- алюміній + алюміній;
- латунь + алюміній.

Оскільки чавун – метал міцний та довговічний, з високою теплопровідністю, тому в системах опалення найбільш поширені самі чавунні ребристі труби, які характеризуються наступними технічними характеристиками:

- внутрішній діаметр – від 32 до 70 мм;
- зовнішній діаметр (з ребрами) – 175 мм;
- робоча температура експлуатації – до 90 °С (при короткочасній дії – до 150 °С);
- робочий тиск теплоносія в системі – 1,0 МПа.

Форма виконання ребер може бути круглою (рис. 8.19, а) та прямокутною (рис. 8.19, б). Прямокутний формат ребристих труб опалення більш ефективний по причині більшої площі поверхні тепловіддачі.

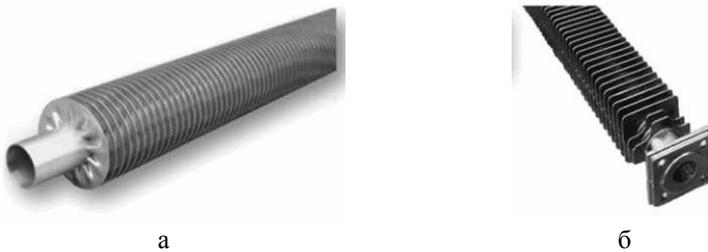


Рисунок 8.19 – Форми ребристих труб: а – кругла; б - прямокутна

Чавунні радіатори з ребрами по причині великої ваги та невисокого рівня естетичності використовуються в основному при паровому або водяному опаленні виробничих цехів, складських приміщень, тваринних комплексів та других об'єктів з великою площею. При цьому одиночне використання такого обладнання не ефективне і елементи встановлюються секціями з декількох гладкотрубних радіаторів (рис. 8.20). Такі реєстри опалення з ребристою тру-

би збільшують інтенсивність обігріву приміщення в декілька разів, але при цьому потребують значної площі для установки. На рис. 8.21 показано типи з'єднань регістрів опалення.



Рисунок 8.20 – Регістр опалення

Якщо мова йде про поширення матеріалів, то найбільш поширеним (крім чавуну) матеріалом для **регістрів опалення** є сталь. Сталь має не найкращу тепловіддачу, але це компенсується невисокою ціною, легкістю в обробці, доступністю та великим вибором типорозмірів.

Дуже рідко зустрічаються регістри опалення, виготовлені з нержавіючої сталі. Інколи виготовляють мідні регістри опалення – вони використовуються в системах опалення, де розведення труб виконане з міді.

Мідь відрізняється високою тепловіддачею (в 4 рази більша, ніж у сталі), тому і розміри в них бувають набагато менші (як по довжині, так і по діаметру труб).

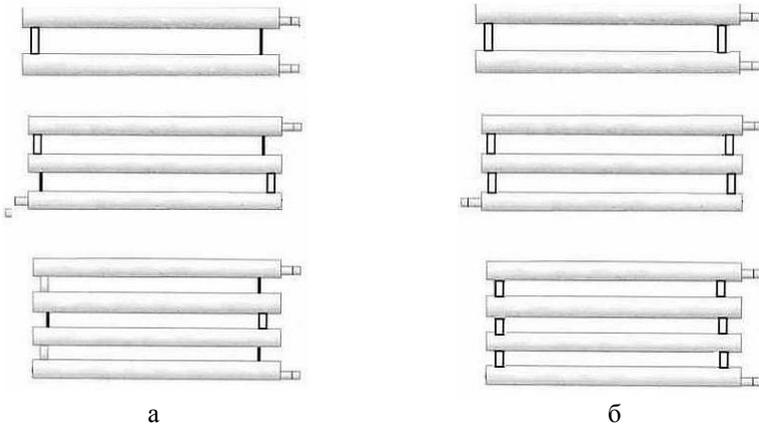


Рисунок 8.21 – Типи з'єднань регістрів опалення: а – «нитка»; б – «колонка»

Будь-який тип регістрів може використовуватись для любого типу системи опалення: з однотрубним або двотрубним розведенням, з вертикальним або горизонтальним типом подачі.

В силу значної ваги, до регістрів опалення пред'являють підвищенні вимоги до основи. Несуча здатність стін (при настінному кріпленні радіаторів) та міцність кронштейнів повинні бути високими, а закладання крон-

штейнів в основу – надійними. При підлоговому виконанні до приладу знизу повинні бути приварені опори. Якщо підлога представляє собою дерев'яний настил, то в ній встановлюються прорізи для того, щоб опори радіатора не розташовувались на несучій плиті перекриття.

До *переваг* використання чавунних ребристих труб як опалювальних приладів відносяться:

- герметичність корпуса;
- велика площа тепловіддачі;
- висока теплопровідність;
- надійність;
- довговічність (100 років і більше);
- нейтральність до будь-якого виду корозії;
- доступна вартість.

Але при цьому *недоліки*:

- значна вага;
- низька стійкість до ударних впливів;
- важкість утримання в чистоті (пил накопичується на та поміж ребрами, погана доступність площі для фарбування);
- великі габарити.

Масляний обігрівач (рис. 8.22) – це побутовий електроприлад, який слугує для опалення приміщень та має проміжний теплоносій (мінеральне масло). Температура зовнішньої поверхні радіаторів, через яку вони віддають тепло, не повинна перевищувати 100-110 °С, середня температура найчастіше становить 85-95 °С. Час нагрівання після підключення складає 25-35 хвилин. Радіатори, наповнені маслом, можуть мати різну потужність, конструкцію, розміри та додаткове обладнання.



а



б

Рисунок 8.22 – Види масляних радіаторів: а – панельний; б - секційний

Існує два основних типи конструкцій масляних панельних радіаторів:

1. Панельний – з резервуаром для масла у вигляді плоскої панелі (рис. 8.22, а);

2. Секційний – з резервуаром з однотипних секцій із загальним електричним нагрівальним елементом (рис. 8.22, б).

Основна перевага секційних радіаторів полягає у великій робочій поверхні при тих самих розмірах, а панельних в тому, що при розміщенні вздовж стін, він займає вдвічі менше простору.

За способом контролю та регулювання нагрівання розрізняють наступні маслonaповнені електрорадіатори:

- які підтримують встановлену температуру повітря;
- які підтримують встановлену потужність.

Елементи конструкції масляного обігрівача:

1. Резервуар з мінеральним маслом;
2. Трубчастий електронагрівач, призначений для нагрівання масла в резервуарі;
3. Клапан безпеки, яки захищає корпус від пошкодження у випадку перегріву;
4. Термостат;
5. Сигнальна лампа, яка сигналізує про включення;
6. Перемикач режимів роботи.

Режим роботи масляних радіаторів може встановлюватись зміною потужності або періодичним виключенням. Радіатори з періодичним виключенням в основному мають другу сигнальну лампу, яка запалюється в активній фазі роботи обігрівача.

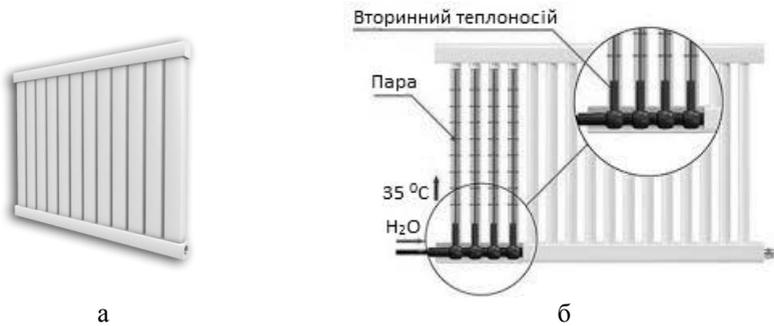
Інколи масляні обігрівачі можуть мати засоби для кріплення до стіни або для транспортування (ручки для переноски або роликові опори).

Масляні радіатори за рахунок використання проміжного теплоносія мають суттєво меншу температуру відкритих деталей, ніж обігрівачі прямої дії, що знижує ризик опіків та виникнення пожежі. Але масло, залите в нагрівач пожежонебезпечно, а його пари та краплі в суміші з повітрям вибухонебезпечні. При неправильній експлуатації або аварії (перегрів, коротке замикання або дуговий розряд всередині масляного резервуару) може виникнути пожежа або вибух із розбризкуванням крапель масла, яке горить. Ведучі виробники масляних обігрівачів проводять роботи по зниженню горючості масла та можливості його загорання.

В основі енергоефективної роботи **теплоконтурного радіатора** (рис. 8.23) лежить принцип парового опалення. Висока ефективність опалення парою є загальновідомим фактором, саме парове опалення використовується вже понад 100 років.

При виготовленні енергоефективного теплоконтурного радіатора вдалося зберегти всі переваги парового опалення та позбутись всіх його недоліків. Теплоконтурний радіатор представляє собою металічну герметичну конструкцію, принцип роботи якої заснований на використанні енергії фазового переходу пара – рідина, пар з більшою швидкістю поширюється по всьому об'єму радіатора, конденсується на внутрішній поверхні, передаючи при цьому свою енергію, тим самим швидко та рівномірно нагріваючи весь

радіатор. Теплоконтурні радіатори мають рівномірну площу нагрівання, при цьому повністю відсутні холодні зони.



а
Рисунок 8.23 – Теплоконтурний радіатор:
а – зовнішній вигляд; б - принципова схема

В традиційних сталевих та алюмінієвих радіаторах різниця температур теплоносія на вході та виході в прилад складає приблизно 10-15 °С, що обумовлене теплоємністю теплоносія, а також швидкістю його руху в радіаторі опалення. Для того, щоб радіатор розвинув теплову потужність, нагріта генератором тепла вода, або будь-який інший теплоносій, повинна вистигнути та пройти через нього, віддати деяку частину енергії в опалювальне приміщення.

Робочі характеристики теплоконтурних радіаторів:

1. Максимальний робочий тиск – 25 атм.
2. Максимальний тиск пари вторинного теплоносія – 3 атм.
3. Максимальна робоча температура – 120 °С.
4. pH теплоносія – 6,5 – 10,5.

Конвектор (рис. 8.24) – це опалювальний прилад, в якому тепло від теплоносія або нагрівального елемента передається в опалювальне приміщення способом конвекції. Природна конвекція, при якій повітря, вже нагрітий контактом з теплоносієм або нагрівальним елементом, піднімається догори, а його місце займає більш холодне повітря приміщення, посилюється конвектором.

Конвектори для центрального опалення представляють собою відкриті для проникнення повітря прилади з дуже гарячим нагрівальним елементом. Повітря, доторкаючись до цього джерела тепла, достатньо швидко нагрівається.

В деяких випадках конвектор оснащений спеціальним захисним екраном, який дозволяє задати потоку теплого повітря певний напрямок. Окремі моделі конвекторів оснащені спеціальним вентилятором. Конвектори опалення з вентилятором за його допомогою значно прискорюють циркуляцію повітря в приміщенні.

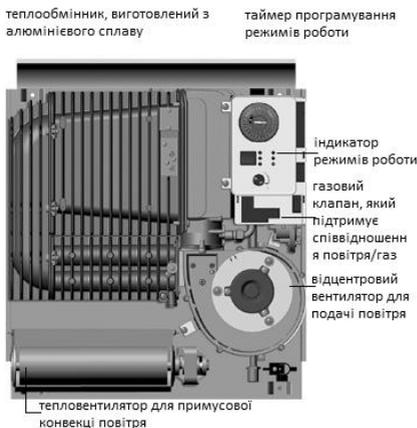


Рисунок 8.24 – Складові частини конвектора

За принципом циркуляції повітря:

- з природною циркуляцією;
- з примусовою циркуляцією.

Підлогові види конвекторів опалення (рис. 8.25, а) – це достатньо зручне рішення. Основна їх перевага полягає в мобільності, оскільки за необхідності, прилад можна розмістити в другому приміщенні. Серед недоліків слід відмітити шнур електроживлення, який негативно впливає на зручність та зовнішній вигляд приміщення.

Найбільш поширеним видом є настінні конвектори опалення (рис. 8.25, б). Їх перевага полягає в невеликій товщині, такий конвектор можна встановлювати від вікном, що створить надійний захист від проникнення в приміщення холодного повітря. Настінні конвектори відрізняються привабливим дизайном – вони практично непомітні та не псують загальний вигляд приміщення.

Вбудовані конвектори (наприклад, в плінтус або в підлогу) опалення (рис. 8.25, в) – це ідеальне рішення для великих приміщень. В них не вигідно встановлювати настінні конвектори, оскільки вони не зможуть прогріти достатньо велику площу.

Перевагою вбудованих конвекторів є те, що їх можна прокласти в підлогу в будь-якій частині кімнати, тоді вони зможуть забезпечити надійне опалення приміщення. Єдина незручність полягає в тому, що планування такої системи опалення виконується ще на етапі проектування будинку, оскільки в підлозі повинні бути спеціально підготовлені ніші для конвекторів, а також канали, в яких необхідно прокласти трубопровід, що подаватиме гарячий теплоносій.

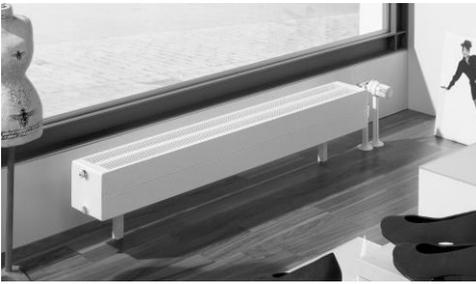
Для прискорення прогріву великого приміщення вбудованим конвектором нерідко використовують прилад, який оснащений потужним вентиля-

Як і будь-який інший опалювальний прилад, типи конвекторів класифікуються з врахуванням різних їх характеристик. Наприклад, за *типом монтажу* конвектори поділяють на:

- настінні (горизонтальні та вертикальні);
- підлогові;
- стельові;
- вбудовані.

За *принципом нагрівання* конвектори бувають водяні, газові, електричні та інфрачервоні.

тором. За допомогою такого приладу циркуляція повітря здійснюється набагато швидше.



а



б



в



г

Рисунок 8.25 – Види конвекторів за типом монтажу:

а – підлоговий; б – настінний; в – вбудований; г – стельовий

Електричні конвектори – це найбільш простий та швидкий спосіб влаштувати систему опалення, оскільки для її функціонування немає необхідності прокладати труби, підбирати котел опалення, тощо. Використання таких електроконвекторів можливе в будь-якому будинку, в якому є доступ до електромережі. Але, не дивлячись на простоту використання, експлуатація конвекторів даного типу потребує жорсткого дотримання правил безпеки.

Конвектори з примусовою циркуляцією повітря – це конвектори, в яких додатково встановлений потужний вентилятор. Існує два основних призначення даного елемента в конвекторі:

- більш активна циркуляція повітря – тепле повітря значно швидше піднімається від конвектора, тобто приміщення швидше нагріваються;
- охолодження нагрівального елемента – вентилятор в даному випадку виступає своєрідним захистом від перегріву, що здатне збільшити строк експлуатації конвектора.

Існує ряд параметрів, які є обов'язковими для всіх типів конвекторів. До них відносяться:

1. Терморегулятори – електронний, механічний або той, що програмується регулятор температури неодмінно знаходиться на кожному сучасному конвекторі. Основна задача даного елемента – дозволити вам встановити ту ступінь нагріву повітря, яка буде максимально комфортною для людини.

2. Електронний датчик – простий та зручний елемент, який в значній мірі підвищує безпеку використання конвектора. Зокрема, всі конвектори опалення, алюмінієві, сталеві, біметалічні – обладнані датчиком перегріву. Тобто, в момент, коли буде досягнута робоча температура конвектора, автоматична відключається подача палива (газу або електроенергії) і припиняється циркуляція теплоносія. Після охолодження робота приладу також автоматично відновлюється. Крім того, окремі моделі електроконвекторів мають навіть датчик падіння, тобто прилад перестає працювати, якщо він впав.

3. Екран (повітряна заслінка) – може бути стаціонарною та мобільною і дозволяє коректувати направлення потоку нагрітого повітря.

Електричний конвектор підбирається з розрахунку 80-100 Вт на 1 кв. м приміщення. Якщо в приміщенні висота стелі вище звичайних (від 2,4 до 3 м), то потужність слід збільшити в 1,5-2 рази. Якщо конвектор буде використовуватись як додаткове джерело тепла, тоді коефіцієнт потужності зменшується.

При виборі конвектора необхідно враховувати такий критерій, як тип термостату – механічний або електронний. Налаштування механічного термостата проводиться вручну на кнопковій або дисковій панелі, такі моделі зазвичай коштують на 25-30% дешевше, але в роботі вони не такі точні, як електронні. Механічний термостат не може швидко реагувати на пониження температури нижче заданого рівня в приміщенні.

Налаштування роботи термостату, що програмується досить гнучка та може виконувати завдання почасового рівня підтримки температури в приміщенні. Наприклад, у випадку відсутності мешканців задається температура +12 °С, а перед їх поверненням - +22 °С. Таким чином, економія енергії досягається саме при використанні конвекторів, що програмуються.

Серед *переваг* електроконвекторів відмічають наступні:

- моментальний обігрів приміщення;
- невисока вартість, в порівнянні з котлом та радіатором, конвектори значно дешевше;
- відсутність платежів за монтування та обслуговування – встановити конвектор може будь-яка людина, а обслуговування конвектор не потребує, він має надійну автоматику, безперервний строк служби 20-25 років;
- не спалює кисень;
- абсолютна безшумність роботи, в конвекторі немає рухомих частин, тому він працює безшумно;
- точне підтримання температури в приміщенні в приміщенні;

– максимальний ККД – 95%.

Основним *недоліком* електричного конвектора є витрати на електроенергію. Споживання електроенергії напряму залежить від можливих витрат тепла в приміщенні – двері, тип склопакетів, площа вікон, розміри та якість утеплення приміщення.

Якщо порівнювати між собою масляний обігрівач та електроконвектор, особливо як використання у виді допоміжного приладу опалення, обидва опалювальних прилади демонструють свої переваги в певних умовах.

Наприклад, у випадку необхідності економії простору краще обрати електроконвектор, оскільки за розмірами він менший, ніж масляний радіатор. Поверхня електричного конвектора під час роботи сильно не нагрівається, майже неможливо отримати опікати при контакті з його поверхнею.

Більше за розмірами приміщення можна обігрівати як конвектором, так і масляним радіатором. Конвектор в даному випадку буде більш ефективним та безпечним з точки зору швидкості обігріву, але в нього не завжди достатньо потужності, а радіатор забезпечить якісний та рівномірний прогрів приміщення. Радіатори простіше очистити від пилу, так як форма корпусу в них більш проста. Якщо порівнювати критерій тепловіддачі, то радіатори мають більш високий показник, тому в експлуатації вони більш економічні ніж електричні конвектори. До того ж, радіатори на порядок дешевші за конвектори.

Інфрачервоний обігрівач (рис. 8.26) – це прилад опалення, який віддає тепло у навколишнє середовище за допомогою інфрачервоного випромінювання. Промениста енергія поглинається оточуючими поверхнями, перетворюється в теплову енергію та нагріває їх, а вони, в свою чергу, передають тепло повітрю. Крім того, за допомогою інфрачервоних обігрівачів виникає можливість місцевого обігріву тільки тих площ в приміщенні, на яких є ця необхідність без обігріву всього об'єму приміщення. Тепловий ефект від інфрачервоних обігрівачів відчувається одразу після його ввімкнення, що дозволяє уникнути попереднього перегріву приміщення. Ці фактори знижують витрати енергії.

Головним конструктивним елементом інфрачервоного обігрівача є випромінювач, який випромінює інфрачервоне випромінювання за рахунок нагрівання. В електричних обігрівачах як правило застосовується трубчастий електронагрівач або відкрита (або захищена кварцовою трубкою) спіраль, а в газових – металічна сітка, трубка з чорним покриттям або керамічна пластина з спеціальними отворами, ця пластина нагрівається завдяки проходженню через неї продуктів згорання природного газу.

Корпус інфрачервоного обігрівача, як правило, виготовлений із сталі, а на поверхню нанесена порошкова фарба. В середині обігрівача встановлений відбивач із алюмінію, до якого приєднаний нагрівальний елемент. Таким чином, інфрачервоний обігрівач схожий на панель або лампу, що гріють, всередині якої збирається пучок променів інфрачервоного випромінювання. Вони

діють незалежно від напрямлення повітря та швидкості переміщення теплих і холодних повітряних мас.

В залежності від *діапазону випромінювання*, інфрачервоні обігрівачі поділяють на:

- короткохвильові;
- середньохвильові;
- довгохвильові.

За *типом джерела енергії* інфрачервоні обігрівачі бувають:

- електричні (рис. 8.26, а);
- газові (рис. 8.26, б);
- водяні (рис. 8.26, в);
- дизельні (рис. 8.26, г).



а



б



в



г

Рисунок 8.26 – Види інфрачервоних обігрівачів:
а – електричний; б – газовий; в – водяний; г - дизельний

За *способом установки* інфрачервоні обігрівачі бувають:

- переносні;
- стаціонарні – підлогові, настінні, стельові, підвісні.

В залежності від діапазону випромінювання та джерела енергії, що використовується, інфрачервоні обігрівачі можуть застосовуватись для різних цілей:

- додаткове опалення;
- самостійне опалення;

- локальний (точковий) обігрів в приміщенні;
- локальний обігрів поза приміщеннями;
- системи антиобмерзання;
- термостати для прогріву бетону та ґрунту (використання при будівельних роботах).

Електричні інфрачервоні прилади (рис. 8.26, а) найчастіше використовуються в побутових умовах, вони достатньо компактні та прості в експлуатації. В залежності від нагрівального елемента можна виділити наступні види електричних інфрачервоних обігрівачів:

1. **Керамічні** (рис. 8.27, а). В якості нагрівального елемента використовується закладений в керамічну панель резистивний кабель, який не проводить струм та ефективно пропускає інфрачервоні хвилі. Керамічні прилади, як правило, представлені у вигляді навічної панелі з виносним терморегулятором.



а



б



в

Рисунок 8.27 – Види електричних інфрачервоних обігрівачів:
а – керамічний; б – карбоновий; в - плівковий

2. **Карбонові** (рис. 8.27, б). В якості нагрівача використовується герметична кварцова трубка, наповнена вуглецевим нано-волоконном. Такі обігрівачі більш економічні, а також мають лікувальний ефект, дуже часто застосовуються в якості терапевтичного приладу. Вартість значно вища в порівнянні з керамічними панелями.

3. **Плівкові** (рис. 8.27, в). Нагрівальним елементом в таких обігрівачах є гнучкий резистивний кабель, який нагріває зовнішню металічну плівку. Плівковий обігрівач дуже гнучкий, його передня поверхня здатна нагріватись до 75 °С.

Газові (рис. 8.26, б) працюють по такому ж принципу, як електричні, але в якості джерела енергії використовується газове паливо. Ці прилади володіють набагато більшою тепловою потужністю та великим габаритами,

тільки висота може становити 15-20 м. Такі обігрівачі найчастіше використовують на вулиці, у виробничих цехах або на стадіонах. Існують і більш компактні моделі – газові обігрівачі у вигляді парасольки (рис. 8.28), які ідеально підходять для вуличних подій. В якості палива в таких обігрівачах підходить природний газ з будь-яких джерел – газової труби чи переносного балону із зрідженим газом.



Рисунок 8.28 – Газовий інфрачервоний нагрівач (теплова парасолька)

Дизельні (рис. 8.26, г) інфрачервоні обігрівачі застосовуються при будівництві крупних об'єктів та в технологічному процесі сушіння деревини. Потужність таких приладів схожа з потужністю газових інфрачервоних обігрівачів, але вони більш компактні та можуть бути налаштовані для роботи в будь-яких умовах.

Основні робочі характеристики інфрачервоних обігрівачів:

- потужність, яка варіюється від 300 до 2000 Вт, для виробничих потреб – до 4 кВт;

- довжина хвилі: до 2,5 мкм – коротка, до 50 мкм – середня, від 50 мкм – довга;

- напруга мережі (для побутових 220 В, потужністю до 2000 кВт);
- вологоізоляція;
- пожежна безпека;
- спосіб монтажу (підлогові, настінні, стельові, підвісні);
- колір, для того щоб виділити інфрачервоний обігрівач в інтер'єрі або навпаки, зробити його непомітним;
- вартість, яка варіюється в широкому діапазоні.

Стельові інфрачервоні обігрівачі на сьогоднішній день вважаються найкращими для всіх типів приміщення. Принцип дії такого обігрівача схожий з обігрівом землі сонячним промінням. Температура випромінювання може сягати 300 °С, близько 90% енергії якого буде направлено на перетворення теплових променів, які розходяться конусом по всій площі приміщення і тільки 10% енергії витрачається на нагрів повітря, яке торкається випромінювача. В кожній кімнаті необхідна температура підтримується терморегулятором в економному режимі, наприклад, коли мешканці виходять з приміщення можна задати невелику температуру.

Переваги стельових обігрівачів в тому, що вони заощаджують енергоспоживання у порівнянні з конвективними системами опалення до 60%, не містять токсичних матеріалів, зберігають вільними підлогу та стіни. Інфраче-

рвоний обігрівач підходить для місць, де необхідно створити локальний обігрів приміщення.

Плівкові обігрівачі монтуються на стелю, підлогу, стіни. Принцип функціонування плівкового стельового інфрачервоного обігрівача – це промені, які акумулюються поверхнею підлоги та меблями, а потім тепло виділяється в простір (рис. 8.29). Найбільш висока температура зосереджена біля людських ніг. Стельові обігрівачі можуть встановлюватись під будь-яким не натяжним покриттям стелі, вони практично невразливі перед впливом випадкових пошкоджень, крім випадку протікання води у багатоповерхових будинках.

До недоліків такої системи можна віднести вплив тепла, що випромінюється на побутову техніку, що інколи негативно впливає на її роботу. Із збільшенням висоти стелі збільшується споживання електроенергії, а стеля, вища за 3,5 м, потребує потужного обладнання, що збільшує витрати електроенергії.

Система підлогового плівкового опалення засновується на нагріванні підлоги та монтується під неї. Підлогові прилади не впливають на функціональність техніки та не нагрівають її, а рівномірність та ступінь прогріву приміщення практично не відрізняється в обох системах. Підлогова плівкова система опалення може виступати в якості локального обігріву – у вигляді килимків під ногами. Це мобільна система обігріву, яка дуже зручна для створення тимчасового або постійного робочого місця.



Рисунок 8.29 – Приклади настінних інфрачервоних плівкових обігрівачів

Плівковий підігрів монтується під будь-яке підлогове покриття, включаючи цементну стяжку. Для захисту від пошкоджень інфрачервоною обігрівач монтується із спеціальною захисною плівкою. Монтаж плівкової системи обігріву не рекомендується проводити під важкими предметами, які постійно стоять на тому місці у зв'язку з перегрівом цих ділянок та виходу системи з ладу.

Настінний варіант не настільки ефективний, як підлоговий та стельовий, оскільки нагріте повітря прагне піднятись догори, що зменшує ефективність та збільшує витрати на електроенергію. Їх не рекомендується викорис-

товувати як єдину систему обігріву, а використання як додаткового джерела в холодних зонах дає непоганий результат.

Слід додати, що ці прилади не тільки нагрівають робочий простір, але й мають естетичний зовнішній вигляд (рис. 6.29), можуть бути виконані у вигляді картини, яка прикрашає та доповнює інтер'єр кімнати. Споживають приблизно 400 Вт, швидко набирають робочу температуру, прості в перенесенні, вага не більше 1 кг. Завдяки низькій температурі поверхні забезпечується захист від опіків при випадковому доторканні.

Переваги інфрачервоних обігрівачів:

- тепле повітря не накопичується під стелею приміщення;
- можливість використання зон локального підігріву дозволяє знизити основну температуру приміщення;
- можливість установки інфрачервоних обігрівачів під стелею знімає всі обмеження по розміщенню обладнання;
- не потребує теплотрас;
- високий ККД за рахунок прямої передачі теплової енергії предметам обстановки;
- можливість задавати необхідну температуру обігріву;
- можливість фокусування теплового випромінювання;
- безшумність роботи;
- вирішує специфічні задачі, які непідвласні другим системам обігріву (захист в зимовий період скляних вікон великої площі, очистка від снігу сходинок, виїзду з гаража та ін.).

Серед основних *недоліків* інфрачервоних обігрівачів слід відмітити:

- при виборі обігрівача дуже важливо звернути уваги на інтенсивність його випромінювання – вона не повинна перевищувати 350 Вт/м²;
- випромінюючі елементи не повинні нагріватись більше 200 °С, тоді предмети інтер'єру не нагріваються вище 35 °С;
- потужний направлений енергетичний промінь. Надмірний нагрів характерний для першого покоління найбільш простих моделей;
- пожежонебезпечність. Якщо інфрачервоний обігрівач перевернеться, то вся енергія, яку він випромінює, буде зосереджена в одній точці, що може стати причиною пожежі;
- великі розміри. Потужність обігрівача напряму залежить від його розміру і чим більший обігрівач, тим більше сам прилад.

Газовий камін (рис. 8.30) – це опалювальний прилад з ефектом живого полум'я, який використовує в якості палива природний газ (метан) або зріджений газ. Вони не потребують особливого догляду, достатньо прості в експлуатації та не засмічують приміщення в порівнянні із камінами на твердому паливі. Газовий камін може підтримувати температуру в кімнаті площею 20-40 м² та мати теплову потужність 2-8 кВт. Корисний ККД таких камінів становить приблизно 75-85%.



Рисунок 8.30 – Газовий камін

Температура горіння газу – приблизно 500 °С, що нижче температури горіння твердого палива, таким чином вимоги до жароміцності матеріалу топки нижчі, саме тому вони дешевші. Крім того, при згоранні газу утворюється мало кіптяви. Вогнетривке скло на дверцятах може витримувати температуру до 800 °С, але слід слідкувати за станом дверцят – використання газового каміну із тріснувши склом категорично заборонене.

Серед *переваг* опалювальних приладів такого типу слід відмітити:

- більша екологічність у порівнянні із камінами на твердому паливі, в атмосферу потрапляє менше небезпечних речовин;
- газові каміни по ціні дешевше твердопаливних та простіші по конструкції;
- живий вогонь;
- опалювальна потужність газових камінів може сягати 8 кВт;
- простий в експлуатації, камін швидко розпалюється та не потребує постійного догляду.

Недоліками опалювальних приладів такого типу є:

- для установки газового каміну необхідний дозвіл відповідних служб (газових та пожежних);
- встановлювати газовий камін може тільки висококваліфікований спеціаліст;
- в якості палива використовується небезпечний газ, в результаті чого камін з порушеннями техніки безпеки може призвести до вибуху.

В системах повітряного опалення як опалювальні прилади використовуються **калорифери** (рис. 8.31) – теплообмінні апарати, в яких повітря нагрівається носієм через поверхню, що їх розділяє.



а



б



в

Рисунок 8.31 – Види калориферів: а – водяний; б – електричний; в - паровий

Калорифери (або каналні нагрівачі) застосовуються не тільки в системах повітряного опалення, але і виступають як одні з основних приладів в системах вентиляції та сушіння. Зокрема калорифери застосовуються для підігріву свіжого повітряного потоку, що подаються у вентиляційну шахту протягом року.

За принципом передачі теплової енергії розрізняють електричні, водяні (підключаються до системи центрального опалення) та парові каналні нагрівачі. В залежності від конфігурації та перерізу вентиляційної системи використовують повітронагрівачі прямокутної та круглої форми.

Існують калорифери з утилізацією тепла (рекуперацією). В такому випадку проточне повітря нагрівається за рахунок теплообміну з теплим повітрям, що видаляється. Повітряні потоки при цьому не змішуються.

Елементи, що передають тепло в калорифера, як правило, представляють собою сталеві труби, обладнані зовнішньою поверхнею. Це допомагає збільшити площу, а відповідно і ефективність тепловіддачі. По ребристим трубам калорифера всередині проходить теплоносій, а зовні – потоки повітря, яке нагрівається при контакті з трубами. Принцип дії заснований на тому, що теплоносій, як правило, має більший коефіцієнт тепловіддачі по відношенню до повітряних потоків. Ребриста структура калорифера представляє собою насаджені на трубки металеві пластини, або навиту на трубки стрічку або тонку проволочку.

Енергоефективність калорифера залежить від того, наскільки високий коефіцієнт тепловіддачі калорифера при певних енергетичних витратах, тобто, чим більше тепла калорифер здатний віддати при незмінних енерговитратах, тим вища його ефективність. Проте, при виборі такого обладнання як калорифер, слід приймати до уваги не тільки фактор його енергоефективності, але і іншим вимогам, яким повинен відповідати калорифер, наприклад, вага та габарити приладу. Слід враховувати, що після установки калорифера слід виключити хімічно активні суміші та суміші, що злипаються з повітря, яке проходить – цього можна досягти за допомогою встановлення додаткових фільтрів.

Калорифер здатен нагріти повітря, що проходить через нього – підняти його температуру на 70 або навіть 110 °С, тому його можна використовувати для підігріву повітря навіть при мінімальних температурах (до -25 °С).

За *видом теплоносія* калорифери бувають:

- водяні;
- електричні;
- парові.

Найбільш часто зустрічають **водяні калорифери** (рис. 8.31, а) – це найбільш економічне рішення для приміщень, з площею менше 150 м², оскільки підвід лінії центрального опалення до калорифера представляє собою задачу, вирішення якої не потребує значних витрат. Температура води в такому калорифері може досягати 180 °С. Вартість електричного калорифера

перевищує вартість водяного, але останній потребує монтажу спеціального вузла обв'язки – він дозволяє управляти продуктивністю калорифера, а також запобігає його замерзанню в зимовий період.

Швидше всього через систему вентиляції та кондиціонування здатен нагріти приміщення саме **паровий калорифер** (рис. 8.31, в). Джерелом теплової енергії в такому калорифері є перегріта водяна пара. Значний недолік такого калорифера полягає у необхідності наявності парогенеруючого обладнання. З цієї причини такий вид калорифера встановлюється у виробничих цехах та корпусах, які обладнані виробничими паропроводами для безперервної подачі пари в калорифер.

Для менш потужних вентиляційних систем з економічної точки зору більш раціональним рішенням є установка **електричного калорифера** (рис. 8.31, б). Це пояснюється тим, що такий калорифер не потребує підведення складних комунікацій – його достатньо підключити до ліній електроживлення. Електричний калорифер обладнаний додатковими приладами для більш ефективного теплообміну із повітрям навколишнього середовища. Використання електричного калорифера раціональне лише в тому випадку, якщо площа приміщення не перевищує 100-150 м², в іншому випадку витрати електроенергії зводять нанівець економію на установці електричного калорифера.

Калорифери також розрізняють по типу ребер:

- Пластинчасті (ребра приладу представляють собою насаджені на трубки пластинки);
- Спірально-навивні (стрічка, навита на трубу);
- З дротяними ребрами (тонкий дріт, навитий на трубу по спіралі).

9.2. Труби та арматура

В системах опалення можуть бути використані труби, виготовлені з різного матеріалу та різного діаметру. Підбір труб залежить від багатьох факторів, а саме:

- Тип системи опалення;
- Спосіб закладання – всередині стін або ззовні;
- Конфігурація системи опалення;
- Середній та максимальний тиск в системі;
- Середня та максимальна температура в системі.

Трубопроводи із запірно-регулюючою арматурою призначені для підведення теплоносія від генератора теплоти до опалювальних приладів і відведення охолодженого теплоносія в генератор тепла для повторного нагрівання. Вертикальні труби в системі опалення називають **стояками**, а горизонтальні труби – **магістралями** або **гілками**. Короткі ділянки труб, які сполучають стояки і гілки з опалювальними приладами, називають **підведеннями**.

За матеріалом труби поділяються на:

- Сталеві (рис. 8.32, а);
- Поліпропіленові (рис. 8.32, б);
- Металопластикові (рис. 8.32, в);
- Гофровані нержавіючі труби (рис. 8.32, г);
- Мідні (рис. 8.32, д);
- РЕХ-труби (зшитий поліетилен) (рис. 8.32, е).

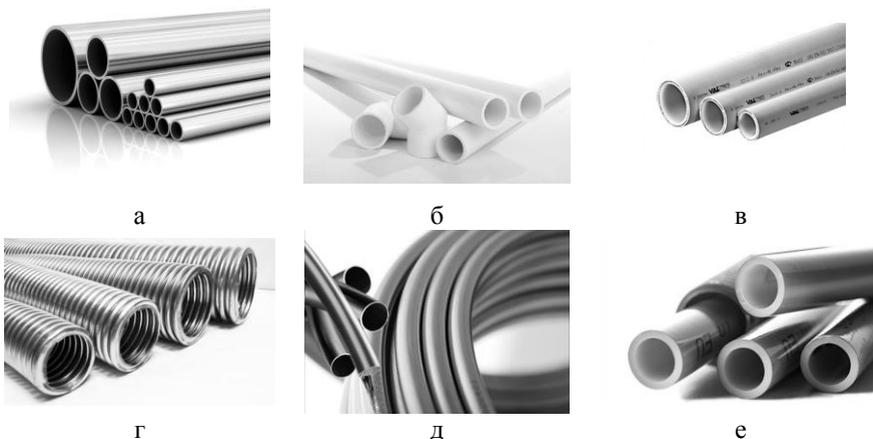


Рисунок 8.32 – Види труб для опалення: а – сталеві; б – поліпропіленові; в – металопластикові; г – гофровані нержавіючі; д – мідні; е – РЕХ-труби

Протягом тривалого часу найбільш поширеними трубами були **сталеві** труби (рис. 8.32, а). В деяких ситуаціях труби, виготовлені з чорного металу – це найбільш оптимальний варіант. Наприклад, в системі самопливного автономного опалення, де існує необхідність використання трубопроводу з використанням труб великого діаметру, використання сталевих труб – це один із найкращих варіантів.

Основною перевагою цього матеріалу є міцність. Сталеві труби практично неможливо пошкодити механічним шляхом. Невелике лінійне розширення дозволяє обійтись без компенсаторів. Але найбільшою перевагою таких труб є стійкість до високих температур. Вуглецева сталь, з якої вони виготовлені, здатна витримувати температуру до 1500 °С. Крім того, в системі опалення, змонтованій із сталевих труб, можна постійно підтримувати достатньо високий тиск. Це не призведе до розгерметизації системи.

Серед недоліків використання сталевих труб у трубопроводах опалення в першу чергу слід відмітити важкість монтажу – для з'єднання відрізків труб обов'язково необхідно використовувати зварювальний апарат та залучати кваліфікованого зварювальника. Крім того, габарити труб ускладнюють їх установку.

Збирати сталеву систему опалення необхідно лише до початку проведення оздоблювальних робіт в приміщенні, в іншому випадку процес зварювання пошкодить покриття стін та підлоги. Не рекомендується використовувати сталеві труби при монтажі прихованого трубопроводу (всередині стін) по тій причині, що такі труби підлягають корозії. Особливо не рекомендується використовувати сталеві труби для будинків, в яких взимку система опалення спорожнюється, оскільки з кожним новим наповненням в систему потрапляє велика кількість кисню, розчиненого у воді, що посилює корозійний ефект.

Ще один недолік сталевих труб – не найкращий зовнішній вигляд та необхідність постійного обслуговування. Такий трубопровід потребує фарбування, а оскільки фарба під дією високих температур жовтіє та навіть лущиться, покриття слід оновлювати щорічно. Але серед всіх матеріалів, встановлення сталевих труб в системі опалення буде одним із найдешевших варіантів.

Ще один варіант трубопроводу з низькою вартістю – труби, виготовлені із **поліпропілену** (рис. 8.32, б). Окрім невисокої вартості цей матеріал відрізняється наступними перевагами:

- Невелика вага – монтаж системи опалення із поліпропіленових труб не збільшить навантаження на несучі конструкції будівлі;
- Гладка внутрішня поверхня – в таких трубах не утворюється вапняковий наліт та іржа, а значить, внутрішній переріз труби залишиться незмінним протягом багатьох років;
- Довговічність – труб із поліпропілену можуть служити до 20 років, зберігаючи при цьому всі властивості;
- Стійкість до низьких температур – при відключенні системи опалення труби не розмерзнуться. Ця властивість робить поліпропіленовий трубопровід ідеальним для влаштування у замських будинках, де мешканці не проживають постійно;
- Зовнішній вигляд – поліпропілен має достатньо естетичний зовнішній вигляд, не потребує регулярного фарбування та не змінює колір.

До недоліків поліпропіленових труб відносяться:

- Для систем опалення можна використовувати тільки ті варіанти поліпропіленових труб, які витримують високі температури;
- Поліпропілен не гнеться – для того, щоб виконати поворот труби необхідно використовувати фітинги, що значно ускладнює монтаж системи із складною конфігурацією. Хоча слід відмітити, що вартість фітингів для поліпропіленових труб достатньо низька;
- Низька придатність до ремонту – це означає, що при виході з ладу однієї із ділянок трубопроводу, виникає необхідність повної заміни всього трубопроводу із всіма фітингами та арматурою;
- Низька жорсткість труби – під впливом температури змонтовані на стіні труба може провиснути на ділянці від одного кріплення до другого. При

монтажі прихованої системи опалення (всередині стін) із поліпропіленових труб слід враховувати, що лінійне розширення ділянки труби довжиною 5 м буде складати 4-5 мм. Для збереження оздоблення стін слід встановити на трубопроводі необхідну кількість компенсаторів.

– Низька термостійкість – це найбільш суттєвий недолік поліпропіленових труб. Робоча температура таких труб складає всього 70 °С, при короткочасній дії – 90 °С.

Металополімерні (металопластикові) труби (рис. 8.32, в) – це композитні труби, які складаються з двох або більше компонентів: полімерна труба, армована зварним сітчастим металевим каркасом або, наприклад, алюмінієвою фольгою. Існує велика кількість металополімерних труб, які відрізняються за матеріалами, технологією виготовлення, призначенням та іншими параметрами.

Полімерне тіло труби виготовляється переважно із термопластів. Каркас складається з повздовжніх та поперечних елементів: повздовжні розташовані концентрично відносно центра труби, поперечні з певним кроком навиваються на повздовжні та утворюють спіралі.

Область застосування металополімерних труб дуже широка. В системах опалення застосовуються металополімерні труби невеликого діаметру (16-40 мм), армовані алюмінієвою фольгою.

Металопластикові труби поєднують в собі високу міцність металічних труб і хімічну стійкість та довговічність полімерних труб. Трубопроводи, виготовлені з металополімерних труб, можуть експлуатуватися без ремонту декілька десятків років, на відміну від металевих трубопроводів, які піддаються корозії. В цілях підвищення хімічної та корозійної стійкості металеві трубопроводи в таких випадках покривають гальванічними розчинами або виготовляють із спеціальних сплавів. В цьому випадку ціна погонного метра труби та вартість прокладки трубопроводу збільшується в декілька разів.

Міцність металополімерних труб вища міцності звичайних полімерних труб за рахунок армуючого металевого каркасу. В деяких металополімерних трубах цей каркас виконує і інші функції, окрім безпосереднього сприйняття навантаження. Наприклад, в п'ятишаровій металополімерній трубі із поліетилену, алюмінієва фольга, крім того, що дозволяє надати трубі певну форму шляхом вигину, також виступає в ролі бар'єру, який обмежує переміщення кисню між внутрішнім та зовнішнім шарами полімеру.

Технічні характеристики труб із металопластику наступні:

- Максимальна температура – 95 °С;
- Максимальний тиск при найвищій температурі – 10 атм;
- Максимальний тиск при температурі 0-25 °С – 25 атм;
- Максимальна допустима короткочасна температура – 130 °С;
- Строк служби не менше 50 років (при правильній експлуатації).

Такий вид труби для опалення в останні часи став найбільш популярним. Він поєднує в собі найкращі якості сталевих та пластикових труб. До переваг матеріалу слід віднести наступні:

- Гладка внутрішня поверхня;
- Естетичний зовнішній вигляд – труби не потребують фарбування та не змінюють колір під впливом сонячних променів;
- Легкість монтажу – система збирається за допомогою обжимних або прес-фітингів без використання спеціального обладнання;
- Довговічність – правильно змонтована система може прослужити більше 50 років;
- Економія на розкрої завдяки відсутності обрізків труби;
- Відсутність статичності – матеріал не проводить блукаючі потоки;
- Легкість ремонту – достатньо роз'єднати фітинг та замінити зіпсовану ділянку труби;
- Відсутність лінійного розширення – ідеальний варіант для прихованого трубопроводу всередині стіни.

Всі матеріали мають свої недоліки і металопластик – не виключення, хоча недоліків і не багато. Найбільш вагомий з них – вартість, оскільки слід враховувати не тільки вартість самих труб, яка у порівнянні з іншими не набагато вища, але й вартість фітингів (одні з найдорожчих на ринку). Крім того, самі з'єднуючі елементи мають невеликий недолік – звужений переріз, що викликає деяке зниження прохідності трубопроводу. Цей матеріал категорично не підходить для використання в замських будинках – при затвердінні рідини в металопластиковій трубі неминуче відбудеться її розрив.

Нержавіюча сталь – це єдиний матеріал для виготовлення труб, який володіє майже усіма перевагами мідних труб. Такі труби (рис. 8.32, г) не іржавіють та не заростають, відрізняються високою теплопровідністю та довготривалим строком служби. Існують два основні типи труб із нержавіючої сталі: зварні та безшовні.

Зварні труби виготовляються із листа сталі за допомогою зварювання. Вони можуть бути використані для монтажу системи опалення, але можливість протікання в таких трубах більша. Можливість протікання значно нижча у безшовних трубах. Їх вартість набагато більша за вартість зварних труб із нержавіючої сталі, але й строк безаварійної роботи довший.

Виробники пропонують тонкостінні та товстостінні труби із цього матеріалу. Товстостінні, як правило, застосовуються при виготовленні бурових установок та на інших ділянках з високими вимогами до міцності. Використання таких труб в опалювальній системі можливе, але не є економічно вигідним рішенням, крім того, такі труби утворюють додаткове навантаження на фундамент будівлі. Для системи опалення більш раціональним варіантом є тонкостінні труби із нержавіючої сталі.

Єдиний суттєвий недолік використання **мідних труб** (рис. 8.32, д) для систем опалення – це їх вартість. Мідь як матеріал для трубопроводів систем

опалення використовується вже декілька століть і на сьогоднішній день не втратив своєї актуальності. Найбільш значущою перевагою міді перед всіма полімерами є широкий діапазон робочих температур. Такі труби можуть транспортувати рідину, нагріту до температури 500 °С. Крім того, вони не псується від дуже низьких температур. Звичайно, не слід цілеспрямовано залишати заповнену систему опалення на зимовий період в будівлі, де ніхто не проживає, але якщо по будь-яким причинам теплоносії замерзне у трубопроводі із мідних труб, трубопровід не пошкодиться. Ще одна суттєва перевага міді як матеріалу – це стійкість до гідроударів.

Завдяки гладкій внутрішній поверхні провіт труби залишається незмінним, а корозійна стійкість забезпечує працездатність труби протягом тривалого часу. Середній строк служби експлуатації мідних труб становить приблизно 100 років. Це обумовлено дуже високою теплопровідністю матеріалу. До того ж, мідь має приємний зовнішній вигляд та підійде до будь-якого інтер'єру.

Труби із зшитого поліетилену (PEX) (рис. 8.32, е) виготовляються по технології зшивання поліетилену, в процесі якої виникають додаткові зв'язки між молекулами. До переваг цього матеріалу з точки зору його використання для трубопроводу системи опалення відносяться:

- Висока густина поліетилену;
- Стійкість до високих температур та високого тиску – робоча температура цього матеріалу складає 90 °С;
- «Ефект пам'яті» - якщо таку трубу вигнути в нагрітому стані, то після вистигання вона буде зберігати свою форму, а при повторному нагріванні знову випрямиться. Ця властивість пришвидшує та спрощує монтаж;
- Довговічність – строк служби PEX-труби становить приблизно 50 років;
- Невелика вага – не створить навантаження на несучі конструкції та спрощує монтаж;
- Зручність монтажу – при зборі системи можна використовувати різьбові з'єднання або прес-фітінги, що не потребує використання додаткового обладнання;
- Стійкість до заростання – провіт труби залишається незмінним протягом всього строку експлуатації;
- Такі труби можна монтувати всередині стін, їм не властиве велике лінійне розширення та вони не підлягають корозії.

Запірно-регулююча арматура для систем опалення.

Нормальне функціонування будь-якої системи опалення неможливе без запірно-регулюючої арматури. Ці елементи присутні на всіх ділянках схеми, починаючи від обов'язки котельного устаткування та закінчуючи останнім радіатором.

Всі елементи управління потоками, які встановлюються в системах опалення можна розділити на такі групи:

- Запірні;
- Запірно-регулюючі;
- Змішувально-регулюючі.

Запірна арматура призначена для примусового зменшення або повної зупинки теплоносія на певній ділянці трубопроводу або радіатора. Традиційно для цього використовують крани або засувки різних конструкцій.

Основними параметрами вибору запірної арматури є:

- Діаметр вхідного та вихідного патрубків. Необхідний для підключення в магістраль. Важливо, щоб в повністю відкритому стані кран чи засувка не обмежували швидкість та об'єм руху теплоносія;

- Ступінь регулювання. Від цього залежить точність зменшення чи збільшення напору води. Кулькові крани застосовуються для оперативного перекриття потоку, а за допомогою клиновидних можна повільно регулювати притік теплоносія в трубах;

- Можливість установки автоматичного регулятора ступеня відкриття арматури для опалення.

Найбільш поширеним прикладом запірної пристрою може слугувати простий кульковий кран (рис. 8.33). Робочих положень в нього всього 2: відкрито або закрито. Завдяки своїй конструкції у відкритому стані кран пропускає через себе потік рідини без зміни її направленості та прохідного перерізу. Такий кран представляє собою корпус із вбудованим елементом у вигляді кульки з отвором, яка повертається штоком з рукояткою.



Рисунок 8.33 – Розріз запірної арматури

Сталева полірована кулька ущільнена полімерним матеріалом та здатна повертатися на 90°. Як видно із схеми, регулююча арматура також дозволяє перекривати потік не повністю, але такий спосіб регулювання не бажано використовувати. По-перше, він занадто грубий, по-друге, отвір кульки, повернутої на певний кут, створює значний гідравлічний опір потоку рідини.

Сучасні кулькові крани виготовляються у багатофункціональних виконаннях: із вбудованим зливним штуцером, краном Маєвського, сітчастим фільтром (рис. 8.34, а) та навіть електроприводом (рис. 8.34, б). Крім того, існують трьохходові кулькові крани (рис. 8.34, в), які можуть переключати потоки в різних напрямках. Останні 2 модифікації використовуються в центральних системах опалення.

В системах водяного опалення запірні кулькові крани застосовуються в таких місцях:

- Відсікання радіаторів від системи з ціллю їх періодичного обслуговування;
- Для відключення гілок та стояків;
- Перекриття потоку для зняття або ремонту теплового та насосного обладнання, розширювальних баків;
- Для спорожнення та поповнення системи.

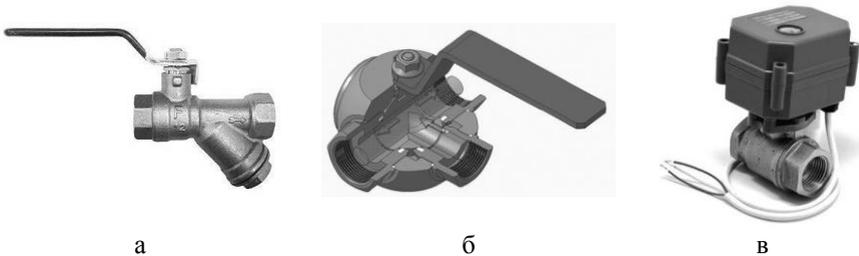


Рисунок 8.34 – Види кулькових кранів: а – запірний кран з фільтром; б – кран з трьома ходами; в – кран з електроприводом

Також до запірного устаткування відносяться зворотні та різні відсічні клапани з електричним приводом. Слід відмітити, що в системах приватних будинків та квартир запірні арматури та регулюючі арматури з електроприводом встановлюються дуже рідко, лише у випадку складних схем, які управляються автоматикою.

Якщо рівень нагріву теплоносія в трубах перевищує заданий параметр, відбувається різкий стрибок тиску. Для запобігання прориву встановлюється інший вид запірної арматури на опалення, функції якої направлені на викид залишків теплоносія та повітря з системи.

Найбільш поширеним з них є запобіжний клапан (рис. 8.35). На відміну від крану Маєвського він розрахований на більш високі показники тиску. При виникненні аварійної ситуації напір теплоносія діє на сідло, в результаті чого шток піднімається. Надлишок теплоносія або повітря виходять із системи, а стан клапана залишається відкритим до того моменту, поки тиск не стабілізується. Ця запірні арматура найчастіше встановлюється на зворотну трубу перед її входом в котел і до циркуляційного насоса.



Рисунок 8.35 – Запобіжний клапан

Регулююча арматура необхідна для забезпечення безпеки роботи системи. В першу чергу регулююча арматура для опалення стабілізує тиск всередині труб, а також регулює ступінь нагріву води шляхом змішування холодних та гарячих потоків. Додатково до вищезазначених вимог для запірної арматури опалення можна додати ступінь регулювання спрацювання або змішування потоків, а також можливість автоматичної роботи. Саме тому деякі моделі комплектуються електронним управлінням.

Що стосується матеріалу виготовлення, то частіше всього використовується латунь, бронза або ковкий чавун. Арматура для радіаторів опалення із сталі використовується рідко, оскільки властивості цього матеріалу мало пристосовані до умов експлуатації в системі з гарячою водою. До регулюючої арматури відносяться крани Маєвського, зворотні клапани, тощо.

До запірно-регулюючої арматури відносяться наступні прилади:

- Вентилі балансування;
- Автоматичні регулятори перепадів тиску;
- Термостатичні радіаторні клапани.

Перераховані види запірно-регулюючої арматури призначені для кількісного регулювання теплоносія. Тобто, частково перекриваючи прохідний переріз трубопроводу, ці елементи забезпечують певну витрату теплоносія, який поступає на ділянку системи або в опалювальний прилад. Вентилі балансування (рис. 8.36) встановлюються як на виході із радіатора, так і на початку гілки або стояка системи, як правило – на зворотній магістралі.



Рисунок 8.36 – Вентиль балансування

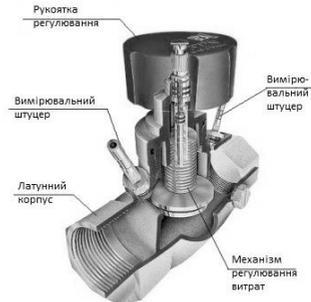


Рисунок 8.37 – Принципова схема клапана

При великій кількості радіаторів диспозиція може змінитися та установка запірно-регулюючої арматури виконується з використанням автоматичних регуляторів перепадів тиску. Вони встановлюються разом з вентилями та під'єднуються до них капілярною трубою. Вентиль балансування забезпечує необхідну витрату теплоносія на гілку чи стояк, а регулятор коректує його у відповідності з роботою радіаторів.

Автоматичні термостатичні клапани – це арматура для радіаторів, яка зменшує чи збільшує протік теплоносія через радіатор в залежності від температури в приміщенні.

Яскравим представником змішувально-регулюючої арматури є термостатичний трьохходовий клапан. Його задача полягає в якісному регулюванні теплоносія, тобто по температурі а не по витратах. Трьохходовий клапан діє не так, як змішувальний вузол. Налаштований видавати теплоносій певної температури, елемент змішує два потоки в необхідних пропорціях.

Прилад представляє собою латунний корпус з трьома патрубками (рис. 8.38), всередині яких знаходиться шток, який управляється термостатичним приводом. Шток проходить через 2 сідла, регулюючи протікання через них потрібної кількості теплоносія з двох патрубків для того, щоб в третьому отримати суміш встановленої температури.



а
 б
 Рисунок 8.38 – Змішувальний вузол опалення:
 а – зовнішній вигляд; б – принципова схема роботи



Рисунок 8.39 – Зворотний клапан

Слід відмітити, що кожна система опалення потребує установки такої арматури. Сфера застосування змішувальних приладів – підтримка температури в контурах теплої підлоги, окремих радіаторах чи цілих груп опалювальних приладів, а також в малих циркуляційних контурах твердопаливних котлів.

Зворотний клапан (рис. 8.39) необхідний для запобігання зворотного руху теплоносія в трубах.

Принцип дії такого приладу заснований на тому, що тиск напору теплоносія діє на сідло клапана, відсуваючи його в сторону. В результаті цього відбувається циркуляція рідини в трубах. Якщо ж по будь-яким причинам теплоносія починає рухатись у зворотному напрямку – клапан повертається в закритий стан. Цей механізм є обов'язковим елементом в системах із вкладним розведенням магістралей. Зокрема, він монтується в якості запірної арматури для радіаторів опалення. Таким чином підвищується безпека роботи та збільшується ККД всієї системи.

До додаткових приладів для систем опалення відносяться в першу чергу термометри та манометри. Вони необхідні для контролю стану гарячого теплоносія. За замовчування такі прилади встановлюються в котел опалення. Але крім цього необхідно їх монтувати у відповідальних ділянках системи. Це відноситься до регулюючої арматури для опалення теплої водяної підлоги. Манометр обов'язково повинен бути встановлений в групі безпеки разом із повітровідвідником.

6.3. Утеплення конструкцій

Утеплення стін. Існує два варіанти утеплення стін: ззовні та зсередини приміщення. Більш ефективним є утеплення стін ззовні приміщення, теплоізоляцію стін зсередини використовують тільки у крайніх випадках. На рис. 8.40 зображено принципову схему утеплення стін.

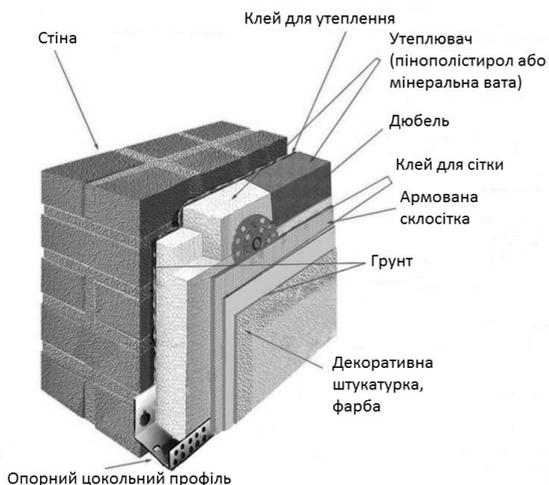
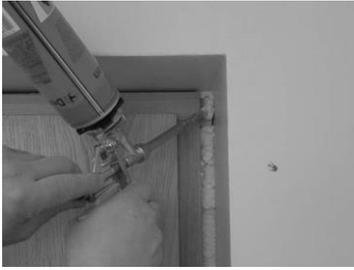


Рисунок 8.40 – Схема утеплення зовнішніх стін

Двері. В житлових і громадських будинках переважно використовують уніфіковані дерев'яні або алюмінієві дверні блоки. З метою зменшення продування, збільшення звукоізоляції та покращення теплозахисту входних дверей, їх ущільнюють **пінополіуретановими прокладками** (рис. 8.41, а) та **спеціальною профільною гумою** (рис. 8.41, б). Крім того, дверне полотно може додатково утеплюватись (рис. 8.42), або влаштовуватись тамбури чи додаткові (подвійні) двері.



а



б

Рисунок 8.41 – Ущільнення дверей пінополіуретановою прокладкою (а) та спеціальною профільною гумою (б)

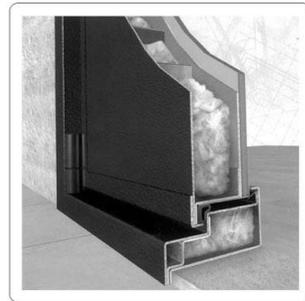
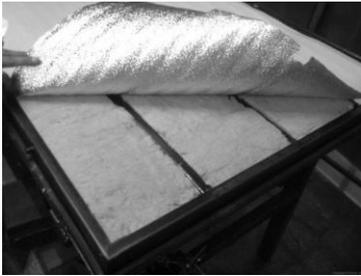


Рисунок 8.42 – Утеплення дверей

Вікна. Для дотримання потрібного рівня термічного опору вікон потрібно застосовувати двокамерні (з трьома шибками) склопакети (рис. 8.43, а). Однокамерні склопакети з 2 шибок (рис. 8.43, б) відповідають нормам тільки тоді, коли одне з них виконане зі спеціальною тепло відбивною поверхнею.



а



б

Рисунок 8.43 – Двокамерний склопакет з триплексом (а) та однокамерний склопакет з покриттям (б)

Теплопровідність вікон зменшують, удосконалюючи теплоізоляцію віконних раз, наприклад, створюють конвекцію всередині герметичного склопакета методом його вакуумування або заповнення інертним газом. Термічний опір таких вікон виростає приблизно в 1,5...2 рази.

Під дією низки різних факторів повітря всередині приміщення може змінювати свій склад, температуру та вологість, що призводить до погіршення почуття людей або порушення нормального протікання технологічних процесів. Для того, щоб запобігти надмірному погіршенню якості внутрішнього повітря слід здійснювати обмін повітря в приміщенні, при якому з кімнати видаляється забруднене повітря, а на його місце приходять чистіше, як правило, зовнішнє повітря. Тому основна задача вентиляції полягає в забезпеченні обміну повітря для підтримання розрахункових параметрів внутрішнього повітря.

Вентиляція - Це обмін повітря у приміщенні для видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих та інших забруднюючих речовин з метою забезпечення допустимого мікроклімату та чистоти повітря у робочій зоні. Регламентується ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.

Системи вентиляції та кондиціонування відповідати певним вимогам. Однак, на жаль, створення ідеальної системи, яка задовольнить всі вимоги, принципово неможливе. Наприклад, встановлення додаткового обладнання підвищує можливість системи, але зростає її вартість, ускладнюється ремонт, тощо. Тому слід пам'ятати, що будь-яке технічне рішення, в тому числі система вентиляції, є певним компромісом між виконанням вимог, які часто протирічають одна одній.

Вимоги до систем вентиляції та кондиціонування:

1. Санітарно-гігієнічні - полягають у дотриманні стану внутрішнього повітря, який відповідає санітарним нормам.
2. Технологічні - якість внутрішнього повітря повинна задовольняти вимоги технологічних процесів у приміщенні.
3. Енергетичні - повинні виконувати свою функцію з мінімальним споживанням теплової та електричної енергії.
4. Економічні - вартість самих систем та їх експлуатування повинні бути якомога меншими.
5. Конструктивно-технологічні - передбачають сучасні ефективні способи виробництва систем вентиляції та кондиціонування.
6. Експлуатаційні - забезпечення мінімально можливих витрат під час експлуатації.
7. Вимоги пожежної безпеки - максимально можливе зменшення шансу виникнення пожежі при експлуатації систем вентиляції та перекидання полум'я з одного приміщення в інше через систему вентиляції.
8. Екологічні - робота систем вентиляції та кондиціонування не повинна забруднювати довкілля.
9. Архітектурно-будівельні - елементи систем вентиляції та кондиціонування не повинні порушувати внутрішній інтер'єр приміщення.

10. Будівельно-монтажні - системи вентиляції та кондиціонування повинні монтуватися із застосування технологічних засобів, які забезпечують високу якість системи в цілому.

10.1. Вентиляція

Пристрої вентиляції можуть забезпечувати окремі задачі:

- Нагрівання повітря;
- Очищення повітря;
- Транспортування;
- Розподіл повітря в приміщенні та ін.

Слід зазначити, що вентиляція повинна забезпечувати не просто обмін повітря, а розрахунковий обмін, тобто влаштування системи вентиляції вимагає обов'язкового проектування.

Вентиляція буває:

- природною;
- штучною.

Система вентиляції здатна забезпечувати на потрібному рівні:

- Температуру;
- Рухливість;
- Відносну вологість;
- Запиленість повітря;
- Концентрацію шкідливих виділень.

Параметри внутрішнього та зовнішнього повітря.

Параметри мікроклімату при опаленні та вентиляції приміщень приймаються у відповідності з додатками Д та Е ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування з врахуванням наступних факторів:

- У холодний період року температура та швидкість руху повітря – оптимальні норми (якщо умови виробництва це не дозволяють, допускається приймати за допустимими нормами);
- У теплий період приймають в зонах допустимих норм;
- Відносну вологість приймають у межах допустимих норм (до 75%)
- Якщо приміщення не використовується, температура повітря повинна бути не більше ніж на 4 °С від нормованої і не нижче 12 °С (5 °С для виробничих будівель);
- У виробничих будівлях із повністю автоматизованим технологічним обладнанням, що функціонує без присутності людей у холодний період року допускається температура 10 °С, у теплий – температура зовнішнього повітря;
- Відносна вологість та швидкість руху повітря в таких приміщеннях не нормується.

Класифікація систем вентиляції

За призначенням:

- Робоча – забезпечує створення необхідного мікроклімату у приміщенні будівлі;
- Аварійна – встановлюється в приміщеннях, де можливе раптове надходження у повітря значної кількості шкідливих речовин для їх штучного видалення.

За місцем дії:

- Загально-обмінна – повністю забезпечує вентилявання приміщення;
- Місцева – за допомогою місцевих відсмоктувачів забруднення уловлюється в місці його утворення і видаляється з приміщення, не розповсюджуючись по ньому;
- Комбінована – поєднання двох видів.

За напрямком потоку повітря:

- Припливна – забезпечує тільки організоване надходження повітря в приміщення, підвищуючи тиск в ньому. Вивід повітря відбувається через щілини у вікнах і дверях;
- Витяжна – забезпечує лише організоване видалення повітря з приміщення, знижуючи тиск в ньому. Повітря надходить через відкриті вікна, двері або щілини в них;
- Припливно-витяжна – повітря у приміщення організовано подається і відводиться. Залежно від того, що є більшим, тиск у приміщенні може підвищуватися чи знижуватися. Знижений тиск передбачається у санітарних вузлах та гарячих цехах закладів харчування.

За способом збудження руху повітря:

- З природним збудженням;
- Під дією гравітаційного тиску;
- З механічним збудженням;
- За допомогою вентиляторів.

За наявністю повітропроводів:

- Канальні;
- Безканальні.

Складові елементи систем вентиляції. До основного обладнання систем вентиляції відносяться вентилятори, агрегати вентиляторів або вентиляційні установки. Серед додаткового обладнання – шумоглушники, повітряні фільтри, електричні та водяні нагрівачі, регулюючі і повітророзподільні пристрої, тощо.

Вентилятор – це механічний пристрій, призначений для переміщення повітря по повітропроводам систем кондиціонування та вентиляції, а також здійснення прямої подачі повітря в приміщення або відсмоктування з приміщен-

ня, і що створює необхідний для цього перепад тисків (на вході і на виході вентилятора).

Залежно від *величини повного тиску*, який вони створюють при переміщення повітря, бувають низького тиску (до 1 кПа), середнього (до 3 кПа) і високого (до 12 кПа).

Класифікація вентиляторів.

По напрямку обертання робочого колеса (при вигляді з боку всмоктування) – правого та лівого обертання

Залежно від складу переміщуваного середовища і умов експлуатації:

- Звичайні – для повітря (газів) з температурою до 80 °С;
- Корозійностійкі – для корозійних середовищ;
- Термостійкі – для повітря з температурою вище 80 °С;
- Вибухонебезпечні – для вибухонебезпечних середовищ;
- Пилові – для запиленого повітря (тверді домішки у кількості більше 100 мг/м³).

По конструкції та принципу дії

1. Осьові або аксіальні (рис. 9.1, а). Представляє собою розташований в циліндричному кожусі колесо з консольних лопатей, закріплених на втулці під кутом до площини обертання.

Робоче колесо найчастіше насаджується безпосередньо на вісь електродвигуна. При обертанні колеса повітря захоплюється лопатями і переміщується в осьовому напрямку. При цьому переміщення повітря в радіальному напрямі практично відсутнє.



Рисунок 9.1 – Види вентиляторів по конструкції та принципу дії:
а - осьові (аксіальні); б – радіальні; в - діаметральні

2. Радіальні (рис. 9.1, б). Представляє собою розташований в спіральному кожусі колесом лопатки (робоче), при обертанні якого повітря, що потрапляє в канали між його лопатками, рухається в радіальному напрямі до периферії колеса. Під дією відцентрової сили він відкидається в спіральний кожух і далі прямує в нагнітальний отвір.

Робоче колесо – це основний елемент радіального вентилятора, в ньому є порожнистий циліндр, в якому по усій бічній поверхні, паралельно осі

обертання встановлені на рівних відстанях лопатки. Лопатки скріплені по колу за допомогою переднього і заднього дисків, в центрі яких знаходиться маточина для насадження робочого колеса на вал.

3. Діаметральний (рис. 9.1, в). Складається з робочого колеса барабанного типу із загнутими вперед лопатками і корпусу, що має патрубок на вході і дифузор на виході. Дія діаметральних вентиляторів заснована на двократному поперечному проходженні потоку повітря через робоче колесо.

Такі вентилятори характеризуються вищими аеродинамічними параметрами, в порівнянні з іншими типами вентиляторів, зокрема вони:

- створюють плоский рівномірний потік повітря великої ширини,
- мають зручність компонування, що дозволяє здійснювати поворот потоку в широкі межі,
- їм характерна компактність установки, що дозволяє істотно скоротити об'єм, що займає вентиляційна установка.

Вентиляційна установка – прилад, призначений для забезпечення ефективного обміну повітря в громадських будівлях і житлових будинках (рис. 9.2). Головне завдання вентиляційної установки – направляти свіже повітря зовні будівлі всередину і видаляти брудне повітря з приміщень з одночасною рекуперацією теплової енергії.

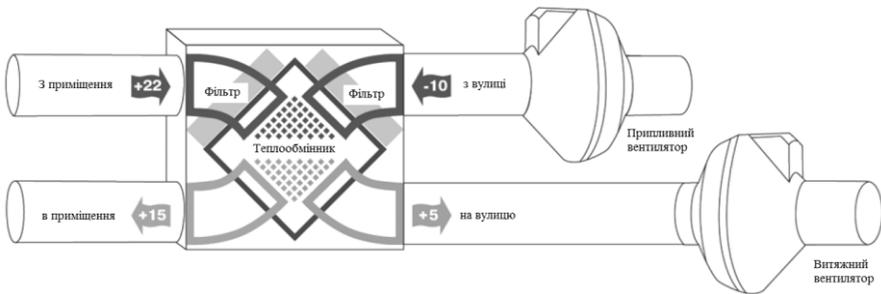


Рисунок 9.2 – Вентиляційна установка:

Рекуперация у вентиляційних системах – це використання теплової енергії повітря, що видаляється з будинку, для нагрівання свіжого повітря, що надходить з вулиці.

Джерелом шуму вентиляторів є будь-які коливальні явища, які супроводжують їх роботу. Коливальні процеси аеродинамічного походження викликають аеродинамічний шум, що поширюється по будівельних конструкціях будівлі та повітропроводам.

Установка в систему вентиляції (кондиціонування) **шумоглушників** є одним із ефективних заходів по зниженню аеродинамічного шуму в повітряному потоці. Найбільш часто використовуються пластинчасті та трубчасті шумоглушники (рис. 9.3). Їх основна особливість – наявність розвинених поверхонь, фанерованих звукопоглинальним матеріалом.

Повітряні фільтри представляють собою пристрої для очищення повітря (рис. 9.4, а). Конструктивне рішення фільтрів визначається характером пилу (забруднення) та необхідною чистою повітря.



Рисунок 9.3 – Шумоглушники:
а – пластинчастий; б - трубчастий

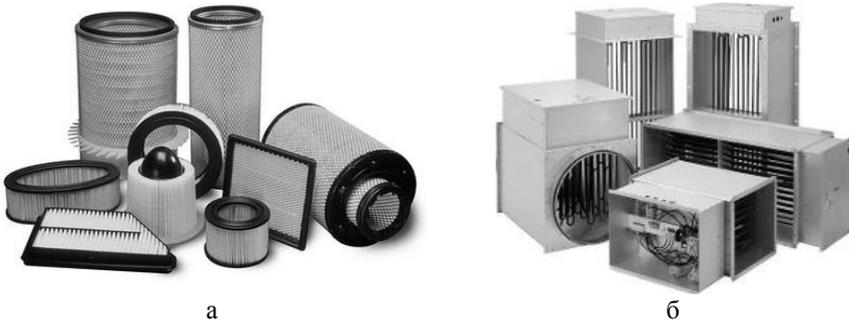


Рисунок 9.4 – Складові системи вентиляції:
а – повітряні фільтри; б - калорифери

Повітряні фільтри поділяють на класи:

- грубого очищення (затримує частки розміром 10 мкм);
- тонкого очищення (частки розміром 1 мкм) - використовуються у музеях, лікарняних палатах, пам'ятках архітектури;
- особливого очищення (частки менші за 1 мкм) - використовуються у фармацевтиці, операційних, лабораторіях.

У якості нагрівачів повітря використовують **калорифери** (рис. 9.4, б). В сучасних системах найчастіше застосовують електричні калорифери, в традиційних – водяні або парові калорифери.

Повітропроводи - це пристрої для транспортування повітря з метою його обробки (рис. 9.5). Розрізняються за формою, розміром та матеріалами, з яких вони виготовлені (металеві, металопластикові, гнучкі, напівгнучкі та неметалеві).

Повітряні клапани – це пристрої для регулювання витрати повітря, які використовують для припинення доступу зовнішнього повітря (рис. 9.6).

Розподільники – це пристрої, через які припливне повітря потрапляє в приміщення (рис. 9.7).

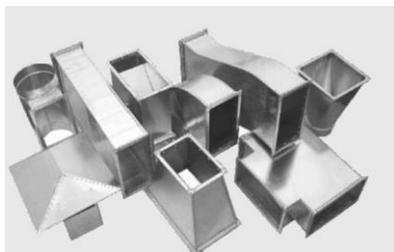


Рисунок 9.5 – Повітропроводи



Рисунок 9.6 – Повітряні клапани



а



б



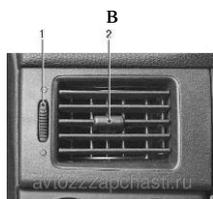
в



г



д



ж

Рисунок 9.7 – Види розподільників повітря:
а – решітки; б – щільові; в – плафони; г – насадки з форсунками; д – соплові;
ж - перфоровані

Системи з природною вентиляцією (рис. 9.8). В таких системах вентилявання приміщень відбувається під дією природних сил.

До них належать *теплові* та *вітрові* натиски, які діють за рахунок проникнення через пори, нещільності в огороженнях, двері, вікна, тощо. Під *тепловим натиском* розуміється тиск, який виникає внаслідок різниці щільності повітря зовнішнього і повітря, що видаляється з приміщення, та має різну температуру. Під *вітровим натиском* мається на увазі тиск, що робиться повітрям на поверхні різних предметів (у тому числі будівельних конструкцій).

Повітря в таких системах може переміщатися **організовано** – по спеціальним каналам-повітропроводам (канальні системи), та **неорганізовано** – через нещільності в огороженнях. У виробничих будівлях використовується

вітровий натиск (рис. 9.9). Вітер обдуває дефлектор, до отвору дефлектора приєднана мережа повітропроводів. Радіус дії каналних систем по горизонталі не перевищує 20-25 м.

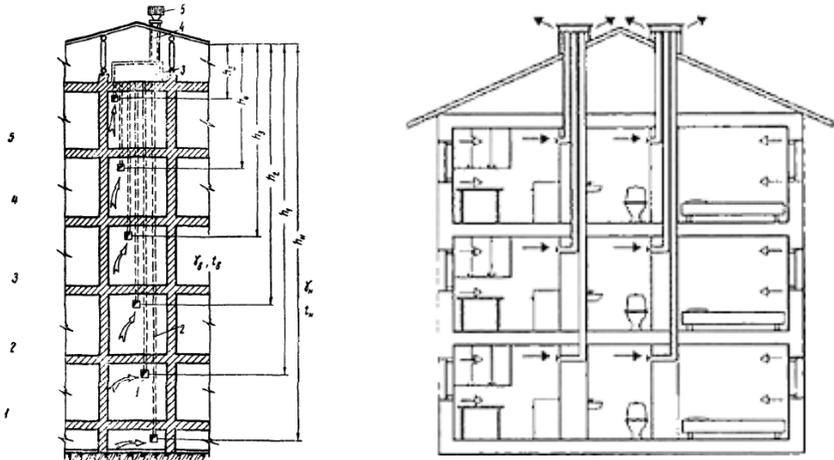


Рисунок 9.8 – Система природної вентиляції житлової будівлі:
1 – витяжний отвір; 2 – вертикальний канал; 3 – збірний канал; 4 – нижня шахта; 5 - дефлектор

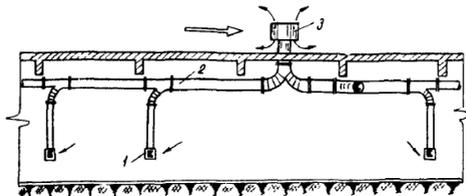


Рисунок 9.9 – Схема каналної природної вентиляції виробничої будівлі

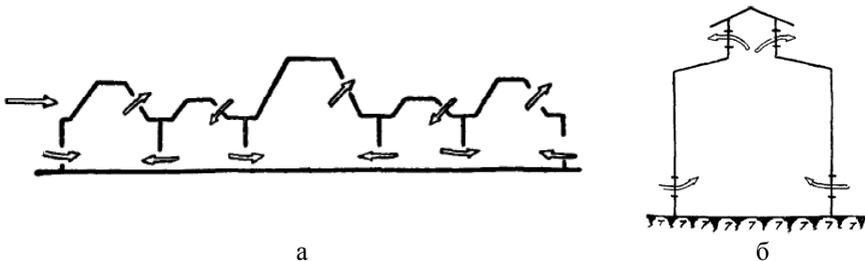


Рисунок 9.10 – Схема аерації виробничих будівель:
а – багатопрогінна; б – однопрогінна
(1 – витяжний отвір; 2 – повітропровід; 3 – дефлектор)

В безканалних системах (рис. 9.10) повітропроводи відсутні і повітря надходить в приміщення через спеціальні отвори в будівельних огороженнях. Таку систему природної вентиляції називають *аерацією*.

Зовнішнє повітря проникає всередину приміщень за рахунок різниці ваги зовнішнього і внутрішнього повітря, під дією вітру, тиск якого з навітряної сторони будинків більший. Аерація широко застосовується для вентиляції виробничих будівель з великим надлишковим тепловиділенням.

За ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування, п. 7.1.2. вентиляцію з механічним спонуканням (механічна вентиляція) необхідно передбачати:

- Якщо метеорологічні умови та чистота повітря не можуть бути забезпечені вентиляцією з природним спонуканням (природною вентиляцією);
- Для приміщень та зон без природного провітрювання;
- Допускається проектувати змішану вентиляцію з частковим застосуванням природної вентиляції для подачі або видалення повітря.

Системи з механічною вентиляцією

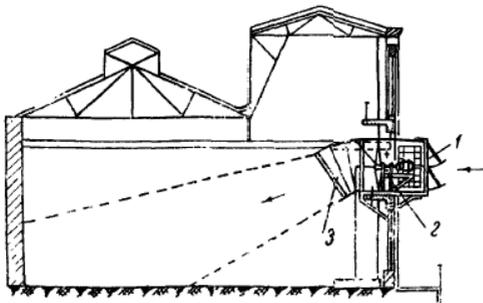


Рисунок 9.11 – Схема механічної безканалної вентиляції:

- 1 – повітрозабір; 2 – вентилятор;
- 3 – припливний патрубок

Радіус дії систем механічної вентиляції залежить від тиску, що створюється вентилятором. Існують системи, в яких відстань від вентилятора до найбільш віддалених точок мережі повітропроводів складають сотні метрів.

Вимоги до вентиляції окремих приміщень:

- в туалеті – 50 м³/год;
- в ванній – 25 м³/год;
- на кухні – 90 м³/год;
- спальні, кабінети, вітальні – 3 м³/год на 1 м² площі ;
- рух потоку повітря по приміщеннях повинен бути направлений із спалень до зони виведення (кухні та туалети);
- шум у вентиляційних шахтах необхідно зводити до мінімуму.

В таких системах повітря переміщується за допомогою вентиляторів.

Механічна вентиляція не залежить від температури та напрямку повітря, однак вона дорожча і вимагає витрат не тільки на улаштування, але й на експлуатацію.

Такі системи можуть також бути каналними та безканалними (рис. 9.11). У безканалних системах найчастіше застосовуються осьові вентилятори.

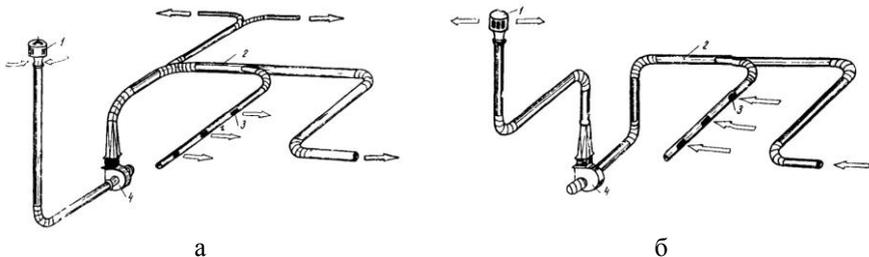


Рисунок 9.12 – Схема вентиляції з розгалуженою мережею повітропроводів:
 а – припливна; б – витяжна
 (1 – повітропроводний канал; 2 – повітропроводи; 3 – витяжний/припливний отвір; 4 - вентилятор)

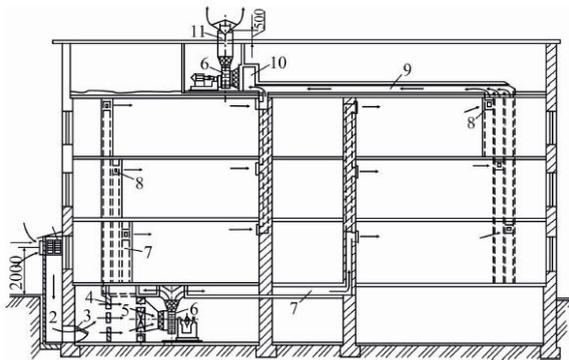


Рисунок 9.13 – Припливно-витяжна загальнообмінна вентиляція:
 1 – повітрязабірна решітка; 2 – припливна шахта; 3 – утеплений канал;
 4 – повітряні фільтри; 5 – калорифери; 6 – вентилятор; 7 – припливний повітропровод;
 8 – припливні та витяжні решітки; 9 – витяжний повітропровод;
 10 – витяжна камера; 11 – витяжна шахта

Місцеві системи вентиляції.

Місцеві *витяжні* системи, або місцеві відсмоктувачі, призначені для уловлювання шкідливостей, що виділяються, в місці їх утворення та запобігають поширенню по всьому об'єму приміщення.

Місцеві *припливні* системи здійснюють подачу повітря у певну зону приміщення. У зоні дії повітря, що подається, створюються умови, що відрізняються від умов по всьому об'єму приміщення.

Різновиди місцевих **витяжних** систем

Витяжні зонти (рис. 9.14) – різновид місцевого відсмоктування, коли повітроприймальний пристрій знаходиться на деякій відстані від джерела виділення шкідливості і навколишнє повітря може вільно поступати в зону дії всмоктувача.

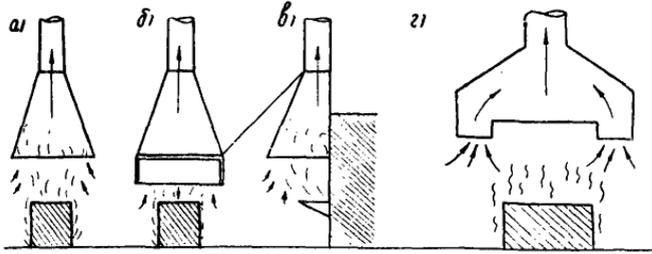


Рисунок 9.14 – Види витяжних зонтів:

а – індивідуальний зонтик; б – зонтик з відкидним фартухом; в – зонтик (козилок) над завантажувальним вікном печі; 4 – кільцевий відсмоктувач

Висота розташування зонтика над рівнем підлоги повинна бути 1,8...2,0 м. Для забезпечення рівномірності всмоктування кут при вершині не повинен перевищувати 60° . За монтажем можуть бути вбудовані, плоскі та купольні. Габарити повинні відповідати приладам, над якими вони встановлені (рис. 9.15).

Витяжні шафи і кожухи (рис. 9.16) – місцеві відсмоктувачі, в яких джерело виділення шкідливості знаходиться всередині повітроприймального пристрою. Кожухи відрізняються від шаф тільки формою – фігурна замість прямокутної.

Витяжні шафи (рис. 9.16) і кожухи є більш досконалішими, ніж зонтики. Розміщення джерела виділення шкідливості усередині шафи або кожуха сприяє кращому видаленню шкідливості і перешкоджає поширенню її в об'єм приміщення.

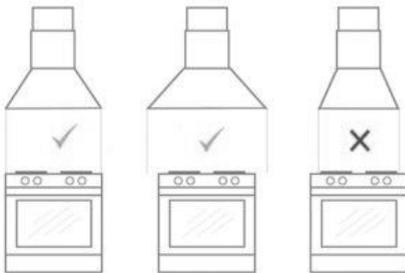


Рисунок 9.15 – Відповідність габаритів витяжних зонтів приладам, над якими вони встановлюються



Рисунок 9.16 – Витяжна шафа

Бортові відсмоктувачі (рис. 9.17) – використовуються для відсмоктування у тих місцях, де зона повинна бути відкрита зверху (наприклад, промислові ванни для занурення в них деталей).

Вентильовані стелі. Такі стелі виконують роль, аналогічну місцевому відсмоктувачу, що займає усю, або значну частину поверхні стелі. Серед приладів місцевих **припливних** систем найбільш поширеними є повітряно-теплові завіси (рис. 9.18, а) та повітряні душі (рис. 9.18, б), які утворюють місцеві, спрямовані потоки.

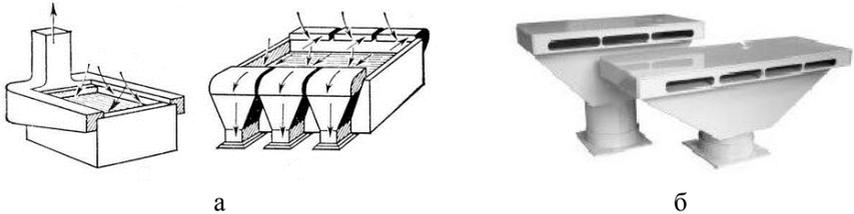


Рисунок 9.17 – Бортові відсмоктувачі:
а – принцип роботи; б – зовнішній вигляд

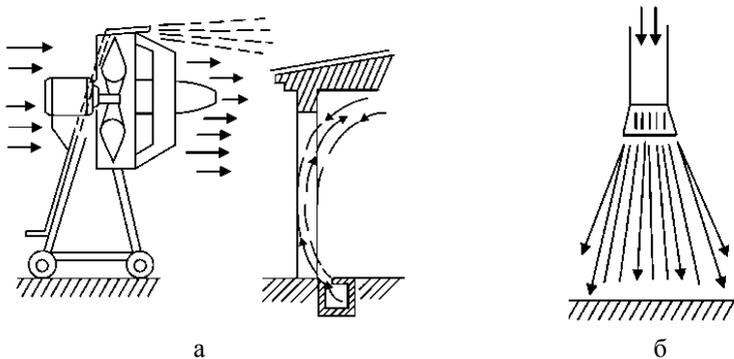


Рисунок 9.18 – Прилади місцевих припливних систем вентиляції:
а – повітряно-теплові завіси; б – повітряний душ

Повітряний режим будівлі

Включає в себе процеси руху повітря всередині приміщення, через зовнішні огорожувальні конструкції, рух повітря припливними та витяжними каналами і повітропроводами, а також обтікання споруд вітром.

Існують три задачі повітряного режиму будівлі: внутрішня, точкова (кінцева) та зовнішня.

Внутрішня задача повітряного режиму

– Розрахунок необхідного повітрообміну у приміщенні. *Повітрообмін* – це кількість повітря, яку необхідно подати або видалити з приміщення для підтримки нормованих параметрів внутрішнього повітряного середовища, а також його чистоти.

– Визначення параметрів внутрішнього повітря та розподілу їх по об'єму приміщення за різних варіантів подачі та видалення повітря.

- Визначення параметрів повітря у струменних течіях, які утворюються при дії припливної вентиляції.

- Розрахунок кількості шкідливих виділень, які надходять у приміщення.

- Створення нормальних умов на робочих місцях або в окремих частинах приміщень.

Точкова (кінцева) задача повітряного режиму

- Визначення кількості повітря, яке проходить через зовнішні огорожувальні конструкції, що призводить до втрат теплоти нагрітим повітрям, яке проходить через нещільності назовні, а також нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке надходить через нещільності в огорожах у приміщення.

- Розрахунок аерації, кінцевою метою якого є визначення площ припливних і витяжних аераційних отворів за відомого повітрообміну.

- Аеродинамічний розрахунок повітропроводів вентиляційних систем, каналів, шахт.

- Розробка заходів, спрямованих на захист приміщень від проривання зовнішнього холодного повітря, на запобігання перетікання забрудненого повітря з технологічно брудних у технологічно чисті приміщення.

- Зовнішня задача повітряного режиму.

- Розрахунок різниці тисків на внутрішній і зовнішній сторонах огорожі будівлі, яка виникає за рахунок дії сили вітру та гравітаційної сили.

- Розрахунок розсіювання шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу і розробка заходів, у результаті здійснення яких знижується негативна антропогенна дія на природу.

- Встановлення місць улаштування повітрязабірних шахт припливних вентиляційних систем залежно від аеродинаміки будівель.

- Розрахунок і прогнозування забруднення атмосфери шкідливими викидами з урахування розширення існуючих потужностей виробництв.

Рециркуляція повітря – це повторне використання відпрацьованого повітря з метою економії теплоенергетичних ресурсів для підігрівання зовнішнього холодного припливного повітря.

Рециркуляція повітря не допускається:

- з приміщень, в яких максимальна витрата зовнішнього повітря визначається масою шкідливих речовин 1-го та 2-го класу небезпечності, які надходять у приміщення;

- з приміщень, у повітрі яких є хвороботворні бактерії та грибки з концентраціями, які перевищують норми, або ті, які мають різкі неприємні запахи;

- з приміщень, у яких є шкідливі речовини;

- з приміщень категорій А та Б (крім повітряних та повітряно-теплових завіс біля зовнішніх воріт та дверей)

- з 5-метрових зон навколо обладнання, розташованого у приміщеннях категорій В, Г та Д, якщо у цих зонах можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші з горючих газів, пари, аерозолів з повітрям,
- із систем місцевих відсмоктувачів шкідливих речовин і пожежонебезпечних сумішей з повітрям
- з тамбурів-шлюзів.

Методи вентиляції (рух повітря всередині приміщення):

Вентиляція розбавленням – струмінь розподіляється приміщенням, перемішується з існуючим внутрішнім повітрям, розширюється, але втрачає швидкість.

Вентиляція витісненням – розподільники повітря розташовують на незначній висоті над підлогою. Правильно спроектована система забезпечує високу якість повітря.

Широкому застосуванню цієї системи перешкоджають:

- розподільники повітря мають великі розміри та займають багато місця;
- розподільники часто закриваються;
- через високу швидкість повітря виникає проблема протягів.

10.2. Кондиціонування

Кондиціонування – це автоматична підтримка в зачинених приміщеннях усіх або окремих параметрів повітря з метою забезпечення *оптимальних* мікрокліматичних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей, ведення технологічного процесу, забезпечення збереження цінностей.

Регламентується **ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування**. Кондиціонування є більш складною, потужною та досконалою системою, яка здатна забезпечити в приміщенні дотримання всіх параметрів повітря. Відрізняється від системи вентиляції наявністю джерела холоду та охолоджувача повітря. Вентиляцію та кондиціонування можна використовувати для опалення (в систему подається перегріте повітря).

За призначенням системи кондиціонування бувають комфортні та технологічні. Комфортні відповідають за створення та підтримання параметрів повітря, які задовольняють санітарно-гігієнічні норми, а технологічні – за створення та підтримання параметрів повітря, які задовольняють технологічні норми.

За режимом роботи системи кондиціонування бувають сезонні та річні (ті, що працюють протягом року).

За характером зв'язку з приміщенням – місцеві та центральні.

За схемою обробки повітря – рециркуляційні та прямоточні (працюють на зовнішньому повітрі).

За тиском системи кондиціонування бувають низького (до 1000 Па), середнього (до 3000 Па) та високого (більше 3000 Па) тиску.

За кількістю зон обслуговування бувають однозональні (для одного приміщення) та багатозональні (для декількох приміщень).

За наявністю власного тепла та холоду – автономні, які ззовні потребують лише електричної енергії та неавтономні.

За забезпеченням метеорологічних умов в приміщенні:

1. Першого класу - забезпечують необхідні для технологічного процесу параметри відповідно до нормативних документів;

2. Другого класу - забезпечують оптимальні санітарно-гігієнічні чи потрібні технологічні норми;

3. Третього класу - забезпечують допустимі норми, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією в теплий період року без використання штучного охолодження повітря.

Основною відмінністю системи кондиціонування від системи вентиляції є наявність холодоагенту та можливості проведення процесу охолодження повітря незалежно від температури зовнішнього повітря.

Охолодження у кондиціонерах здійснюється за рахунок поглинання тепла під час кипіння спеціальної рідини – фреону. Ефективність циклу охолодження оцінюють коефіцієнтом термічної ефективності. Якщо коефіцієнт термічної ефективності становить 2,5, то це значить, що на кожен одиницю електроенергії, яку споживає холодильна машина, виробляється 2,5 одиниці холоду.

Принцип роботи холодильної машини.

Охолодження здійснюється за рахунок поглинання тепла під час кипіння фреону. Фреон кипить в спеціальному теплообміннику – випарнику (рис. 9.19). В іншому теплообміннику – конденсаторі, під підвищеним тиском фреон конденсується, виділяючи поглинуте тепло. На виході з випарника фреон знаходиться у вигляді пари з низьким тиском та температурою. Він засмоктується компресором.

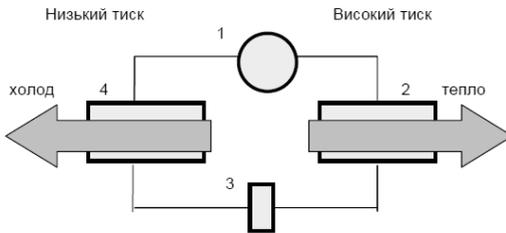


Рисунок 9.19 – Принцип роботи холодильної машини:

- 1 – компресор; 2 – конденсатор;
- 3 – регулятор потоку; 4 - випарник

Складовими елементами систем кондиціонування є (рис. 9.20):

- Кондиціонер;
- Джерело холоду;
- Магістральні повітропроводи;
- Повітропроводи у приміщеннях;
- Повітророзподільні та повітрозабірні пристрої.

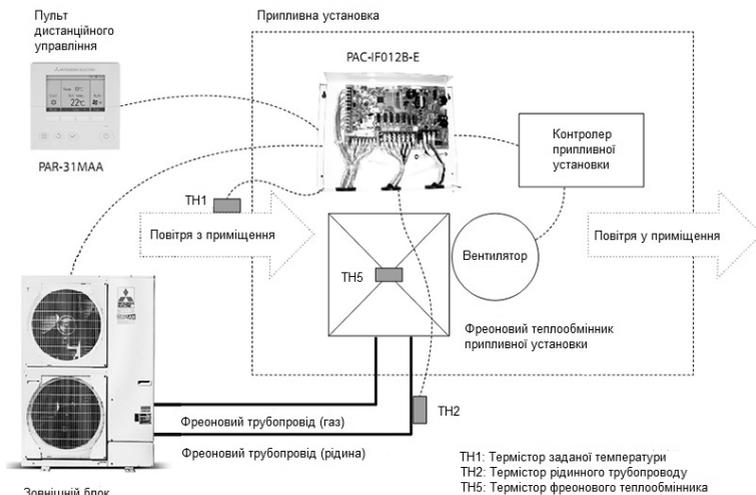


Рисунок 9.20 – Загальний принцип роботи системи кондиціонування

Види кондиціонерів.

Віконні – це одні з перших автономних кондиціонерів, які стали використовувати в житлових та офісних приміщеннях (рис. 9.21).

Технічні характеристики віконних кондиціонерів наступні:

- Продуктивність холоду становить від 1,5 до 7 кВт;
- Коефіцієнт термічної ефективності від 2,3 до 2,6;
- Електрична потужність до 2,5 кВт;
- Рівень шуму – 50...75 дБ.



Рисунок 9.21 – Віконний кондиціонер



Рисунок 9.22 – Спліт-система

Кондиціонери спліт-систем – отримали найбільше поширення для кондиціонування повітря житлових та офісних приміщень.

Складаються з внутрішнього (випарного) та зовнішнього (компресорно-конденсатного) блоків. Зовнішній блок розташовується на стіні будівлі, даху або балконі. Внутрішній блок безпосередньо у приміщенні, признача-

ється для охолодження чи нагрівання повітря. Блоки з'єднані між собою трубами та електричним кабелем.

Головною перевагою таких кондиціонерів є простота конструкції. Серед недоліків слід відзначити неможливість подачі в приміщення свіжого повітря.

Якщо потрібна обробка повітря в кількох приміщеннях, використовуються моделі, в яких до одного блоку приєднуються три-чотири (в деяких моделях до шести) внутрішніх блоків. Така система називається *мульти-спліт*.

За способом кріплення поділяють на настінні, колонні, підлогові, стельові, касетні (рис. 9.23).

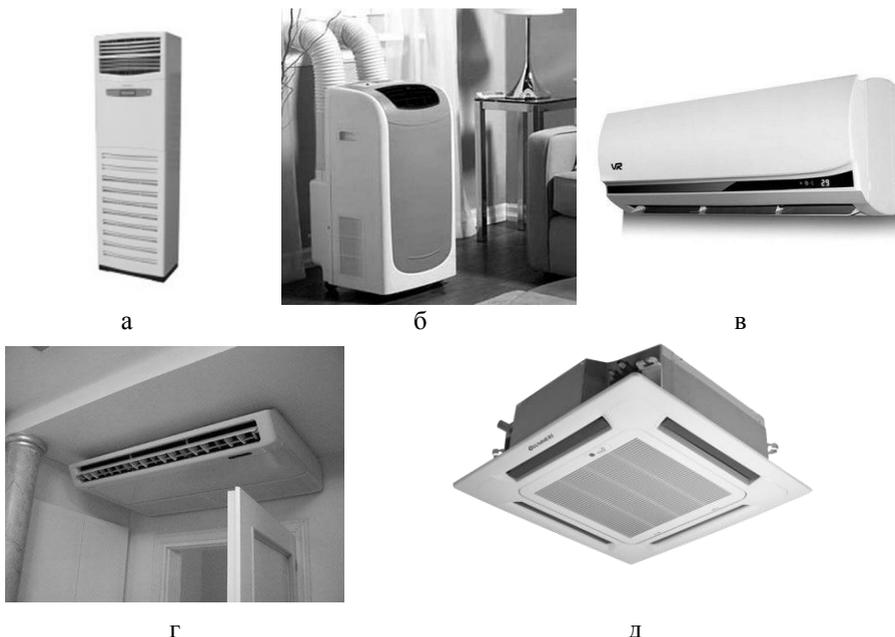


Рисунок 9.23 – Способи кріплення кондиціонерів спліт-систем:
а – колонні, б – підлогові, в – настінні, г – стельові, д - касетні

Дахові кондиціонери (рис. 9.24) – використовуються для обробки повітря у великих приміщеннях (супермаркети, спортзали, тощо).

Технічні характеристики:

– широкий діапазон теплової або холодильної потужності – 8...140 кВт;

– витрати повітря від 1500 до 25000 м³/год.

Шафові кондиціонери (рис. 9.25) – це моноблок, який встановлюється в приміщеннях, де потрібно щоденно та цілодобово регулювати температуру

та підтримувати чистоту повітря. Холодильна потужність – від 11 до 80 кВт. Можуть бути як з водяним (дешевші), так і з повітряним охолодженням конденсатора.

Перевагами таких кондиціонерів є простота монтажу та обслуговування, оскільки всі агрегати розташовані у внутрішньому блоці.



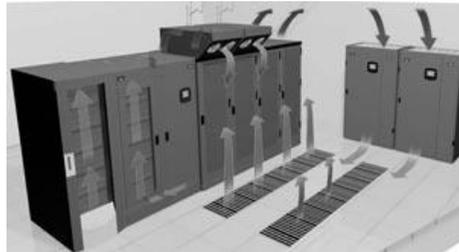
Рисунок 9.24 – Даховий кондиціонер



Рисунок 9.25 – Шафовий кондиціонер



а



б

Рисунок 9.26 – Прецизійний кондиціонер:

а – зовнішній вигляд; б – принцип повітрообміну в приміщенні

Прецизійні кондиціонери (рис. 9.26) – це різновид шафових, які обладнані системами мікропроцесорного управління і можуть підтримувати в приміщенні як температуру, так і вологість. Вони встановлюються в музеях, комп'ютерних залах, фармацевтичних лабораторіях, тощо.

Технічні характеристики:

- Мають точність підтримання температури в 1°C та вологості в 2%;
- Надійні в безперервній експлуатації;
- Працюють в широкому діапазоні температур зовнішнього повітря;
- Сумісні з системами диспетчерського контролю та управління мікрокліматом будівлі.

Кондиціонери з водяним охолодженням складаються з одного блоку, з повітряним охолодженням мають зовнішній і внутрішній блоки. Виконуються з нижньою або верхньою подачею повітря.

Системи з чиллерами та фанкойлами (рис. 9.27). Такі кондиціонери забезпечують регулювання температури у великій кількості приміщень – готелях, офісах, тощо. Джерелом холоду в такій системі є машина, яка охолоджує холодоносії і називається **чиллером**. **Фанкойл** – це агрегат, який встановлюється в приміщенні і складається з теплообмінника, фільтра та пульта управління.

Переваги:

- Велика гнучкість при кондиціюванні великої кількості приміщень (до одного чиллеру підключають велику кількість фанкойлів, які працюють незалежно один від одного);
- Регулюється не лише загальний тепловий режим будівлі, а й режим роботи кожного фанкойла;
- Можливість поступового нарощення потужностей;
- Необмежена віддаль від чиллера до фанкойлів.

Центральні кондиціонери (рис. 9.28) – це промисловий агрегат, який використовується для обробки повітря у великих промислових комерційних та адміністративних будівлях (басейн, закритий стадіон, промисловий цех, тощо). Такий кондиціонер є неавтономним, тобто для роботи йому потрібне зовнішнє джерело холоду.



Рисунок 9.27 – Система з чиллерами та фанкойлами

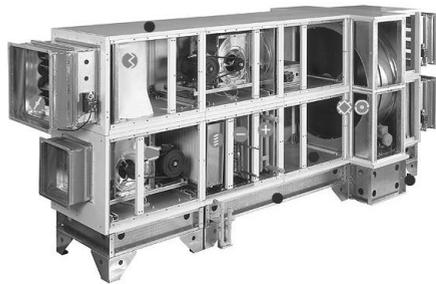


Рисунок 9.28 – Центральний кондиціонер

Основні цільові функції центрального кондиціонера:

- Комфортна вентиляція із рекуперацією тепла, нагріванням та охолодженням;
- Вентиляція та осушення повітря у приміщеннях басейнів;
- Промислова вентиляція з рекуперацією (повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання у тому ж самому технологічному процесі) та без рекуперації тепла.

Перевагами таких кондиціонерів є:

- При правильному проектуванні, монтажу, пусконаладці та експлуатації досягається висока енергоефективність;

- Обладнання розміщується в окремому приміщенні і не створює шуму для офісної будівлі;
- Можливий високий ступінь автоматизації та диспетчеризації;
- Мають високу ступінь надійності;
- Високий ступінь комфорту у всій будівлі.

Недоліки:

- Великі капітальні витрати;
- Складність на стадії проектування, монтажу, налагодження та експлуатації;
- Обов'язкова наявність служби експлуатації на об'єкті;
- Великі розміри повітропроводів;
- Перепрофілювання та перепланування будинків з центральною системою кондиціонування практично неможливі.

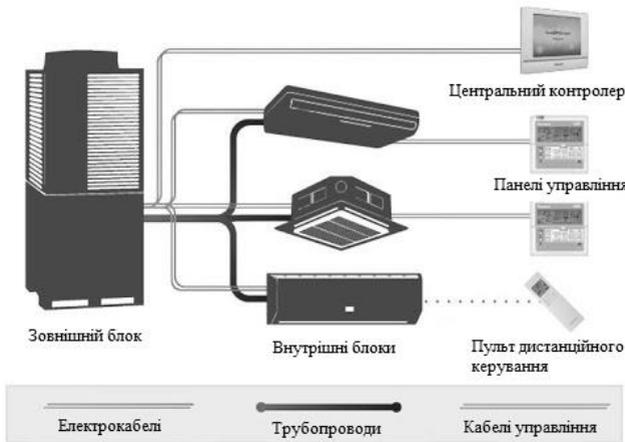


Рисунок 9.29 – Складові системи кондиціонування при установці центрального кондиціонера

Винні кондиціонери використовуються у винних сховищах для збереження дорогих вин. У таких приміщеннях завжди повинен витримуватись строго конкретний режим мікроклімату. Температура повітря – 12 °С, вологість повітря – 60-70%. Тільки за таких умов вино може зберігатися протягом довгого часу. При ідеальних умовах вино з кожним роком стає все краще та витриманіше.

Вертикальний транспорт

Вертикальний транспорт будівель і багатофункціональних комплексів є важливою складовою частиною інженерного обладнання будівель, яке забезпечує ефективне використання будівель і комплексів, комфортність роботи і проживання в них. Задачі проектування вертикального транспорту полягають у вивченні функціональних пасажиро- та вантажопотоків в будівлях та визначенні видів вертикального транспорту.

Розрахунок вертикального транспорту будівель полягає у визначенні:

- Кількості, вантажопідйомності і швидкості ліфтів, організації їх руху в будівлі;
- Кількості і параметрів ескалаторів і пасажирських конвеєрів;
- Кількості і параметрів підйомних платформ для маломобільних груп населення;
- Системи роботи ліфтів;
- Розміщення ліфтів та інших засобів вертикального транспорту в будівлі;
- Оптимального групування ліфтів.

Ліфт – це підйомник періодичної дії, в якому люди і вантажі переміщуються з одного рівня на інший у кабіні, що рухається вертикальними напрямними, встановленими на всю висоту шахт.

За призначенням ліфти поділяють на:

- Пасажирські – для підйому і спуску людей;
- Лікарняні – для підйому і спуску хворих на ліжках або на ношах разом із супроводжуваними особами;
- Вантажні;
- Вантажопасажирські – для підйому і спуску людей і вантажів; мають збільшену площу підлоги та розмір дверей;
- Промислові (рис. 10.1) – для встановлення в будівлях небезпечного виробництва (із запиленим середовищем, пожежо- та вибухонебезпечним середовищем, у середовищі, що містить агресивні гази);
- Вантажні платформи:

1. Вантажні з провідником (рис. 10.2) – для транспортування вантажів та супроводжуваних осіб;

2. Вантажні без провідника (рис. 10.3) – для транспортування тільки вантажів. Обладнуються зовнішнім управлінням, переміщення людей в таких ліфтах не допускається;

3. Вантажні малі (рис. 10.4) – використовуються як правило в ресторанах і кафе (для підйому продуктів харчування), бібліотеках, складах, тощо. Вантажопідйомність як правило від 5 до 300 кг. Підйом людей категорично забороняється.



Рисунок 10.1 – Промисловий ліфт



Рисунок 10.2 – Вантажна платформа з провідником



Рисунок 10.3 – Вантажна платформа без провідника



Рисунок 10.4 – Мала вантажна платформа

За конструкцією ліфти поділяють на:

- Вижимні – канати охоплюють кабінку знизу;
- Тротуарні (рис. 10.5) – кабінка виїжджає з підлоги. Тротуарний ліфт може бути вижимним;
- Вантажні з монорельсою, вбудованих в кабінку;
- Інвалідні платформи (рис. 10.6);
- Котеджні – відрізняються від звичайних пасажирських лише наступним: низьке енергоспоживання, можливість працювати в автономному режимі при перебоях електроживлення, мала вага, мінімальні габарити шахти;
- Пневмоліфти – працюють за рахунок повітря, яке викачується з циліндра в секції вище кабіни, вона починає підніматися під дією атмосферного тиску внизу кабіни.
- Гідроліфти – приводиться в дію роботою гідроциліндра;
- Будівельні підйомники (рис. 10.7) – призначені для підйому та подачі різних вантажів всередину отворів будівель або на дах;

- Ножицевидні підйомники (рис. 10.8) – фіксований підйомний пристрій, призначений для вертикального переміщення предметів з одного рівня на іншій;
- Системи паркування автомобілів (рис. 10.9);



Рисунок 10.5 – Вижимний тротуарний ліфт



Рисунок 10.6 – Інвалідна платформа



Рисунок 10.7 – Будівельні підйомники

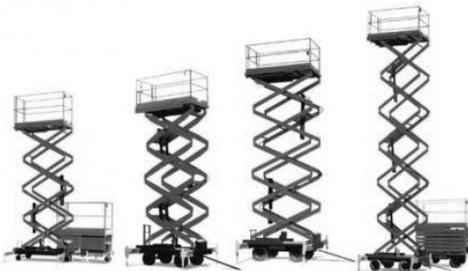


Рисунок 10.8 – Ножицевидні платформи



Рисунок 10.9 – Система паркування автомобілів

- Панорамні – не мають власних ліфтових шахт;
- Домашні ліфти – встановлюються в квартирах і житлових будинках з живленням від звичайної мережі 220 В змінного струму, здатні за мінімальної потужності (від 700 Вт) піднімати і опускати до 300 кг, потрібна мала вага ліфта для зменшення впливу на будівельні конструкції.

За конструкцією приводу поділяють на:

- 3 електричним приводом;
- 3 гідравлічним приводом;
- 3 пневматичним приводом.

Конструкція ліфту (рис. 10.10). Кабіна закріплена на сталевих тросах, перекинутих через шків (колесо з обіддям або з канавкою по ободу) приводного механізму. Даний механізм разом з апаратурою керування ліфтом знаходяться в машинному відділенні, розташованому у верхній частині шахти. Саме туди, по електричному дроту, протягнутому всередині шахти, передається сигнал з кабіни ліфта, де розташована кнопкова панель.

На одному з кінців сталевих канатів знаходяться противаги – вантажі, що врівноважують кабіну ліфта. Коли кабіна приводиться в рух, противаги рухаються в протилежну сторону. У гідравлічному ліфті противагу не використовують.

Кабіна ліфту. Буває самонесуча, каркасна та панорамна. Складається із стін, підлоги, стелі, елементів управління, приладів інформації та освітлення. Зверху кабіни встановлені пристрої безпеки – уловлювачі плавного гальмування, пристрої підвіски кабіни, пристрої та механізми відкриття дверей.

Противага – врівноважує вагу кабіни ліфту (складається з рами і вантажів). **Тягові канати** – з'єднують кабіну і противагу. **Портали (двері шахти)** – поверхові двері в шахту ліфта. Обладнані датчиками контролю і безпеки.

Лебідка (рис. 10.11). Необхідна для надання вертикального руху тягових канатів, які лежать в «струмках» канатоведучого шківа (КВШ). Лебідка складається з електродвигуна, редуктора, електромагнітного гальма та підрамника.

Станція керування ліфтом – управляє механізмами і контролює роботу ліфта. Відповідає за безпеку користування ліфтом.

Напрямні (рис. 10.12) – представляють собою рейки, які обмежують вільний хід кабіни і противаги в горизонтальній площині. Необхідні для рівного руху кабіни і противаги. На напрямних так само закріплені датчики і шунти положення кабіни, вони показують станції де знаходиться кабіна ліфта.

Обмежувачі швидкості (рис. 10.13) – основний елемент безпеки ліфта. При перевищенні швидкості руху подає сигнал станції керування і ліфт зупиняється, якщо не спрацьовує електронний захист, тоді спрацьовує механізм заклинювання кабіни на уловлювачах – кабіна повисає на напрямних.

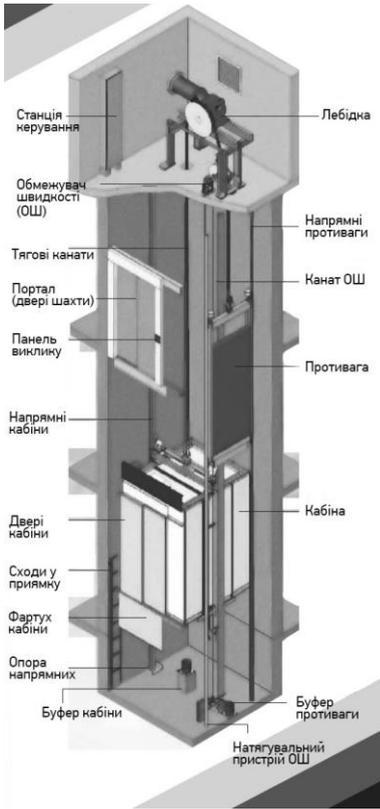


Рисунок 10.10 – Конструкція ліфту

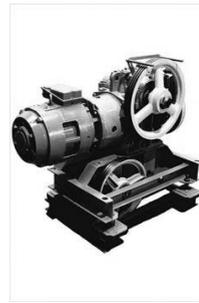


Рисунок 10.11 – Лебідка ліфту

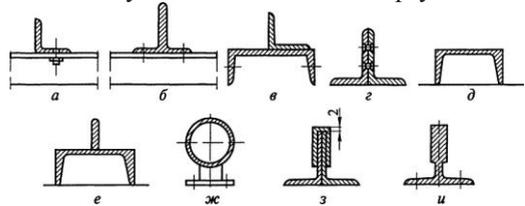


Рисунок 10.12 – Види напрямних ліфту



Рисунок 10.13 – Обмежувач швидкості

Вимоги до основних правил розміщення та функціонування вертикального транспорту будівель регламентуються ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення. За вказаним ДБН у житлових будинках з позначкою підлоги верхнього житлового поверху, яка перевищує позначку 8 м, **рекомендується** встановлювати **пасажирські** ліфти. Тобто, ліфт повинен бути встановлений при наявності в будівлі **4 і більше поверхів**. При 12 м і більше (від 5 поверхів) – встановлення **обов'язкове**.

Основні вимоги до ліфтів в залежності від поверховості будинку наведені в табл. 10.1. Таблиця складена з розрахунку: 18 м² загальної площі квартири на людину, висота поверху 2,8 м, інтервал руху ліфтів 81-100 с.

Ліфти вантажопідйомністю 630 або 1000 кг повинні мати габарити кабінні не менше ніж 2100 мм x 1100 мм.

У житлових будинках з поверховістю 20 поверхів і вище, в яких величини значень поповерхової площі квартири, висоти поверху і загальної площі

квартири, що припадає на одного мешканця, відрізняються від прийнятих в таблиці, кількість, вантажопідйомність і швидкість пасажирських ліфтів встановлюються розрахунком.

Таблиця 10.1. Вимоги до ліфтів в залежності від поверховості будинку

Поверховість будинку	Кількість ліфтів	Вантажопідйомність, кг	Швидкість, м/с	Найбільша поповерхова площа квартир, м ²
до 9	1	630 або 1000	1,0	600
10-17	2	400 630 або 1000		450-600
18-19	2	400 630 або 1000	1,6	450
20-25	3	400 630 або 1000 630 або 1000		350
20-25	4	400 400 630 або 1000 630 або 1000		450

У будинках з умовною висотою понад 26,5 м (11 і більше поверхів) виходи із ліфтів слід передбачати через ліфтові холи. Мінімальна ширина ліфтового холу при однорядному розташуванні ліфтів – не менше 1,2 м при вантажопідйомності 400 кг; для інших ліфтів – 1,6 м.

При дворядному розташуванні ширина ліфтового холу повинна бути не менше:

- 1,8 м – якщо ліфт глибиною кабіни менше 2100 мм;
- 2,5 м – ліфт з глибиною кабіни 2100 мм і більше.

Шахти і машинне приміщення ліфтів не повинні бути розташовані безпосередньо над житловими кімнатами, під ними, а також сумісно з ними.

Допускається сполучення ліфтами підземного гаража (паркінгу), який розташовано в цокольному, підвальному або підземному поверхах з першим поверхом житлового будинку за умови влаштування на поверсі гаража перед шахтами ліфту протипожежних тамбур-шлюзів 1-го типу.

Сполучення житлових поверхів будинку і підземного гаража (паркінгу), що має більше 2 підземних поверхів, допускається передбачати пожежним ліфтом із влаштуванням зупинок на житлових поверхах.

У житлових будинках з багаторівневими квартирами на верхніх поверхах зупинку пасажирських ліфтів допускається передбачати на одному з поверхів квартир. У житлових будинках з умовною висотою понад 47 м (16 по-

верхів та вище) слід передбачати пожежний ліфт вантажопідйомністю не менше 1000 кг.

Вимоги ДСТУ EN 81-1:2015 Норми безпеки до конструкції та експлуатації ліфтів.

Якщо не потрібно, щоб шахта ліфту слугувала захистом від пожежі, наприклад, для панорамних ліфтів, немає потреби, щоб шахта була цілком закрита за умови:

Висота закритої частини в місцях, як правило, доступних для людей, повинна бути достатньо, щоб запобігти:

- Небезпечному контакту із рухомими частинами ліфта;
- Втручанню в безпечну роботу ліфта протяганням руки або будь-якого предмета в руки до устаткування шахти.

Висота є достатньою, якщо вони відповідає рисункам, тобто:

- Не менше ніж 3,5 м на стороні дверей шахти;

Не менше ніж 2,5 м на інших сторонах із мінімальною горизонтальною відстанню 0,5 м до рухомих частин ліфта.

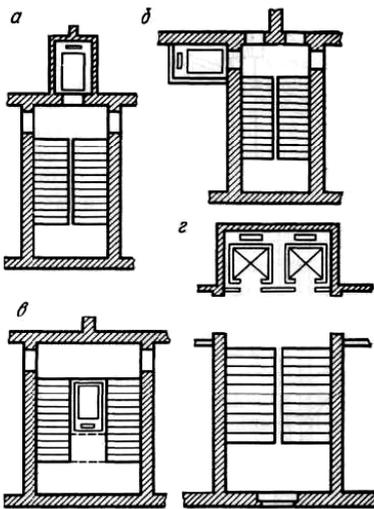


Рисунок 10.14 – Схеми розміщення ліфтових шахт у житлових будинках: а, г – в торці сходової клітки; б – біля бічної стіни; в – всередині сходової клітки

У громадських будівлях число ліфтів встановлюють за розрахунком, виходячи з функціональних потреб. Кількість пасажирських ліфтів повинна бути не менше 2. Другий ліфт дозволяється замінити вантажопасажирським ліфтом.

Ліфти слід розташовувати таким чином, щоб відстань від дверей ліфта до найвіддаленішого приміщення не перевищувала 60 м. В промислових будівлях розташування ліфтів повинно відповідати напрямку вантажопотоків.

При визначенні кількості ліфтів слід враховувати, що ліфтове обслуговування вважається відмінним, якщо пасажиру доводиться чекати ліфт не більше 30 с, хорошим – очікування не більше 45 с, задовільним – очікування 60 с. В житлових будинках допускається збільшення тривалості очікування до 1,5 хв.

Для офісних будівель критичними періодами є початок і кінець роботи, коли спостерігаються пікові односторонні потоки пасажирів.

Для житлових будівель пікові потоки також відмічаються в ранкові та вечірні години, однак інтенсивність цих потоків нижча.

Прогнозування потоків пасажирів здійснюється на базі наявних даних про характеристики потоків у існуючих будівлях аналогічного призначення з врахуванням особливостей проектування будівлі та місця її розташування

Патерностер (ліфт безперервної дії) – це багатокабінний підйомник з безперервним рухом, в якому одна частина кабіни підіймається нагору, а інша опускається вниз. Найчастіше використовуються для адміністративних будівель. З точки зору безпеки вони не пристосовані для використанні інвалідами. Крім того, введення патерностерів в експлуатацію заборонено в більшості країн.

Ескалатори відносять до класу підйомників безперервної дії, які зазвичай застосовують у громадських будівлях з інтенсивними пасажирськими потоками та метрополітені. Теоретична пропускна здатність ескалатору складає 10000 людей/год, але реально не більше 5000-6000 на підйом і до 7500 на спуск. Переваги та недоліки ескалаторів наведені в табл. 10.2.

За призначенням розрізняють пасажирські та вантажно-пасажирські. Ескалатори поділяють на два основні класи: тунельні та поверхові.

Таблиця 10.2 – Переваги та недоліки ескалаторів

Переваги:	Недоліки:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Мають більшу пропускну здатність, ніж ліфти чи фунікулери 2. Ескалатори являються транспортними машинами безперервної дії, тому пасажиру не потрібно чекати прибуття транспортного засобу 3. У випадку поломки ескалатор можна використовувати як звичайні сходи 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Як правило, дорожчі ліфтів та фунікулерів 2. У порівнянні з ліфтом ескалатор потребує більшої площі для установки 3. Ескалатор не можуть використовувати інваліди 4. Переміщення по будівлі одразу не декілька поверхів потребує пересадки 5. Ускладнено переміщення пасажирів з багажем

Кут нахилу ескалатора визначається за розрахунком. Як правило, якщо необхідно піднятися на висоту до 6 м, кут нахилу може бути 30-35 °, якщо більше 6 м – то кут нахилу може бути тільки 30°. Розмір сходинок мають єдиний стандарт – висота 20 см, довжина 40 см.

Цікаві факти про ескалатори.

– Перший в світі ескалатор з’явився у 1894 році як атракціон для туристів в парку Коні Айленд (Нью Йорк). Перший ескалатор в метрополітені встановили в 1911 році в Лондоні.

– Найдовший ескалатор в світі встановлений на станції «Адмиралтейская» у Санкт-Петербурзі. Довжина – 137,4 м, висота підйому – 68,7м.

- Найстаріший ескалатор в світі – поверховий у нью-йоркському універмазі «Macy's Herald Square» - діє з 1927 року.
- Найстаріші тунельні ескалатори функціонували з лютого 1944 року на станції «Бауманская» Московського метрополітену. В 2015 році почався їх демонтаж.
- Найстаріші ескалатори в Лондоні досить діють на станції «Грінфорд». Це останні ескалатори з дерев'яними сходами, які були встановлені в 1947 році.

Зміст

Вступ	3
1. Поняття та види інженерного обладнання будівель	5
2. Водопостачання населених пунктів.....	8
3. Внутрішній водопровід.....	31
4. Стічні води та санітарно-технічні прилади.....	47
5. Водовідведення.....	56
6. Газопостачання	71
7. Теплопостачання	85
8. Системи опалення	98
8.1. Системи водяного опалення	103
8.2. Системи парового опалення	119
8.3. Системи повітряного опалення	124
8.4. Пічне опалення.....	130
8.5. Системи газового опалення	132
8.6. Системи електричного опалення.....	134
8.7. Системи панельно-променевого опалення	135
8.8. Порівняння систем опалення	140
9. Опалювальні прилади, трубопроводи та арматура	145
9.1. Види опалювальних приладів.....	145
9.2. Труби та арматура.....	182
9.3. Утеплення конструкцій	192
10. Вентиляція та кондиціонування	195
10.1. Вентиляція	196
10.2. Кондиціонування	208
11. Вертикальний транспорт	215
Література	225

Література

1. Сашко В.О. Водопостачання. Навчальний посібник / В.О. Сашко, Т.М. Терещенко. – 2019. – 114 с.
2. Соколан Ю.С. Інженерне обладнання будівель. Частина І: Навчальний посібник для студентів, які навчаються за освітньо-професійною програмою підготовки бакалавра за спеціальністю 241 «Готельно-ресторанна справа» / Ю.С. Соколан. - Хмельницький: ХНУ, 2018. - 178 с.
3. Чикида І.В. Санітарно-технічне обладнання будівель. Навчальний посібник / І.В. Чикида. – 2012. – 98 с.
4. Пономарчук І.А. Вентиляція та кондиціонування повітря: Навчальний посібник / І.А. Пономарчук, О.Б. Волошин. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 121 с.
5. Шадура В.О. Водопостачання та водовідведення: навчальний посібник / В.О. Шадура, Н.В. Кравченко. – Рівне: НУВГП, 2018. – 343 с.
6. Кравченко В.С. Інженерне обладнання будівель: Підручник / В.С. Кравченко, Л.А. Саблій, В.І. Давидчук, Н.В. Кравченко. – Рівне: НУВГП, 2005. – 413 с.
7. Кузьмін О.В. Інженерне обладнання будівель: навч. посіб. / О.В. Кузьмін. - Доценък: ДонНУЕТ, 2014. – 248 с.
8. Терещенко Т.М. Труби та арматура. Навчальний посібник / Т.М. Терещенко. – 2016. – 83 с.
9. Кравченко В.С., Проценко С.Б., Кравченко К.В. Розрахунок систем інженерного обладнання будівель: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2016. – 495 с.
10. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Київ: Мінрегіон України, 2013.
11. ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
12. ДСТУ-Н Б В.2.5-45:2010. Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з проектування, монтажу та експлуатації внутрішніх систем холодного та гарячого водопостачання, опалення і охолодження з використанням мідних безшовних круглих труб.
13. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.
14. ДСТУ Б А.2.2-8:2010. Проектування. Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів.
15. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія.
16. ДБН В.2.5:28-2018. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення (зі зміною №1). – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018.
17. ДБН В.2.5-20-2001. Інженерне обладнання будинків і споруд. Газопостачання (Зі зміною №1 від 11.05.2010 р.). – Київ, 2001.
18. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013.

19. ДБН В.2.2-15-2005. Житлові будинки. Основні положення. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2005.
20. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – Наукове видання КНУБА, 2001-2017.
21. Сердюк В.Р. Енергозбереження в будівництві – вимога сьогодення. / В.Р. Сердюк, С.Ю. Франишина // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. - №4. – с. 17-21.
22. Сердюк В.Р. Удосконалення огорожуючих конструкцій як джерело зниження теплових витрат сучасної будівлі / В.Р. Сердюк, Т.В. Сердюк, С.Ю. Франишина // Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». – 2019. - с. 153-159
23. Теплова ізоляція будівель. Державні будівельні норми. ДБН В.2.6-31:2016. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13>.
24. Сердюк В.Р. Відбиваюча тепла ізоляція для утеплення будівель. / В.Р. Сердюк, Н. Дишкант // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, 14-23 березня 2018 року. – Вінниця. – 2018. – с. 2595-2599.
25. Пенофол: достоинства и недостатки утеплителя, разновидности и особенности применения. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://teplo.guru/uteplenie/utepliteli/harakteristiki-penofola.html>
26. Сердюк В. Р. Будівництво сучасних систем опалення з використанням різних видів палива [Текст]/В. Р. Сердюк, Н. О. Дишкант // Тези доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції «Ефективні технології в будівництві» (6-7 квітня 2017 р., м. Київ, КНУБА). – Київ : Видавництво Ліра-К, 2017. – 216 с. – С. 178-179.
27. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – Київ, Мінрегіонбуд України. – 2017. – 37 с.
28. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. – Київ, Мінрегіонбуд України. – 2018. – 22 с.
29. Аэрогель теплоизоляция. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.termoplex.ru/186-aerogel-teploizolyaciya-almalen.html>
30. Применение энергоэффективных ограждающих конструкций в современной архитектуре. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.openmarhi.ru/upload/iblock/26c/3.pdf>
31. Высокоэффективная теплоизоляция. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://facady.com/vysokoeffektivnaya-teploizolyaciya>
32. Утеплитель Пенофол. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://profidom.com.ua/stati/shkola-remonta-stroitelstvo/26856-uteplitel-penofol-mozhno-li-s-ego-pomoshchyu-uteplit-dom>
33. Пенофол фольгированный: описание характеристики и свойств [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uteplix.com/materialy/penofol-harakteristiki-i-svojstva.html>