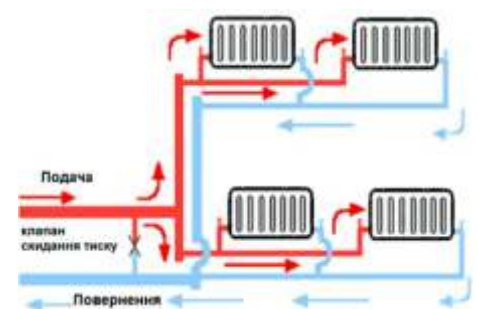
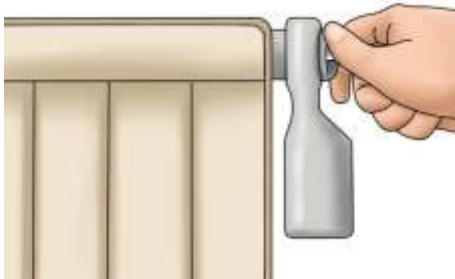
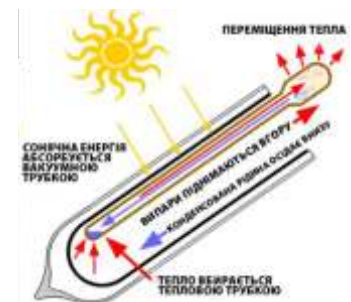
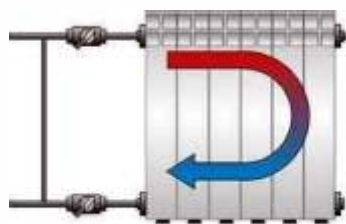
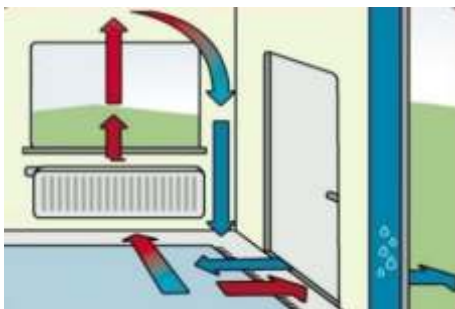


# УКРАЇНСЬКО-ШВЕЙЦАРСЬКИЙ ПРОЕКТ «ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНЕ ПАРТНЕРСТВО ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ»

## ОПАЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК





## **Опалення. Навчальний посібник. 2018 рік.**

Автор-упорядник: Глушко Ю. Ю.,

Над навчальним посібником також працювали: Безплько Н. О., Боброва Т. Б., Високос С. М., Гусев П. С., Заседателев І. В., Лебедев С. О., Сашко В. О., Семироз М. В., Терещенко Т. М., Черниш В. В.

Навчальний посібник для монтажників санітарно-технічних систем та устаткування розроблено та видано у рамках українсько-швейцарського проекту «Державно-приватне партнерство для поліпшення санітарно-технічної освіти в Україні», що фінансується Швейцарською агенцією розвитку та співробітництва (SDC) у партнерстві з компанією Геберіт Трейдінг (Geberit) та виконується Ресурсним центром ГУРТ за підтримки Міністерства освіти і науки України. Проект спрямований на створення сучасної системи підготовки учнів професійно-технічних навчальних закладів з професії монтажник санітарно-технічних систем та устаткування.

Виконавець проекту: Ресурсний центр ГУРТ (вул. Попудренка 52, офіс 609, м. Київ 02094; тел./факс: +38 (044) 296 10 52; е-пошта: info@gurt.org.ua; веб-сайт: www.gurt.org.ua).

Зміст навчального посібника є відповідальністю авторів. Зміст навчального посібника не обов'язково відображає офіційну позицію Швейцарської агенції розвитку та співробітництва (SDC), компанії Геберіт Трейдінг (Geberit) та Ресурсного центру ГУРТ.

Для розроблення навчального посібника використано матеріали надані компаніями Вайллант Група Україна (Vaillant), Сахара, Віло (Wilo), КАН (KAN) та Герц Україна (Herz).

Редагування та коректура: Слободянюк І.В.

Дизайн та верстка: Пономаренко Є.В.

Виготовлення: ТОВ «Фарбований лист»

Наклад: 400 примірників

© Ресурсний центр ГУРТ, 2018

# ЗМІСТ

## ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Фізіологічні основи	6
Історія розвитку опалення	9
Класифікація опалювальних приладів систем водяного опалення	10
Будова, характеристики та види сталевих радіаторів	11
Будова, характеристики та види алюмінієвих радіаторів	15
Будова, характеристики та види біметалевих радіаторів	17
Будова, характеристики чавунних радіаторів	19
Способи підключення опалювальних приладів	21
Вимоги до розміщення радіаторів	23
Вузли підключення опалювальних приладів	24
Теплоносій для системи опалення: вода і водопідготування	28
Опалювальні котли, їх призначення та будова	30
Насоси у системах опалення	44
Класифікація систем опалення	47
Монтаж опалювальних приладів	55
Підлогове опалення	57
Настінне опалення	64
Теплові мережі	66
Індивідуальні теплові пункти та вузли вводу	68
Технологія прокладання трубопроводів опалення	73
Проект індивідуального опалення	75
Технологія монтажу опалювальної системи	78
Гідравлічне та пневматичне випробування трубопроводів систем опалення	81
Типові помилки під час монтажу систем опалення	84
Технічне обслуговування системи теплопостачання та опалення	86
Джерела відновлювальної енергії	88
Умовні графічні зображення і позначки елементів за ДСТУ Б А.2.4-8:2009	98



# ЗМІСТ

## РОБОЧИЙ ЗОШИТ

Фізіологічні основи	103
Історія розвитку опалення	104
Класифікація опалювальних приладів систем водяного та парового опалення	105
Будова, характеристики та види сталевих радіаторів	106
Будова, характеристики та види алюмінієвих радіаторів	107
Будова, характеристики та види біметалевих радіаторів	108
Будова, характеристики чавунних радіаторів	109
Способи підключення опалювальних приладів	110
Вимоги до розміщення радіаторів	111
Вузли підключення опалювальних приладів	112
Теплоносій для системи опалення: вода і водопідготування	113
Опалювальні котли, їх призначення і будова	114
Насоси у системах опалення	115
Види систем опалення	116
Монтаж опалювальних приладів	119
Підлогове опалення	120
Настінне опалення	121
Теплові мережі	122
Індивідуальні теплові пункти та вузли вводу	123
Технологія прокладання трубопроводів опалення	124
Проект індивідуального опалення	125
Технологія монтажу опалювальної системи	126
Гідравлічне та пневматичне випробування трубопроводів систем опалення	127
Типові помилки під час монтажу систем опалення	128
Технічне обслуговування системи опалення	129
Джерела відновлювальної енергії	130
Сонячні колектори для теплопостачання	131
Контрольні запитання	132

## ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ

### Тепловий баланс людського організму

#### Виділення тепла

Для того, щоб в організмі людини всі життєві процеси могли протікати нормально, вона повинна постійно мати певну температуру. Внутрішня температура тіла в нормальному стані становить  $37^{\circ}\text{C}$ . Необхідне для цього тепло виробляється організмом шляхом окислення («спалювання») харчових складових, які з кишківника всмоктуються в кров при подачі з повітря кисню, який людина вдихає разом з повітрям, і який транспортується з кров'ю по всьому організму.

Під час фізичної праці і під час руху виробляється додаткове тепло; чим важча робота, тим більше тепла.

Є також люди, які через свої фізичні та психічні особливості характеру схильні до того, щоб тривалий час виробляти або занадто мало, або занадто багато тепла.

#### Кількість виділення тепла

Тепло, що виробляється організмом людини, різними способами виділяється в навколишнє середовище, як показано нижче на рисунку:

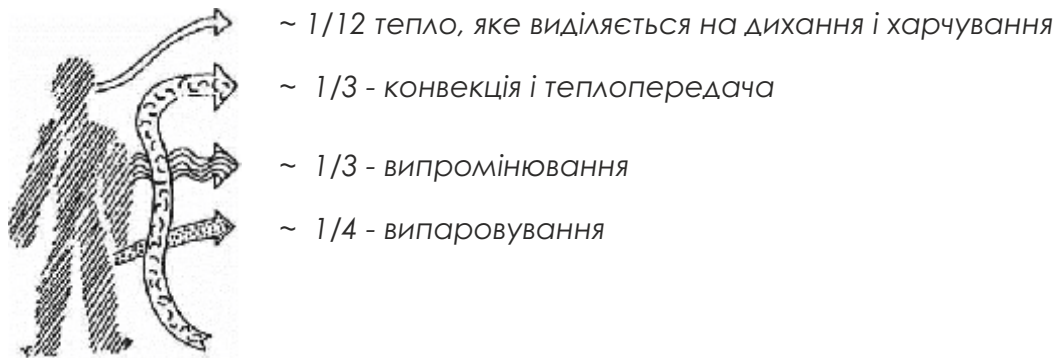


Рис. 1 Типи тепловиділення людей при кімнатній температурі

Вказані пропорції в значній мірі залежать від температури повітря. Починаючи з  $27^{\circ}\text{C}$  серед інших типів переважає тепловиділення за рахунок випаровування: людина починає сильно потіти. При температурі  $34^{\circ}\text{C}$  - середня температура поверхні тіла - тепло тіла виділяється тільки шляхом випаровування, тому що жодного перепаду температур в навколишньому середовищі більше не виникає.

При постійному підвищенні температури повітря тіло людини намагається автоматично підлаштувати виділення тепла до зовнішніх температурних умов:

- Завдяки циркуляції крові в приповерхневих шарах тканин. Через розширення судин і відкриття додаткових кровоносних судин площа теплопередачі може збільшитися до  $6300\text{ м}^2$ .
- За допомогою виділення вологи через близько 2,5 мільйонів потових залоз. Необхідна для випаровування теплота головним чином виділяється з організму. Але якщо судини розширюються під впливом високої температури повітря так, що з органів виділяється занадто багато крові, то в такому випадку кров'яний тиск значно знижується.

Результатом цього стає нестача в мозку крові, що призводить до втрати свідомості. Це і називається **тепловим ударом**. Замерзання або відчуття спеки застерігає людину і змушує її більше або менше рухатися, одягати або знімати предмети одягу або перейти в комфортніше місце. Таким чином людина підтримує саморегуляцію свого тіла.

#### Тепловий комфорт

Розрізняють два види станів, в яких людина хоче перебувати:

1. Тепловий комфорт виникає тоді, коли людині ані занадто жарко, ані занадто холодно. Таким чином вона не відчуває свого тіла. Це – нейтральний стан, який не викликає ані позитивних, ані негативних відчуттів.
2. Тепловий комфорт відчувається тоді, коли свідомо виникає приємне відчуття тепла порівняно з відчуттям холоду. Наприклад: коли людина заходить в тепле приміщення після зимового холоду,

або переходить від холодного кутка кімнати до печі, або споглядає зимовий пейзаж через вікно теплої кімнати.

Окрім високої температури, є й інші визначальні фактори комфорту:

- геометрія простору;
- внутрішній інтер'єр і облаштування кімнати;
- кольори;
- світло;
- акустика.

#### **Визначальні фактори теплового комфорту**

Відповідно до визначення, тепловий комфорт поширюється на більш тривале перебування (в стійкому стані) в умовах помірного клімату при рівномірному фізичному навантаженні.

#### **Визначальні фактори включають:**

##### **1. В навколишньому середовищі:**

- температура повітря в приміщенні 20-25°C;
- температура випромінювання. Різниця між температурою повітря в приміщенні і температурою поверхні землі 2-3K;
- швидкість вітру менше ніж 0,25 м/с (при 25°C);
- відносна вологість повітря 35 - 70%;

##### **2. Індивідуально:**

- одяг;
- активність.

#### **Температура повітря в приміщенні**

Як правило, температура повітря в приміщенні 20°C є достатньою для житлових кімнат і кімнат відпочинку. Крім того, вона відповідає встановленим стандартам (ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 «Ергономіка теплового середовища», ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»). Але далі буде показано, що останні п'ять факторів визначають, чи справді температура 20°C є достатньою або надто високою. Виникають значні відмінності щодо необхідної температури повітря в приміщенні, які залежать від віку, статі, стану здоров'я і психічного здоров'я жителів і користувачів.

#### **Температура випромінювання**

При температурі повітря в приміщенні 20°C, температура поверхні тіла людини, порівняно з температурою на поверхні предмета одягу в середньому становить 25 - 28°C. Температура поверхні деталей інтер'єру, які обмежені приміщенням, є набагато нижчою. При температурі атмосферного повітря - 10°C, відповідно до наступних умов, вона складає:

- одинарне вікно - 1°C;
- подвійна теплова і звукоізоляція - 8°C;
- цегляна кладка 30 см - 15°C;
- зовнішня стіна з  $k = 0,4 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  - 18,5°C;
- роздільна стінка - 20°C (як температура повітря).

Тіло втрачає тепло за рахунок випромінювання на цих поверхнях. З іншого боку, воно отримує тепло від поверхонь, які нагріваються вище 25–28°C, таких як, наприклад, радіатори, дерев'яні стіни, кахельна піч. В результаті інтенсивність випромінювання нагрітих поверхонь на місце перебування в приміщенні повинна бути такою, щоб міра біологічно необхідного охолодження тіла не перевищувала і не була нижчою за норму. Таким чином, тіло не повинно виділяти ані занадто багато, ані занадто мало тепла.

Що нижчою є середня температура поверхні стін і стель, то вищою повинна бути температура повітря, для того, щоб забезпечити тепловий комфорт.

В середньому, люди відчують себе комфортно в приміщеннях будинків і офісів, коли відчутна температура становить близько 21°C.

#### **Швидкість вітру**

Що швидше повітря проходить по поверхні, то більше тепла передається за рахунок конвекції між повітрям і предметом поверхні або тілом. Людина відчуває рух холоднішого повітря як потік вітру. При цьому частини тіла відчують це по-різному. Вітер в спину викликає в людини неприємніші відчуття, ніж вітер в обличчя.

#### **Рух повітря викликаний наступними причинами:**

- Повітропроникність зовнішніх конструкцій будівлі;

- Віконні, дверні проміжки, щілини в елементах конструкцій, тонкі заслінки каміну і т.д.;
- Природна конвекція через радіатори і холодні зовнішні поверхні.

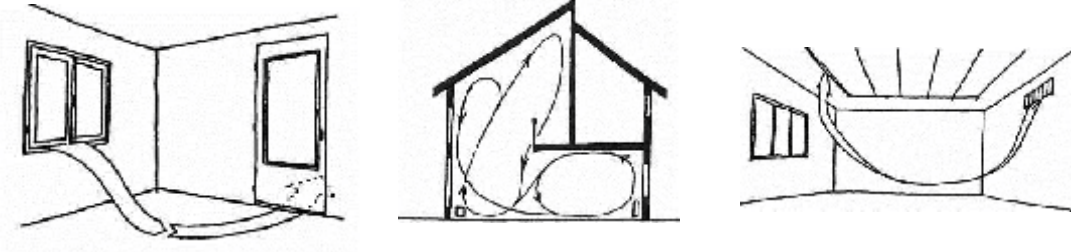


Рис.2 Рух повітря в приміщенні

### Вентиляційне обладнання

Системи витяжної вентиляції і підведення повітря.

Загальновідоме правило: швидкість повітря при температурі повітря навколишнього середовища  $20^{\circ}\text{C}$  не повинна перевищувати величину  $0,12\text{ м/с}$ . Це значення є найнижчим граничним значенням вимірювальних приладів! Для порівняння, суха сніжинка падає зі швидкістю приблизно  $0,2\text{ м/с}$ .

При звичній кімнатній температурі вплив вологості на чутливість до тепла є низьким. Нижня межа комфорту - близько  $35\%$  вологості, оскільки в сухому повітрі вивільняється більше пилу.

## ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ОПАЛЕННЯ

**Опалення** – штучний обігрів приміщень протягом опалювального періоду з метою відшкодування в них теплових втрат 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 — котли опалювальні, мережеві насоси, теплові мережі, пристрої автоматичної підтримки температури в приміщеннях, радіатори опалення, конвектори та інші.

Системи опалення будинку так міцно увійшли в наше життя, що неможливо уявити, що в далекому минулому вони були зовсім іншими. Історія опалення безпосередньо пов'язана з розвитком людства. І за рівнем опалювальних систем можна навіть судити про розвиток всієї цивілізації. Зараз точно не можна визначити, в який саме момент люди стали палити багаття, щоб опалювати приміщення, в яких вони жили. Але саме це стало початком розвитку звичної для нас системи опалення житлового будинку.



Рис.3 Опалення житла первісної людини



Рис.4 Система опалення «гіпокауст» часів Римської Імперії

Пізніше стали з'являтися прообрази печей, які були знайдені під час проведення різних археологічних розкопок. Це були перші кроки на шляху створення опалення в холодну пору. Наступним етапом розвитку вважаються системи опалення будинку в Древньому Римі. Саме там система повітряного опалення досягає свого розвитку. У римських будинках тепле повітря надходило по спеціальних каналах в стінах і підлозі з підвалу, де воно нагрівався за допомогою печі. Таким чином, якісно прогрівається все приміщення. Звичайно, такі системи опалення будинку були доступні лише заможним громадянам.

Але після падіння Великої Римської імперії опалення знову скотилося на рівень примітивного вогнища. Люди використовували в опаленні цегляні і кам'яні печі з димарями, через які виводилися різні продукти горіння, а також відлітало і нагріте повітря. Справжнім проривом був винахід парового двигуна, це дозволило організувати якісне опалення житлових будинків.

Сучасна система опалення замського будинку передбачає використання батарей, які були винайдені в 1855 році. На той момент конструкція складалася з каркасу, в який входили труби і вертикальні диски, що забезпечують високий ступінь тепловіддачі. Аж до початку 20 століття опалення функціонувало виключно на дровах або вугіллі.

У 1875 році почала застосовуватися система водяного опалення. Підігрів води здійснювався в невеликому чані, який був встановлений в кухонному вогнищі.



Рис.5 Сучасна система опалювання



## КЛАСИФІКАЦІЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

Опалювальні прилади є основним елементом системи опалення.

**Система опалення** - це сукупність технічних елементів, призначених для отримання, перенесення і передавання необхідної кількості теплоти для підтримання температури на заданому рівні в усіх приміщеннях які обігріваються.

**Основні конструктивні елементи системи опалення:**

- **теплоджерело** (теплогенератор при місцевому або теплообмінник при централізованому теплопостачанні) - елемент для отримання теплоти;
- **теплопроводи** - елемент для перенесення теплоти від джерела тепла до опалювальних приладів;
- **опалювальні прилади** - елемент для передачі теплоти в приміщення.

**Радіатор** (латинською «випромінювач») — пристрій для розсіювання тепла у повітрі (випромінюванням та конвекцією), повітряний теплообмінник.

Гаряча рідина надходить по трубах і нагріває секції радіаторів, які, в свою чергу, випромінюють тепло в навколишній простір.

Існують **два основних види передачі тепла** від джерела в навколишній простір.

Перший - **конвективний**.

Він полягає в нагріванні повітря нагрівальними пристроями.

Другий спосіб передачі тепла - **випромінюванням**. Вид теплопередачі, при якому енергія передається за допомогою електромагнітних хвиль.

**Теплопередачею** називається процес перенесення теплоти від більш нагрітого ("гарячого") теплоносія до менш нагрітого ("холодного") теплоносія через роздільну стінку. Теплопередача являє собою складний теплообмін, який складається із ланцюжка окремих його видів. Від гарячого теплоносія до стінки перенесення теплоти здійснюється конвективним теплообміном. У середині стінки теплота переноситься теплопровідністю. Від стінки до холодного теплоносія теплота переноситься конвективним теплообміном.

Стандартний радіатор віддає одну третину теплоти випромінюванням і дві третини - конвекцією. Співвідношення способів тепловіддачі залежить від виду опалювальних радіаторів.

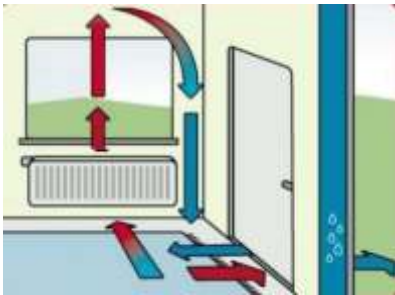


Рис.6 Конвекція



Рис.7 Випромінювання

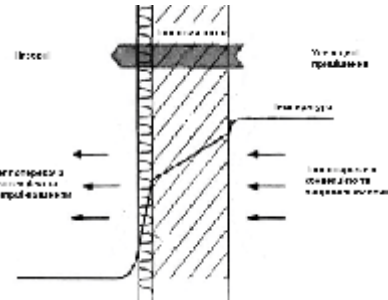


Рис.8 Теплопередача

**За матеріалом виготовлення радіатори діляться на:**

- сталеві;
- алюмінієві;
- біметалеві (з двох матеріалів - сталі та алюмінію);
- чавунні.

## БУДОВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ВИДИ СТАЛЕВИХ РАДІАТОРІВ

Даний тип обігрівальних приладів є найпоширенішим для власників приватних будинків. Це можна пояснити тим, що вони коштують відносно недорого, а в порівнянні з алюмінієвими радіаторами, вони мають більш високі параметри тепловіддачі.

За показниками теплопровідності сталь знаходиться між чавуном і алюмінієм. Для виготовлення радіаторів використовуються матеріали, стійкі до корозії, проте в періоди, коли система не заповнена водою, в неї потрапляє повітря, тому корозійні процеси неминучі. Завдяки великій поверхні теплообміну сталеві радіатори економічніші ніж чавунні приблизно в 7 разів, що забезпечує незмінний інтерес покупців до них. При належному догляді і своєчасному ремонті опалювальні прилади здатні служити протягом тривалого часу.

Сталеві радіатори опалення бувають трьох конструктивних видів:

- трубчасті,
- панельні,
- пластинчасті (конвектори).

### СТАЛЕВІ ТРУБЧАСТІ РАДІАТОРИ ОПАЛЕННЯ

Трубчасті радіатори складаються з двох горизонтальних трубок (колекторів), з'єднаних один з одним вертикальними трубками.

Потужність трубчастого радіатора залежить від його висоти і від числа рядів вертикальних трубок.

Випускають моделі таких радіаторів висотою від 30 см до 3 м. Кількість рядів вертикальних трубок буває від 1 до 6.

#### Переваги:

- у сталевих трубчастих радіаторах легко регулювати температуру, так як в них міститься порівняно невеликий об'єм теплоносія;
- форма трубчастих радіаторів забезпечує їх гігієнічність і травмобезпечність.

#### Недоліки:

- стінки трубок мають малу товщину (це більше стосується іноземних моделей);
- схильність до корозії внутрішніх поверхонь трубок через відсутність у них захисного покриття.

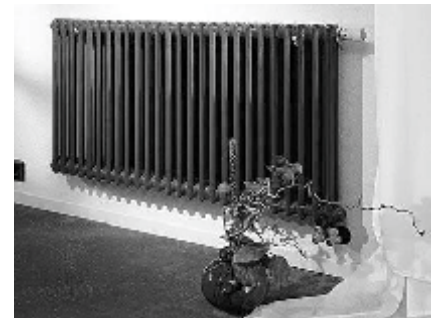


Рис.9 Сталевий радіатор

### СТАЛЕВІ ПАНЕЛЬНІ РАДІАТОРИ ОПАЛЕННЯ

Ці радіатори представляють собою прямокутні панелі.

Панельний радіатор виконаний з двох сталевих листів, зварених між собою. У листах видавлені вертикальні канавки, по яких циркулює теплоносій.



Рис10. Сталеві панельні радіатори

Сталеві панельні радіатори виконуються з однієї, двох або трьох панелей. До тильної сторони цих панелей приварені вертикальні труби для посилення конвекції.

Панельні радіатори випускаються висотою 300 ... 900 мм, довжиною до 3 м, глибиною 60 ... 165 мм.

#### Переваги:

- мала маса, завдяки чому їх можна монтувати в поодиночці, не потрібні потужні кронштейни, а також матеріалом стін може бути не тільки бетон або цегла, а й дерево і якась обшивка каркаса (як, напевно, ви здогадалися, порівняння проводиться з радіаторами чавунними);
- у панельних радіаторах легко управляти температурою теплоносія, через малу теплову інерційність цих опалювальних приладів.

**Недоліки:**

- панельні радіатори опалення розраховані на малий тиск (6-8 атмосфер - робочий і до 13 атмосфер випробувальний), звідси їх чутливість до гідроударів;
- внутрішня поверхня панелей схильна до корозії;
- погана гігієнічність, так як між панелями накопичується пил і павутина, а дістатися до цього бруду вельми складно.

З усього вище сказаного робимо висновки: панельні радіатори доцільно встановлювати в приватних будинках і подбати про якість теплоносія.

**Типи панельних сталевих радіаторів**

Всі типи панельних радіаторів відрізняються за кількістю панелей, а також наявності або відсутності ребрення (конвекторів). Все це впливає на теплопередачу. Конвектори - це П-подібні сталеві ребра, приварені до панелей зсередини. Випускаються радіатори: відкриті і закриті ґратами з боків і зверху. Для прибирання простіше відкритий радіатор, а закритий виглядає естетичніше і тепловіддача у нього вища.

**Тип 10**

Радіатори даного типу не мають ні конвектора, ні ґрат, а тільки одну нагрівальну панель. Цифра «1» означає, що ряд панелей один, а «0» - те, що ребра відсутні. Немає конвекції - немає і пилу, який неодмінно її супроводжує. Тому для лікарні чи дитячого садка вони є чудовим варіантом. Відсутність бічних стінок і решітки робить прибирання максимально простим.

**Тип 11**

Тут теж один ряд панелей, на тильній стороні яких є ребра. Верхньої решітки немає. Завдяки наявності ребер нагрів відбувається швидше, ніж у типу 10. Прибирання потрібно виконувати більш ретельно (конвекція притягує пил).

**Тип 20**

Рядів панелей - два, але конвектор (ребра) відсутній. Є решітка для виходу повітря. Потужність вище, ніж у однорядних моделей.

**Тип 21**

Два ряди панелей, але вже з конвекторними ребрами, змонтованими між панелями. Зверху радіатор закритий кожухом.

**Тип 22**

Панелей - дві, до кожної з них приварений конвектор. Зовні надітий кожух. Цей тип радіаторів найбільш популярний.

**Тип 30**

Панелей три ряди, конвектори відсутні, зверху радіатор закритий ґратами.

**Тип 33**

Між трьома рядами панелей зроблено конвективні ребра (три ряди). Є кожух. Цей тип радіаторів є найпотужнішим, який дає найбільше тепла і швидко нагрівається. Але і пилу він збирає більше всіх.

**Увага!** Найбільш популярним типом панельних радіаторів є 22 тип. Він має досить велику потужність і при цьому є компактною приладом, тому багато хто віддає перевагу саме йому.

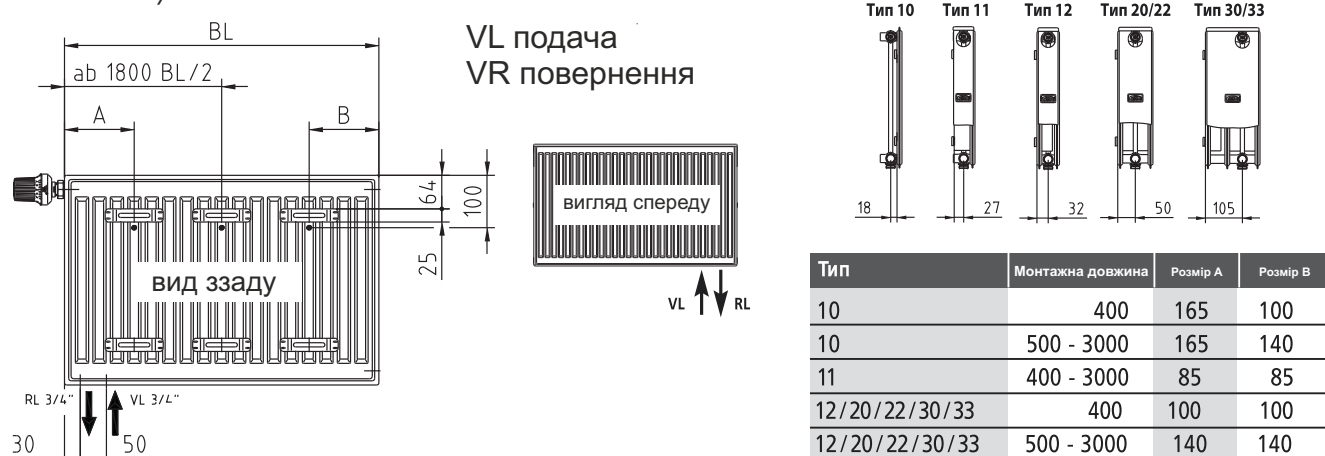


Рис. 11 Типи панельних сталевих радіаторів



## СТАЛЕВІ ПЛАСТИНЧАСТІ РАДІАТОРИ ОПАЛЕННЯ (КОНВЕКТОРИ)

Теплоносій в конвекторі рухається по прямих або зігнутих трубах (які бувають не тільки сталеві, а й мідні). На ці труби насаджені металеві пластини, мета яких збільшити тепловіддачу конвектора. **Розрізняють:**

- вбудовуванні в підлогу конвектори
- підлогові конвектори
- плінтусні конвектори

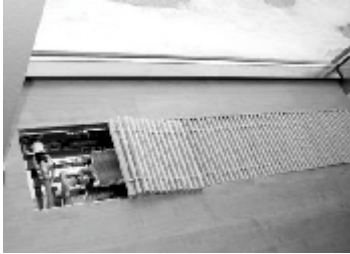


Рис. 12 Вбудований в підлогу конвектор

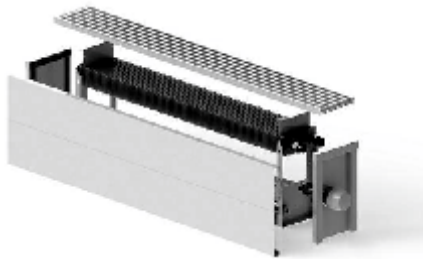


Рис. 13 Підлоговий конвектор

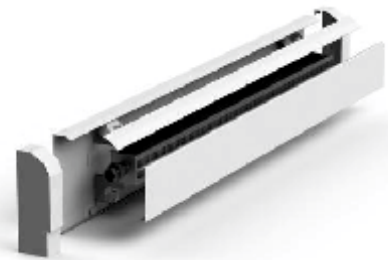


Рис. 14 Плінтусний конвектор

### Переваги:

- сталеві конвектори дуже надійні проти проривів і протікання;
- не дивлячись на те, що нагріваються конвектори до високої температури, обпектися об них неможливо, так як поверхню конвектора захищено кожухом, температура якого не більше 40°;
- у сучасному дизайні часто присутні панорамні вікна, вітрини, скляні фасади, що утруднює використання стандартної системи водяного опалення. Кращим рішенням у таких випадках є вбудовуванні в підлогу конвектори;
- конвектори добре підходять для високих приміщень, так як ці прилади створюють свого роду теплову завісу: нагріте повітря від них спрямовується вгору і піднімається на значну висоту;
- температуру в конвекторах можна регулювати автоматично за допомогою терморегуляторів.

### Недоліки:

- потужний вертикальний потік нагрітого повітря, створюваний конвектором - не тільки плюс, але й мінус даного опалювального приладу, так як приміщення прогрівається нерівномірно по висоті;
- тепловіддача конвектора може зменшуватися з часом через осідання на ньому пилу, а очищати пластини важко;
- наявність міді в конвекторі (в деяких моделях) може призвести до електрохімічної корозії елементів системи, якщо це не врахувати;
- кілька «затрапезний» вид старих моделей (втім, сучасні моделі цього недоліку позбавлені).

**Таким чином, сталеві радіатори опалення мають такі переваги та недоліки:**

### Переваги:

- завдяки тому, що вони мають досить просту конструкцію, такі радіатори прослужать тривалий термін. Вони мають досить високу міцність, а товщина стінок становить від 1,2 до 1,5 мм;
- простий монтаж сталевих радіаторів опалення;
- для виготовлення подібних опалювальних приладів використовується метал високої якості, вони здатні витримати досить високий робочий тиск. Такі радіатори опалення з нержавіючої сталі найкраще підходять для будівель індивідуального характеру. В індивідуальній системі

опалення не спостерігається такого високого тиску, як у багатоповерхових будинках, тому сталеві радіатори зможуть прослужити досить тривалий час. До того ж, такі радіатори зможуть працювати без жодних перебоїв;

- для виготовлення таких радіаторів використовуються нескладні технології, тому їх роздрібна ціна порівняно низька. Виходячи з цього показника, можна вибрати радіатор найбільш підходящий для конкретного приміщення;
- сталеві радіатори мають досить хорошу стійкість до ударів гідравлічного характеру. Секції таких радіаторів зварюються без використання різних прокладок, тому вони мають високу стійкість до пошкоджень механічного характеру;
- зовнішній вигляд – це найголовніша перевага подібних радіаторів. Сталеві радіатори опалення можна пофарбувати в будь-який колір, який вам більше всього до вподоби. Їх можна розміщувати горизонтально, під кутом або вертикально. Також можна доповнити кількість секцій до таких радіаторів. За допомогою сталевих радіаторів опалення можна обігріти приміщення з будь якою площею;
- сталеві радіатори – це досить універсальні пристрої. Їх можна використовувати практично з будь-якими кріпильними матеріалами, вони зазвичай продаються у комплекті з кріпильними елементами. Завдяки цьому їх монтаж можна здійснити досить точно і швидко;
- сталеві радіатори виступають важливим елементом в інтер'єрі.



Рис. 15 Сталевий радіатор в інтер'єрі

#### **Недоліки:**

- найголовнішим недоліком таких радіаторів є їх низька стійкість до впливу корозії. Такі радіатори можуть вийти з ладу із-за впливу вологи. З цієї причини не рекомендується їх установлення в приміщенні, де спостерігається підвищений рівень вологості. Крім того, не можна залишати без води систему, в якій встановлені сталеві радіатори. Якщо їх залишити без води всього на кілька тижнів, вони можуть вийти з ладу;
- подібні пристрої володіють високою чутливістю до гідравлічних ударів в тих місцях, де знаходяться зварні шви;
- деякі радіатори покриваються на заводах не дуже якісним лакофарбовим покриттям. Якщо фарба невисокої якості, то радіатор втратить свій початковий зовнішній вигляд вже через кілька років, так як покриття почне луштитися.



Рис. 16 Сталевий радіатор опалення

## БУДОВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ВИДИ АЛЮМІНІЄВИХ РАДІАТОРІВ

Алюмінієві радіатори опалення, технічні характеристики яких ще належить розглянути, є одними з найбільш затребуваних на сьогоднішньому ринку збуту.

### Переваги:

- підвищена тепловіддача, що досягається з'єднанням випромінювання і конвекції. Щоб додатково збільшити віддачу тепла, всередині секцій формують ребра;
- час повного нагрівання не перевищує 5 хвилин;
- зручність монтажу та обслуговування. Відносно невелика маса полегшує транспортування і установку;
- продумана комплектація терморегуляторами, що дозволяють регулювати температуру і встановлювати економічний режим роботи.
- варіативність дизайнерських рішень;
- якість зовнішнього порошкового покриття дозволяє економити гроші і час на щорічному фарбуванні;
- оптимальне співвідношення теплової потужності / ціна;
- на алюмінієвих радіаторах добре тримається емаль з високим показником теплостійкості;
- широка палітра цих фарб дає можливість для формування гармонійного інтер'єру;
- економічність.

### Недоліки:

- на термін служби сильно впливає якість теплоносія. Для приватного будинку є можливість стежити за якістю води, що закачується в опалювальну систему. У багатоквартирних будинках теплоносій по показнику рН, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину (більше 8) не гарантує хімічну інертність алюмінію і захист радіаторів від корозії. Піддаватися руйнуванню абразивними частинками може і внутрішній шар, що служить для захисту чистого металу;
- можливість газоутворення вимагає періодичної ревізії верхньої труби. При необхідності з неї виводиться через відвідний канал повітря;
- чутливість до гідроударів. Стики між секціями при підвищенні тиску часто починають підтікати або взагалі розходяться. Обмеження за значенням робочого тиску головний фактор, який враховується при виборі;
- хімічні властивості алюмінію вимагають установки прохідних пробок в тих випадках, коли необхідно підключитися до мідних або сталевих елементів системи. Якщо цього не врахувати, через деякий проміжок часу відбувається зменшення товщини алюмінієвих стінок.

**Увага!** Якщо доводиться вибирати з декількох варіантів алюмінієвих радіаторів, варто вибрати модель з захисним полімерним покриттям і розраховану на робочий тиск від 16 атм (атмосфер).

Алюмінієві радіатори є найбільш затребуваними на сьогоднішньому ринку, тому попит на них дуже великий. Найчастіше виготовляються радіатори із сплаву алюмінію і кремнію, що в результаті дає дуже міцний, а що найголовніше, теплопровідний матеріал.

### ОСНОВНІ ВИДИ АЛЮМІНІЄВИХ РАДІАТОРІВ:

**1. Екструдовані радіатори** виконані методом екструзії. Розм'якшений сплав, у складі якого не менше 95 відсотків алюмінію, продавлюють через сталевий профіль. Отримані заготовки запресовують або склеюють між собою і закріплюють сталевими накладками. Продають такі радіатори частіше блоками, які виглядають як сполучені між собою секції.



Рис. 17 Алюмінієві радіатори

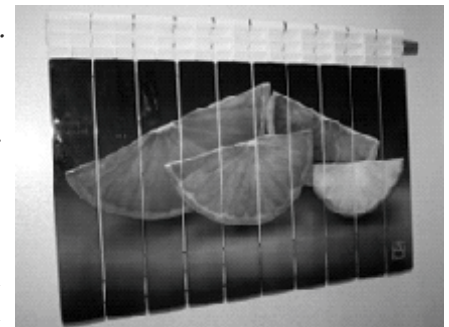


Рис. 18 Алюмінієвий радіатор



**2. Литі алюмінієві радіатори** виготовляють методом лиття під тиском з алюмінієво-кремнієвих сплавів. Технологія дозволяє одержувати секції з точними геометричними розмірами, гладкими поверхнями і тонкостінним оребренням. Секції з'єднують між собою в блоки за допомогою ніпелів. **Литі радіатори більш функціональні, а екструдовані мають більш високий показник робочого тиску.**

**3. Комбіновані** - ці радіатори поєднують в собі два попередніх типи.

### БУДОВА АЛЮМІНІЄВИХ РАДІАТОРІВ

Всі секції, незалежно від їх складу, виготовляються способом лиття за умов дуже високого тиску. З'єднуються ці секції потім за допомогою елементів з різьбою всередині кожного радіатора. Також на відміну від інших видів радіаторів алюмінієві секції з'єднуються між собою за допомогою ніпеля (бочонка), з двома різьбами правую та лівою. Ніпелі мають паз для закріплення на ньому паронітової прокладки, яка слугує при гідро- паро - ізолятором в роз'ємному з'єднанні секцій радіатора. На сьогоднішній день найбільш поширеною варіацією радіаторів вважаються секції, розміри яких (висота) становлять 400 - 800 мм, а глибина - 100 мм (дані розміри є середніми у загальному плані).

Різьба в алюмінієвих секціях сталеві для придання жорсткості з'єднанню.

Найбільш важливою причиною, по якій обирають саме алюмінієві радіатори опалення є те, що вони виділяють тепло двома способами: половина - за допомогою тепло-випромінювання, а інша частина - за допомогою конвекції. Секції алюмінієвих радіаторів тонкі, що дозволяє витратити мінімальну кількість енергії на те, щоб їх прогріти, перш ніж почнеться випромінювання.

Термін служби залежить від того, який тиск на розрив витримує конкретна модель. Це значення має перевищувати робочий тиск більш ніж в два рази, особливо це важливо враховувати при установці в будинках з центральним опаленням. Під час сезонних перевірок подається тиск до 45 атм.

При виробництві використовують алюміній первинний і вторинний. Це впливає як на якість радіаторів, так і на їх ціну.

Особливе місце займають анодовані моделі, що мають високу стійкість до корозії. Внутрішня поверхня таких радіаторів гладка за рахунок зовнішнього з'єднання. Технічні характеристики вищі, так як використовується алюміній з високим ступенем очищення.

#### **До основних технічних характеристик алюмінієвих радіаторів можна віднести:**

1. Відстань між осями коливається в межах 200-500 мм.
2. Потужність віддачі тепла в межах 100-212 Вт.
3. Тиск в робочому стані від 5 до 15 атм.
4. Вага секції в межах 1 - 2 кг.
5. Секція вміщує в себе 0,25-0,46 л теплоносія.
6. Максимальний розігрів теплоносія - 110°C.
7. Гарантійний термін експлуатації від виробника становить 10-15 років.

Найпоширеніші моделі радіаторів з алюмінію - це ті, висота яких дорівнює близько 40 см. Що стосується довжини, то все залежить від того, наскільки дозволить довжина квартири вмістити в себе секції, і від того, скільки їх потрібно, щоб повністю прогріти приміщення.

Якщо неправильно підібрати кількість секцій обраного типу радіатора, можна отримати просто елемент дизайну, а не джерело тепла. Наші кліматичні умови вимагають, щоб потужність однієї секції була не нижче 100 Вт на 1 м<sup>2</sup>. Для більш північних районів це значення може досягати 200 Вт.

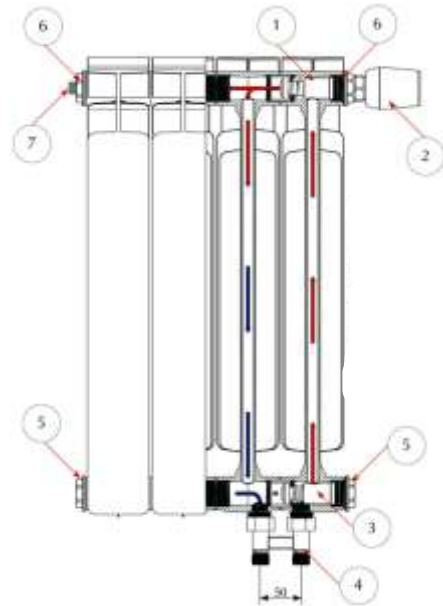


Рис. 19 Будова алюмінієвого радіатора

- 1 - Термостатичний клапан
  - 2 - Термостатичний регулятор (головка)
  - 3 - Пружинний клапан
  - 4 - Одиничний вузол нижнього підключення
  - 5 - Заглушка ліва/права
  - 6 - Перехідник лівий/правий
  - 7 - Повітρεςпускний клапан.
- Кран Маєвського

## БУДОВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ВИДИ БІМЕТАЛЕВИХ РАДІАТОРІВ

Різні метали відрізняються за своїми хімічними і фізичними властивостями. Корисність високої тепловіддачі алюмінію зменшується через його хімічну активність. Гарна потужність сталевих радіаторів стикається з їх великою масою, а значить зі складнощами транспортування і установки. Виробники знайшли соломоне рішення і почали випускати біметалічні радіатори опалення, що поєднують в собі плюси двох різних металів.

Найпоширеніші два види поєднання - мідь + алюміній, сталь + алюміній. З міді або сталі виготовляються каркас з порожнистих трубок. Він служить для контакту з теплоносієм.

Цей просторовий каркас з'єднується з алюмінієвими радіаторними пластинами одним із способів:

- точковим зварюванням;
- литтям під тиском.

З'єднання окремих секцій - ніпельні з використанням каучукових прокладок, що витримують дію температури більш 150 градусів.

Якщо вирішувати які краще вибрати біметалічні радіатори - з мідним або сталевим каркасом, необхідно врахувати, що перші мають набагато вищу ціну. Але і за технічними характеристиками вони на порядок вище.

В результаті з'єднання двох металів отримують радіатори з набором високих показників:

### 1. Сталь і мідь дають:

- гарантійний термін експлуатації до 25 років;
- незалежність від якості теплоносія. Особливо важливо в будинках з центральним опаленням, де немає нагляду за тим, з якими домішками закачується вода в систему. Попадання теплоносія з високим рівнем кислотності, добавками луку, мулу, абразивними частинками, не стане причиною корозії;
- стійкість до гідроудару. Ці радіатори не виходять з ладу навіть при підвищенні тиску понад 35 атм;
- спрощений варіант підключення, так як не утворює електрохімічних пар;

### 2. Алюміній відповідає за такі властивості:

- підвищена тепловіддача;
- практично безінерціальність при передачі тепла, що дозволяє за допомогою термостата регулювати використання тепла;
- до переваг відносять відмінні дизайнерські показники і простоту у визначенні необхідної кількості секцій.

**Увага!** Теплова потужність однієї секції пов'язана з міжосьовою відстанню: чим вона більше, тим більше потужність. Але слід пам'ятати, що за правилами пожежної безпеки радіатор має закріплюватися на відстані 15 см від підлоги і найближчої верхньої поверхні.

### Переваги:

- довговічність. Даний вид радіаторів може без проблем служити людям близько 20 років;
- безвідмовність експлуатації. Радіатори не вимагають обслуговування і досить довговічні.
- високий коефіцієнт теплопередачі;
- висока міцність, стійкість до навантажень і механічних пошкоджень;
- стильний дизайн. Дизайн підходить для будь-якого інтер'єру, радіатори відмінно впишуться як в класичний інтер'єр, так і найсучасніший;
- стійкість до впливу корозії. Завдяки цьому у радіаторів зберігається високий термін експлуатації.

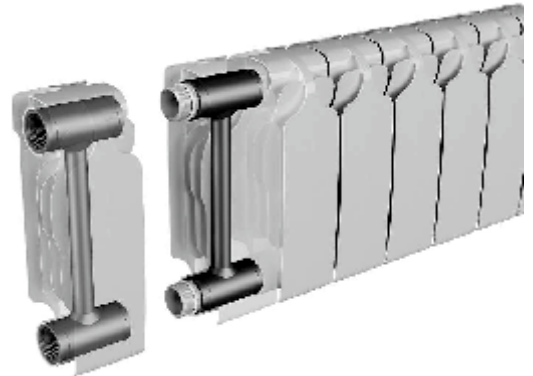


Рис.20 Біметалевий радіатор

Креслення радіатора в розрізі:

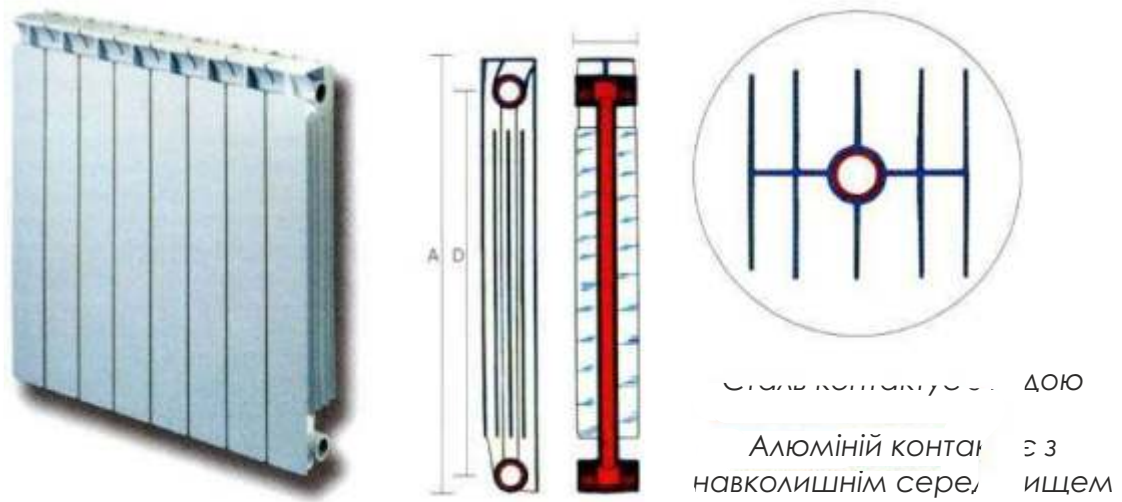


Рис.21 Креслення радіатора в розрізі

#### Недоліки:

- використовувана сталь піддається корозії під дією кисню. Сезонне скидання води призводить до того, що канал трубок стає вужче в діаметрі, з'являється корозія і зменшується тепловіддача;
- будова: з'єднання двох металів з різним коефіцієнтом розширення. При великих коливаннях температури теплоносія конструкція «розхитується» зсередини.

Так як біметалеві радіатори опалення складаються із сталевих труб, які обшиті алюмінієвими листами і володіють хорошою міцністю, ніякі перепади тиску їм не страшні. Навіть якщо в системі опалення стався гідроудар, то біметалічні радіатори не вийдуть з ладу і збережуть всі свої позитивні характеристики.

#### Технічні характеристики біметалевих радіаторів:

1. Тепловіддача. Вона позначається в ватах і показує, скільки тепла можуть віддати радіатори.
2. Робочий тиск. Для даного виду радіаторів нормальний тиск дорівнює 16-35 атм.
3. Міжосьова відстань. Це відстань між нижнім і верхнім колекторами радіатора.
4. Максимальна температура теплоносія. Для більшості біметалевих радіаторів вона становить 90 °С.

Канали в таких радіаторах досить невеликого діаметра, що дозволяє скоротити об'єм теплоносія, завдяки чому біметалевий радіатор швидко реагує на команди термостата і опалювальний процес стає максимально комфортним.

## БУДОВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАВУННИХ РАДІАТОРІВ

Ці опалювальні прилади прогрівають приміщення переважно за рахунок випромінювання, лише 20% теплової енергії передається за допомогою конвекції. Щоб збільшити конвекцію, їх ставлять тільки під підвіконнями. Потоки холодного повітря від вікна спускаються вниз і прогріваються через радіатори. Чавунні радіатори вважаються застарілими, їх практично неможливо побачити за кордоном, але в будинках наших співвітчизників вони все ще зустрічаються дуже часто.

Основною відмінною ознакою радіаторів з чавуну або сталі є те, що вони виготовлені з окремих секцій, які з'єднані між собою за допомогою втулок.

### Радіатори мають три основні характеристики:

- кількість секцій;
- висоту конструкції;
- глибину конструкції.

Номінальна теплова потужність задається в Вт на одну секцію.

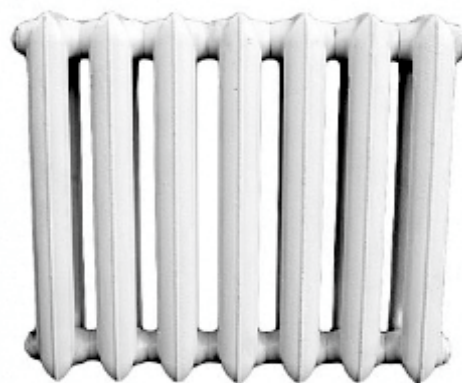


Рис.22 Чавунний радіатор

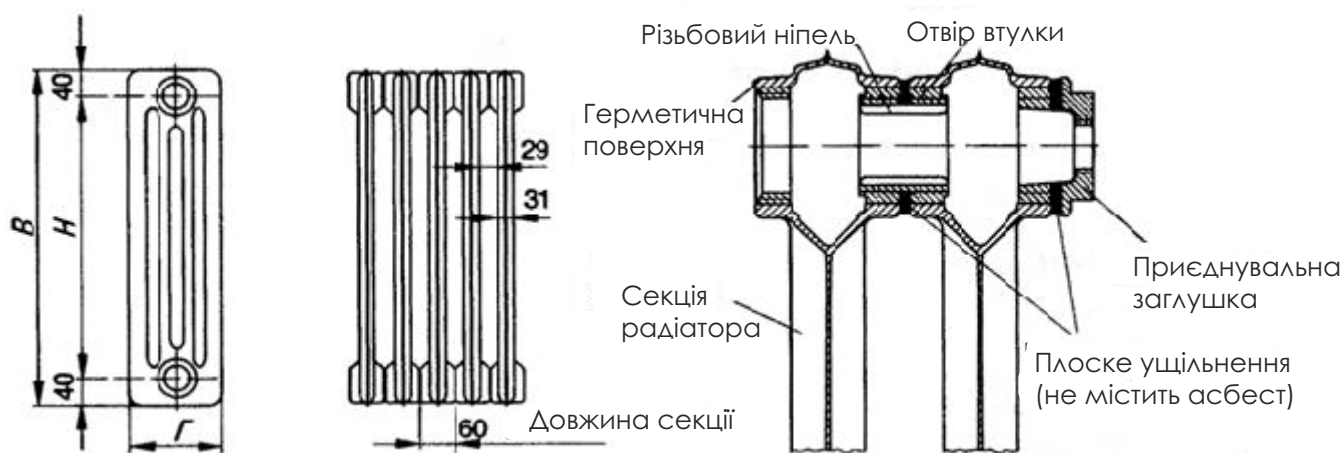


Рис.23 Чавунний радіатор: В - висота; Н - номінальний розмір; Г - глибина

Чавунна секція важить близько 7,5 кг, розрахована на 4 л теплоносія. Площа нагріву однієї секції - 0,23 м<sup>2</sup>. Всього для опалення однієї кімнати потрібно 8-10 таких секцій.

### Переваги:

- робота з теплоносієм, що має температуру близько 150 °С;
- стійкість до утворення корозії. Хоча корозія, все-таки утворюється, але так звана «суха». Вона покриває захисним шаром поверхню, не даючи руйнуватися решті металу;
- матеріал радіаторів здатний витримати теплоносій з великим показником рН, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину (і будь-якими абразивними добавками);
- тривалий термін експлуатації. Сам чавун можна використовувати до 100 років, але виробники, перестраховуючись, визначають гарантійний термін експлуатації радіаторів з цього матеріалу 10 років;
- великий діаметр перетину спрощує догляд за чавунними радіаторами. Вони не вимагають щорічної чистки.

### Недоліки:

- велика маса радіаторів, але це пов'язано не тільки з великою питомою вагою чавуну, а й зі значною товщиною стінок. А товсті стінки забезпечують тривалий термін служби опалювального пристрою;



- по тепловіддачі чавун поступає всім матеріалам, використовуваним для виготовлення радіаторів. Але він добре акумулює тепло і віддає його поступово, що дуже важливо в таких системах опалення, де температура теплоносія не постійна;
- не дуже презентабельний вигляд стандартних радіаторів. Дизайнери пропонують використовувати чавунні радіатори в ретро інтер'єрах. Для цього розробляються цілі серії під різні види дизайну;
- випромінююча поверхня чавунних радіаторів менше ніж у алюмінієвих або біметалевих. Це пов'язано з секційністю таких радіаторів. Для того, щоб отримати теплову потужність таку ж як у інших типів радіаторів, необхідно збільшити кількість секцій. Чим більше секцій, тим важче весь опалювальний блок;
- величина робочого тиску не повинна перевищувати 15 атм, тоді як гідроудар під час запуску системи опалення може значно перевищувати цей показник;
- при установці нових радіаторів маса чавунних часто стає головною перешкодою для покупки;
- важко транспортувати, особливо на верхні поверхи в багатоповерхових будинках.
- неможливість монтування на стінах «м'яких» матеріалів, наприклад, гіпсокартону.
- для монтажу необхідно задіяти кілька людей;
- потрібне посилене кріплення;
- у приватних будинках необхідно бути готовим до значної витрати води. Великий обсяг теплоносія в одній секції призведе до використання додаткового палива на його нагрівання;
- більшість моделей купуються непофарбованими. Перед покриттям фарбою їх необхідно обробити захисним складом. При повторному фарбуванні, перший шар знімається для того, щоб не зменшити теплову потужність.

### Розрахунок кількості секцій

Число секцій чавунних радіаторів розраховується з урахуванням таких факторів:

- технічні характеристики самого радіатора;
- кліматичних умов регіону;
- особливості розташування і габарити приміщення;
- теплові втрати, пов'язані з кількістю вікон, дверей, кількістю стін, які контактують з вулицею.

Середній показник необхідної теплової потужності на один квадратний метр - 100 Вт. Чим північніше регіон, тим більше це значення.

**Увага!** Кожне вікно «забирає» 10% теплової потужності, а зовнішні двері - 15-20%. Ці показники слід врахувати як теплові втрати.

Теплові втрати пов'язані з розташуванням кімнати:

- для внутрішніх приміщень береться середнє значення;
- для кутових кімнат середній показник слід помножити на коефіцієнт 1,2.

Велика теплова потужність необхідна для квартир першого і останнього поверхів: там тепло втрачається за рахунок сусідства з підвалом і горищем.

**Увага!** Для приміщень з висотою стелі, яка не перевищує 3 м підходить стандартне значення потужності. Якщо квартира має більш високу стелю, в розрахунок береться потужність на 1 метр кубічний - 40 Вт.

### Алгоритм проведення приблизних розрахунків:

- визначення площі або об'єму приміщення;
- множення значення площі (об'єму) на 100 (40) з урахуванням регіонального коефіцієнта;
- облік теплових втрат;
- розподіл загального значення на показник потужності однієї секції.
- В результаті цих розрахунків виходить кількість секцій. При дробовому значенні округлення робиться в сторону більшого.
- **Увага!** При можливості установки декількох радіаторів, необхідно розділити всі секції на два-три радіатора. В цьому випадку ефективність опалювальної системи стає вище.

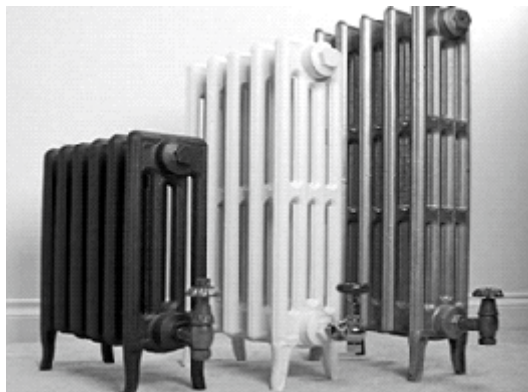


Рис.24 Дизайнерські рішення чавунних радіаторів



## СПОСОБИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Існує три способи підключення сталевих панельних опалювальних приладів:

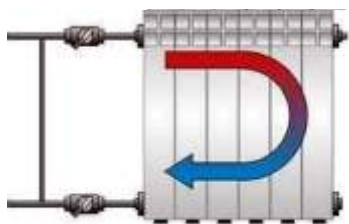


Рис. 25 Бокове підключення

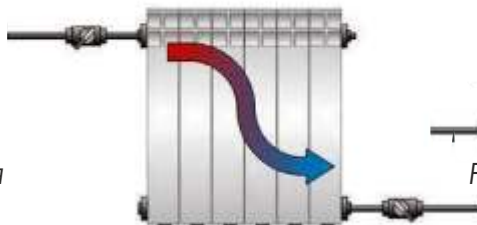


Рис. 26 Діагональне підключення



Рис. 27 Нижнє підключення

Радіатори мають чотири виходи (або входи): два зверху, два знизу. При підключенні радіатора до труб контуру опалення підключається лише два виходи з чотирьох, а два, що залишилися, заглушуються. І ось від схеми підключення, тобто від взаємного розташування труби подачі теплоносія (Т1) і виходу в зворотній трубопровід (Т2) багато в чому залежить ефективність роботи встановленої батареї.

- 1 - Верхній колектор;
  - 2 - Нижній колектор;
  - 3 - Вертикальні канали в секціях радіатора;
  - 4 - Теплообмінний корпус (кожух) радіатора.
- В1-В2, В3-В4 виходи колекторів

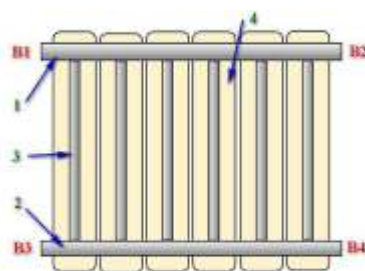


Рис. 28 Спрощена будова радіатора

### Діагональне підключення радіаторів опалення

Радіатор при такому способі підключення прогривається найбільш повно, рівномірно, і його тепловіддача краще, ніж при інших способах.

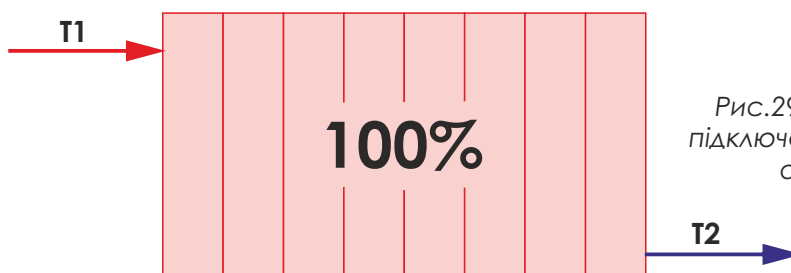


Рис. 29 Діагональне підключення радіаторів опалення

### Одностороннє підключення радіаторів опалення

Радіаторні секції, що знаходяться далі від труб, мають меншу тепловіддачу, тому ефективність радіатора при такому підключенні трохи менше (97%).

І при такому підключенні є обмеження по кількості секцій: для алюмінієвого радіатора не більше 20 секцій.

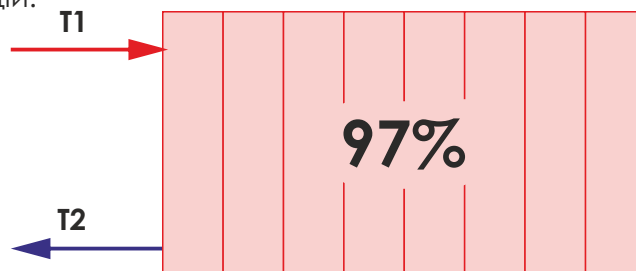


Рис. 30 Одностороннє підключення радіаторів опалення

### Нижнє підключення радіаторів опалення

Тут труби подачі та зворотна приєднуються до нижніх виходів радіатора.

За такою схемою радіатори підключають, коли труби проходять внизу стіни або по підлозі (наприклад, при колекторному розведенні труб). Як бачимо з малюнка, ефективність при такому підключенні зменшується до 88%.

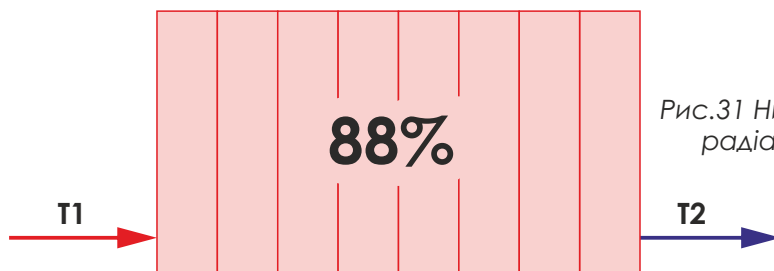


Рис.31 Нижнє підключення радіаторів опалення

### Підключення радіаторів опалення з нижньою подачею

Дзеркальне відображення першого способу, тобто подача внизу, а зворотній трубопровід виходить діагонально вгору.

Ефективність радіатора при такому підключенні складає 80% (та не рекомендується).

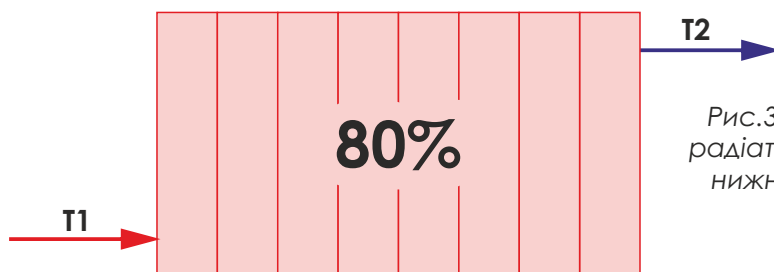


Рис.32 Підключення радіаторів опалення з нижньою подачею

Варіант підключення радіатора з подачею внизу.

Ефективність радіатора ще менше - 78% (та не рекомендується).

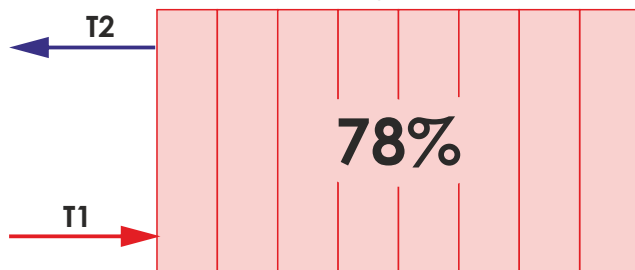


Рис.33 Підключення радіатора з подачею внизу

### Одностороннє нижнє підключення радіаторів опалення

Є радіатори, у яких вхід і вихід поруч.

Переваги такого підключення: труби не помітні, але ефективність при такому підключенні теж 78%.

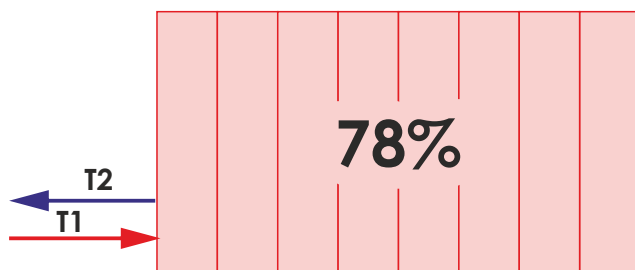


Рис.34 Одностороннє нижнє підключення радіаторів опалення

## ВИМОГИ ДО РОЗМІЩЕННЯ РАДІАТОРІВ

Розглянемо вимоги, які пред'являються до розміщення радіаторів.

Встановлюються радіатори, як правило, на стіні під вікнами - для створення, так би мовити, теплової завіси.

Повітря поблизу радіатора нагрівається, стає менш щільним і піднімається вгору, таким чином, висхідний потік теплого повітря блокує потік холодного повітря, що йде від вікна.

При відсутності підвіконня радіатору нічого не заважало б віддавати тепло повітря, яке вільно піднімалося б вертикально вгору. І всі 100% тепла від радіатора йшли б на обігрів приміщення. Проте через підвіконня траєкторія руху повітря змінюється, тепловіддача зменшується на 3 - 4%.

Якщо радіатор захищений в нішу, тоді його ефективність падає, аж на 7%. Декоративні екрани ще зменшують тепловіддачу радіаторів опалення. Якщо екран має внизу простір для доступу повітря, то тепловіддача зменшується на 5-7%. А у повністю закритих декоративним екраном радіаторів тепловіддача падає взагалі на 20-25%.



Рис.35 Рух повітря при радіаторному опаленні.

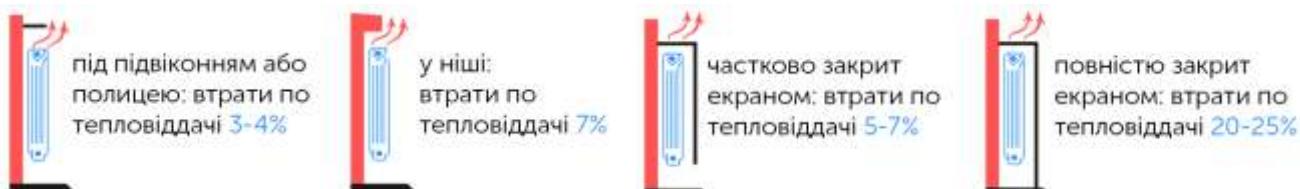


Рис.36 Втрати тепловіддачі при розміщенні радіатора під вікном

Зазвичай в паспорті вказано розмір радіатора в міліметрах. Наприклад, розмір 500 x 1500 мм означає, що висота радіатора півметра, а довжина півтора метра. Є радіатори висотою 300 мм (30 см) - для вікон з низькими підвіконнями. При установці радіатора потрібно витримувати зазор від радіатора до підвіконної дошки не менше 10 см; відстань від підлоги до радіатора має бути не менше 15 см. В іншому випадку, нормальна циркуляція повітря буде ускладнена.

Таким чином, розрахувати кількість радіаторів опалення можна просто по числу вікон в будинку. Хоча, зрозуміло, що такого "розрахунку" мало - крім кількості радіаторів потрібно знати їх теплову потужність.

Крім розмірів в паспорті вказується потужність радіатора і числа - розрахунковий перепад температур: наприклад, 1700 Вт DN 70/50. Це означає, що охолоджуючись від 70 до 50 градусів, радіатор віддає приміщенню, яке нагрівається 1,7 кВт теплової потужності.

Для розрахунку необхідної потужності радіаторів опалення на приміщення зустрічаються різні формули, від складних, які враховують теплозахисні властивості стін, до найпростішої: на 10 м<sup>2</sup> площі – 1 кВт теплової потужності радіаторів.

Проводячи розрахунок теплової потужності використовуваних радіаторів опалення по площі приміщення, необхідно керуватися наступними пунктами:

1. Приміщення з двома зовнішніми стінами і одним вікном потребуватиме збільшення тепловіддачі приблизно на 20%, що пов'язано із збільшеними втратами тепла;
2. Аналогічне приміщення з двома вікнами вимагатиме збільшення теплової віддачі вже на 30%;
3. Ще 10% необхідно додати в тому випадку, якщо вікна виходять на північний схід і північ;
4. У розрахунок потужності чавунних або будь-яких інших радіаторів опалення слід додати ще 5% запасу, якщо радіатор буде змонтований в ніші;
5. Наявність декоративних екрануючих панелей з горизонтальними прорізами вимагатиме збільшення теплової потужності на 15%.

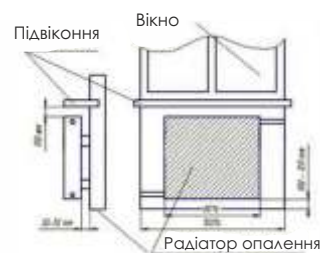


Рис.37 Правила розміщення радіатора

# ВУЗЛИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Таблица 1

Схема	Вузол в зборі	Деталювання
<b>1. Бокове підключення радіатора на металопластикових трубах</b>		
<p>1 - Трійник для металопластикових труб            2 - Прямий регулюючий вентиль            3 - Прямий запірний вентиль            4 - Кутник для металопластикових труб            5 - Обертовий клапан для випуску повітря</p>	<p>6 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою            7 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою            8 - Металопластикові труби            9 - Металопластикові труби</p>	
<b>2. Бокове підключення радіатора на сталевих трубах</b>		
<p>1 - Ексцентричний фітінг            2 - Прямий регулюючий вентиль            3 - Прямий запірний вентиль            4 - Трійник</p>		
<b>3. Одностороннє підключення радіатора з виходом труб з підлоги</b>		
<p>1 - Кутний регулюючий вентиль для металопластикових труб            2 - Кутний запірний вентиль для металопластикових труб            3 - Хромований телескопічний кінцевик</p>	<p>4 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою            5 - Пластикові розетки для вузла нижнього підключення            6 - Обертовий клапан для випуску повітря</p>	

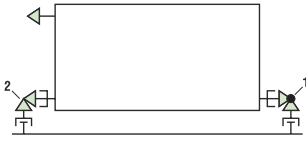
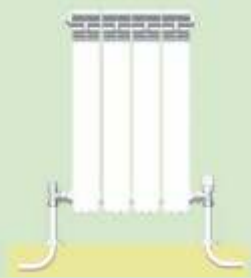
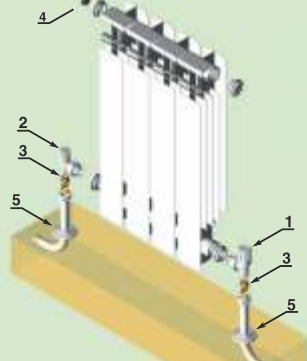
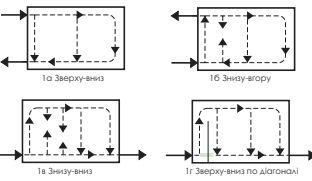

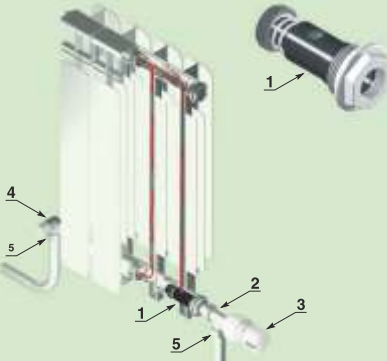
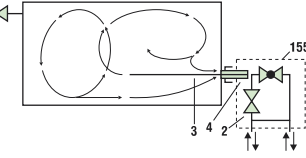

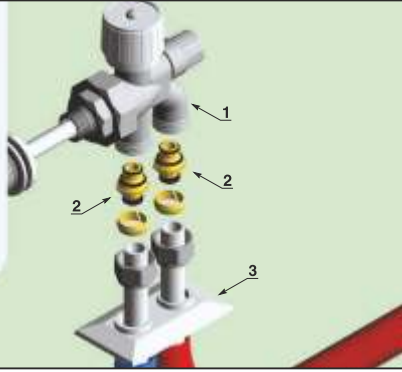
Схема	Вузол в зборі	Деталювання
<b>4. Підключення радіатора за схемою «знизу-вниз»</b>		
		
<p>1 - Кутовий регулюючий вентиль для металопластикових труб 2 - Кутовий запірний вентиль для металопластикових труб</p>		<p>3 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою 4 - Обертовий клапан для випуску повітря 5 - Пластикова розетка для вентилів</p>
<b>5. Пристрій для подачі теплоносія «зверху» при підключенні секційних радіаторів за схемою «знизу-вниз»</b>		
		
<p>1 - Перехідник-розподільник потоку з зовнішньою правою різьбою та внутрішньою лівою різьбою 2 - Терморегулюючий вентиль для металопластикових, мідних труб 3 - Термостатична головка з вбудованим датчиком</p>		<p>4 - Трьохосьовий запірний (балансувальний) вентиль для металопластикових труб 5 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою</p>
<b>6. Однотрубний регульовальний вузол односточкового підключення</b>		
		
<p>1 - Вузол нижнього підключення з регулюючим і запірним вентилем 2 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою 3 - Пластикова розетка для вузла нижнього підключення</p>		

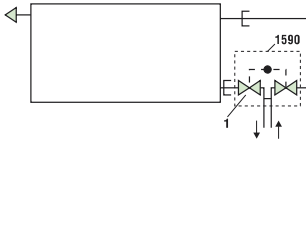
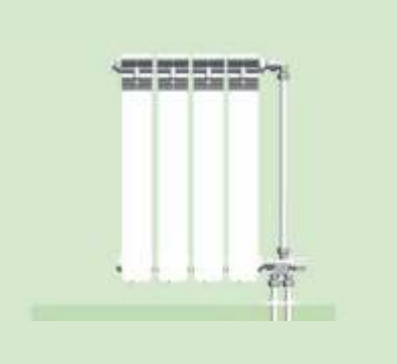
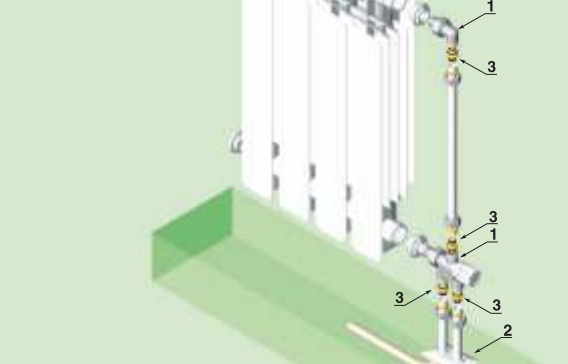
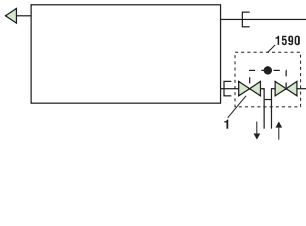

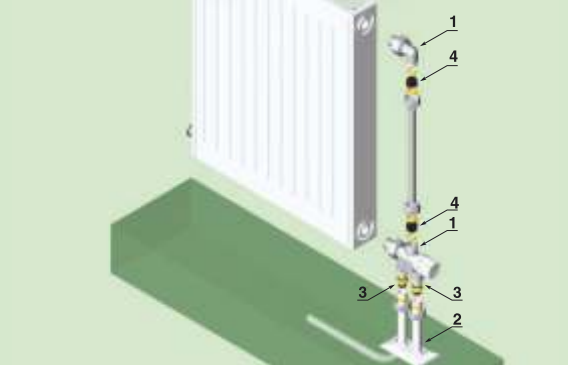
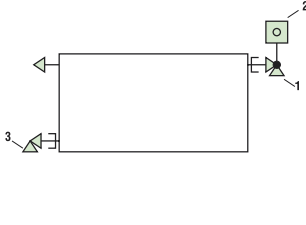
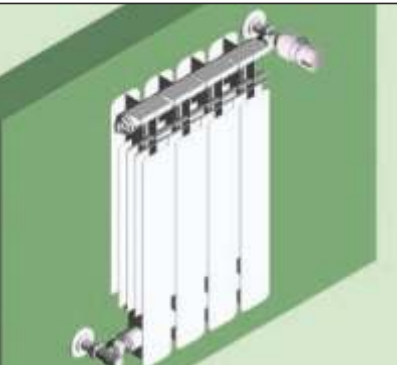
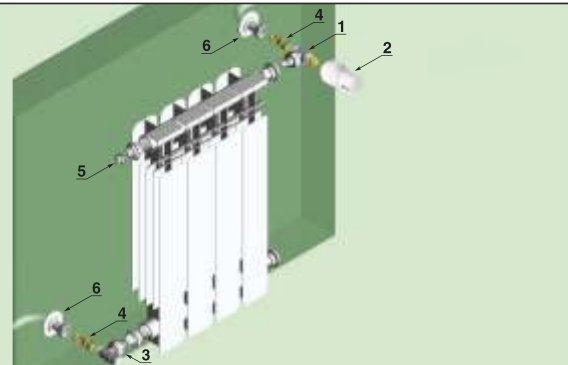
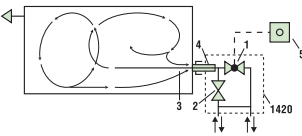
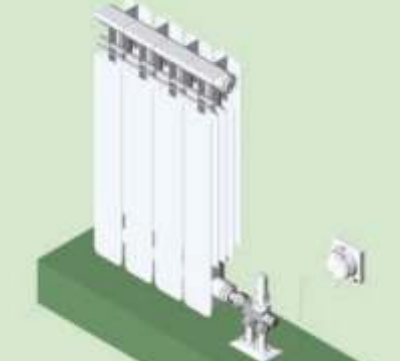
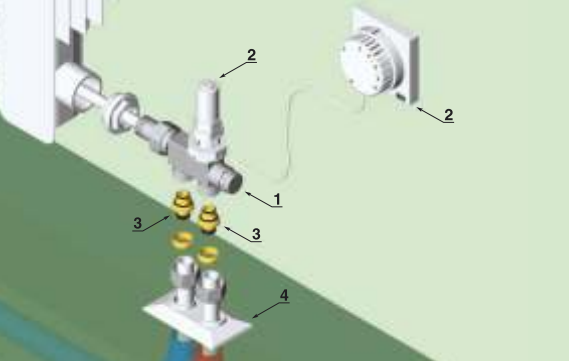


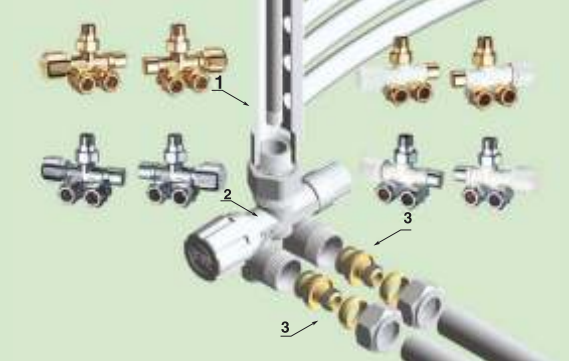
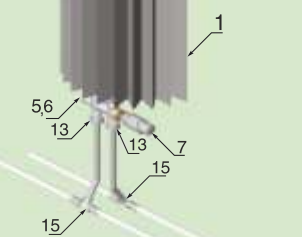
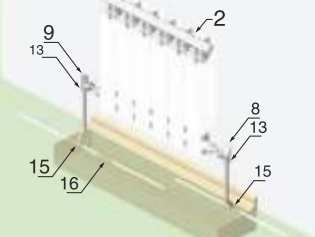
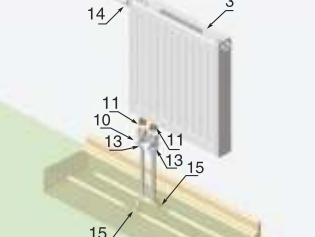
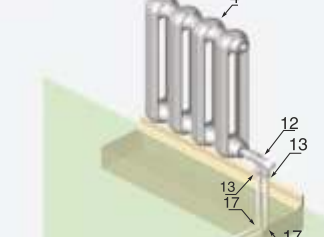
Схема	Вузол в зборі	Деталювання
<b>7. Однотрубний регульовальний вузол бокового підключення для алюмінієвих радіаторів</b>		
		
<p>1 - Вузол нижнього підключення з регулюючим вентилям  2 - Пластикова розетка для вузла нижнього підключення  3 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою</p>		
<b>8. Однотрубний регульовальний вузол бокового підключення для сталевих радіаторів</b>		
		
<p>1 - Вузол нижнього підключення з регулюючим вентилям  2 - Пластикова розетка для вузла нижнього підключення  3 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою  4 - Кінцівка для металевих безшовних і мідних труб</p>		
<b>9. Підключення радіатора за схемою «по-діагоналі» на кутових вентилях</b>		
		
<p>1 - Кутовий терморегульовальний вентиль для металопластикових труб  2 - Термостатична головка з вбудованим датчиком  3 - Кутовий запірний вентиль для металопластикових труб  4 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою  5 - Обертвий клапан для випуску повітря  6 - Пластикова розетка для вентилів</p>		



Схема	Вузол в зборі	Деталювання	
<b>10. Терморегулюючі вузли однокоткового підключення</b>			
			
<p>1 - Вузол нижнього підключення з терморегулюючім вентилем  2 - Рідинно-капілярне термостатичне дистанційне керування  3 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою  4 - Пластикова розетка для вузла нижнього підключення</p>			
<b>11. Однокоткове підключення дизайн-радіаторів і рушникосушарок</b>			
			
<p>1 - Рушникосушарка або дизайн-радіатор  2 - Терморегулюючий правий кутвий вузол нижнього підключення (для двотрубних систем)  3 - Кінцівка для металопластикових труб з накидною гайкою</p>			
<b>12. Підключення опалювальних приладів до прихованого розведення на металопластикових трубах через прес-фітинги зі сталевими трубками-відводами</b>			
			
<p>1 - Дизайн-радіатор  2 - Алюмінієвий секційний радіатор  3 - Сталевий панельний радіатор  4 - Чавунний радіатор  5 - Прямий терморегулюючий вентиль  6 - Хромована кінцівка для вентиля  7 - Хромована головка  8 - Кутвий регулюючий вентиль  9 - Кутвий запірний вентиль  10 - Вузол нижнього підключення прямий</p>			<p>11 - Адаптер для вузлів нижнього підключення  12 - Регулюючий вузол нижнього підключення  13 - Кінцівка для мідної труби  14 - Термостатична головка  15 - Прес-трійник з хромованою трубкою для підключення до радіатора  16 - Прес-телескопічна муфта для металопластикових труб  17 - Прес-кутик з хромованою трубкою для підключення до радіатора</p>

## ТЕПЛОНОСІЙ ДЛЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ: ВОДА І ВОДОПІДГОТУВАННЯ

Теплоносій для системи опалення вибирається, як і прилади опалення, теж на стадії проектування опалювальної системи. Це не випадково, оскільки характеристики теплоносія впливають на працездатність всієї системи опалення.

**Теплоносій** - це рідина, залита в систему опалення, яка переносить тепло від котла до опалювальних приладів. В якості теплоносія застосовуються вода і (або) антифриз.

**ВОДА** як теплоносій для системи опалення.

Проста вода в якості теплоносія застосовується найчастіше і має ряд **переваг**:

1. Вода доступна.
2. Вода володіє найбільшою теплоємністю з усіх речовин. Тобто, вона при нагріванні здатна накопичити велику кількість енергії. А охолоджуючись, вона цю велику кількість енергії віддає, в нашому випадку, опалювальному приміщенні.
3. Вода має дуже малу в'язкість (іншими словами, хорошу текучість), завдяки цьому вода легко "переміщається" всередині системи опалення.
4. Вода - речовина екологічно чиста і не є небезпечною для нашого здоров'я в разі протікання системи.

**До недоліків можна відносити наступне:**

1. У всіх інструкціях по експлуатації, рекомендаціях виробників і довідниках для монтажників систем опалення одногласно стверджується: стандартний теплоносій для використання в опалювальних системах - це дистильована очищена вода.
2. Однак вода в силу своїх фізичних і хімічних властивостей не завжди добре впливає на елементи опалювальної системи: може викликати корозію, накип, відкладення, замерзає при зупинці котла і розриває труби.
3. Останнє не актуально, якщо будинок з водяною системою опалення є постійним місцем проживання. Але що робити, якщо це система опалення дачі, гаража, будиночка для гостей - ризик замерзання води в таких системах опалення значний. В такому випадку вихід один: використовувати антифриз для котлів опалення.

### ВОДОПІДГОТУВАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

#### Водопідготування за допомогою мембранних фільтрів.

Фільтр механічного очищення застосовується для видалення з води піску, мулу, іржі та інших зважених часток. Механічний фільтр встановлюється в якості першого ступеня очищення, виконуючи функцію захисту всієї системи і запобігаючи поломкам побутових приладів, сантехніки і опалювальних систем.

#### Переваги:

- солей у воді просто не спостерігається - повна їх відсутність;
- витрати на промивку котла системи опалення знижуються в кілька разів;
- важлива деталь - не потрібно хімічних реагентів, а отже - екологічність;
- не вимагає постійного контролю з боку обслуговуючого персоналу

#### Недоліки:

- вода повинна бути дуже якісною, тобто повинно бути проведено попереднє очищення;
- сітчастий фільтр механічного очищення вкрай висока витрата рідини, в результаті грошові витрати з власного гаманця.

### ВОДОПІДГОТУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ІОНООБМІННИХ ФІЛЬТРІВ

Якщо теплоносій для опалення - вода, то до жорсткості води теж є певні вимоги. Жорсткість води тягне за собою безліч проблем: в обладнанні системи опалення утворюється накип, що призводить до поганої роботи або виходу з ладу даного обладнання. Часто усунути наслідки від застосування жорсткої води можна тільки одним способом: замінити обладнання і труби, що вимагає значних грошових витрат.



Рис.38 Сітчастий фільтр механічного очищення



Для пом'якшення води використовують іонообмінні установки, в яких іони кальцію і магнію замінюються іонами натрію, що знаходяться в іонообмінній смолі.

#### Переваги:

- дуже хороша продуктивність;
- габарити дуже маленькі;
- низька ціна на реагенти, а також немає витрат на експлуатацію

#### Недоліки:

- вкрай перевищено рівень солей, що веде до утворення накипу;
- великі витрати на промивку котла;
- використання хімреагентів зростає;
- потрібні спеціальні станції біологічної очистки стічних вод для утилізації і регенерації реагентів.



Рис.39 Іонообмінний фільтр

Серед безлічі способів очищення води існує такий цікавий спосіб, як **очищення води коагулянтами**.

**Коагулянт** - це речовина здатна викликати або прискорювати процес об'єднання дрібних зважених часток в угруповання (агрегати) внаслідок їх зчеплення при зіткненнях. Через це частинки укрупнюються, і збільшується їх швидкість осідання.

Існує таке явище, як зважені частинки або колоїдні частинки. Зважені (колоїдні) частки не осідають на дно ємності. Бо вони в воді не перебувають у спокої. Вони знаходяться в постійному броунівському русі. Молекули води "пхають" ці частинки, завислі речовини "штовхають" одна одну, і виходить такий ось безперервний рух. І, оскільки колоїдні частинки дуже маленькі, для них ці поштовхи істотні - і не дають їм опуститися на дно. Скажімо, збереться одна частинка вниз, під впливом сили тяжіння. Але ж ні, її тут же збоку підбиває молекула води, а потім ще одна, і частка рухається туди-сюди, не опускаючись на дно.

Через те, що колоїдні домішки дуже маленькі, вони не фільтруються звичайними механічними фільтрами. Для їх видалення потрібна або технологія ультрафільтрації, або очищення води коагулянтами.

Щоб ці зважені частинки можна було видалити, вони повинні стати більшими. Тоді вони або осядуть на дно ємності-відстійника, або можуть бути відфільтровані механічними фільтрами.

Для цього й існують коагулянти. Зазвичай використовують такі коагулянти, як солі алюмінію або заліза. Іноді - акрилову кислоту.

В якості альтернативи можна застосувати **магнітну обробку води**.

Обробка магнітним полем економічна, доступна, проста і безпечна. А смак і сольовий склад води зберігається, і в воді не утворюється речовин, шкідливих для людини.

Ефект від магнітної обробки зберігається протягом двадцяти восьми діб! Магнітні активатори можуть застосовуватися у всіх системах гарячої та холодної води. Магнітна обробка не тільки запобігає утворенню осаду і накипу, але і видаляє на стінках накип, який вже відклався, поверхня при цьому захищається ледве помітною оксидною плівкою. Осад поступово виноситься з системи потоком води і осідає в фільтрах, звідки потім видаляється при чищенні.

Існують два типи магнітного активатора, що випускається для побутових потреб: з різьбовими з'єднаннями від 8 до 32 мм і від 400 до 300 мм з фланцем.



Рис.41 Магнітний активатор

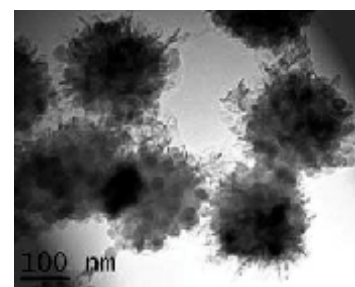


Рис.40 Коагулянт - сіль алюмінію

## ОПАЛЮВАЛЬНІ КОТЛИ, ЇХ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БУДОВА

Основною складовою системи опалення є **теплоджерело** (теплогенератор при місцевому або теплообмінник при централізованому теплопостачанні) — елемент для здобуття теплоти. Найпопулярнішим, на сьогоднішній день, видом місцевого автономного опалення є опалення за допомогою котла.

**Котел опалювальний** - це пристрій на основі закритої ємності, в якому теплоносієм (найчастіше вода або пар (паровий котел)) нагрівається до заданої температури і служить для забезпечення споживачів теплом і (або) гарячою водою.

Залежно від характеристик, виду, застосовуваних матеріалів при виготовленні котла, цільового призначення, конструктивних та інших особливостей, котли об'єднуються в кілька класифікацій:

### 1. Види котлів, в залежності від застосовуваного палива поділяються на:



Рис.42

Газовий котел



Рис.43

Електричний котел



Рис.44

Твердопаливний котел



Рис.45

Рідкопаливний котел



Рис.46

Комбінований котел

### 2. В залежності від способу установки:

- **для підлоги** (чавунні або сталеві), в основному це важкі і габаритні котли, потужність яких перевищує 100 кВт;
- **настінні** – компактні котли з потужністю від 24 кВт і до 100 кВт, як правило, це двоконтурні газові котли, призначені для опалення та нагрівання води одночасно.



Рис.47 Підлоговий котел



Рис.48 Настінний котел

### 3. В залежності від типу паливника:

- **З атмосферними паливниками** за принципом роботи нагадують кухонну духовку, і володіють такими перевагами: невисока ціна, надійність, безшумна робота, простий в експлуатації конструкції. Даний паливник підходить для котлів з потужністю від 24 до 100 кВт. Недоліки: нестабільність роботи паливника при низьких тисках газу.



Рис.49 Атмосферний паливник



Рис.50 Надувний паливник

- **З наддувними пальниками** (працює за принципом подачі під тиском, за допомогою реактивного котла, вузького струменя полум'я в теплообмінник котла. Залежно від типу палива, бувають дизельні і газові пальники, що відрізняються між собою за типом конструкції. Переваги: екологічна безпека, економічність за рахунок роботи при низькому тиску газу і потужності котла (більше 100 кВт), що дозволяє скоротити відходи. Недоліки: високий рівень шуму, залежність від електрики, дорожняча. Бувають комбіновані пальники, але вони складні в експлуатації, тому і не знайшли широкого застосування.

#### 4. В залежності від кількості контурів:

- **Одноконтурний** – призначені виключно для опалення, так як мають всього один контур (теплообмінник).
- **Двоконтурний** – призначені як для опалення, так і для забезпечення будинку гарячою водою, за рахунок двох теплообмінників.

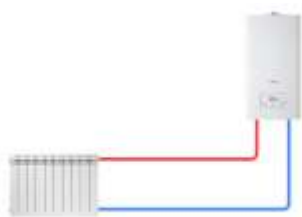


Рис.51 Одноконтурний котел



Рис.52 Двоконтурний котел

#### 5. В залежності від конструктивних особливостей:

- **Водотрубні котли** діляться на котли з природною циркуляцією (можуть працювати лише при підвищених навантаженнях), котли з багаторазовою і примусовою циркуляцією (можуть працювати при будь-яких навантаженнях), і прямоточні котли (в залежності від типу застосованого палива: газові – завдяки повному згорянню палива дані котли є досить екологічно чистими, і досить економічно вигідні, і дизельні – підходять для приміщень з великою площею, але мають ряд недоліків: дорожняча, зниження ефективного опалення за рахунок засмічення сажею теплообмінника, витрата палива.
- **Газотрубні котли** діляться на димогарні котли – відрізняються більш високим рівнем паропродуктивності, ніж жаротрубні, і більш підходять для невеликих площ, жаротрубні котли – використовуються вкрай рідко, так як паропродуктивність і поверхня теплообміну – невеликі, відповідно такі котли підходять тільки для приміщень з маленькими площами.



Рис.53 Водотрубний котел



Рис.54 Газотрубний котел

**6. В залежності від призначення котли** бувають: **парові** виробляють перегрітий або насичений пар, мають такі переваги: економічність, зручність в експлуатації, автоматизація обладнання); **водогрійні** (оснащені бойлерами, підходять для опалення та нагріву води; вибираючи, краще віддати перевагу газовому або електричному котлу, ніж твердопаливному).



Рис.55 Паровий котел



Рис.56 Водогрійний котел

**7. В залежності від типу тяги:** котли з **природною** (атмосферної) **тягою** (надійний, котли з таким видом тяги монтуються в безпосередній близькості до димоходу, тому колектор

димовидалення не потрібний), **котли з примусовою тягою** (не вимагає димоходу, вихлоп газів може здійснюватися через стіну або вентилятор).



Рис.57 Котел з природною тягою



Рис.58 Котел з примусовою тягою

Серед усіх класифікацій хотілося б виділити першу і більш детально описати типи котлів в залежності від застосовуваного палива.

### ГАЗОВІ КОТЛИ

**Газові котли** – це найбільш популярний вид опалювального пристрою, завдяки тому, що до 2010 року газ був найдешевшим видом палива (так як є першоджерелом енергії). Деякі підприємства з виробництва газових котлів вдосконалюють і випускають все нові види котлів понад 75 років. Основне призначення газового котла це отримання тепла для опалення приміщення і нагріву води, шляхом згоряння палива. Як паливо може бути використаний природний газ: пропан або бутан, так як він недорогий, доступний, і прекрасно підходить для опалювальних котлів.

Залежно від місця розміщення газові котли (як і інші) можуть бути настінними (котли розміщуються безпосередньо на стіні або на спеціальній рамі, в основному вони мають невеликі розміри і потужність від 24 до 100 кВт, хоча за своєю будовою вони складніші, ніж підлогові) або ж підлоговими (габаритні, потужні котли, які розміщуються на спеціальній платформі або ж просто на підлозі). Вибирати краще двоконтурний котел, який здатний забезпечити Вас теплом і гарячою водою. Потужність котла необхідно підбирати з урахуванням тепловтрат, кількості проживаючих осіб, необхідність споживання води і загальну площу. Якщо у Вас підведена до будинку газова магістраль, то газовий котел буде ідеальним і найефективнішим опалювальним пристроєм.

#### Переваги:

- екологічно чистий;
- економічно вигідний;
- оснащений пристроєм захисту;
- має високий рівень ККД (82-89%).

#### Недоліки:

- оформлення документів;
- нестабільна ціна на природний газ.

Розглянемо будову та монтаж газових котлів на прикладі апарату atmoTEC Plus VUW, придатного для забезпечення опаленням великих квартир, а також будинків на одну, дві сім'ї площею від 50 до 300 м<sup>2</sup>. Він може бути використаний як для високотемпературних (85/65 °С), такі для низькотемпературних систем опалення. В ньому передбачена можливість нагріву води за проточним принципом для гарячого водопостачання в межах від 35 до 65 °С. Апарат може працювати як на природному, так і на зрідженому газі. Таким чином, він відповідає будь-яким вимогам щодо виду монтажу і використання.

#### Підключення:

1. Зворотна лінія 22 мм;
2. Патрубок холодної води 15 мм;
3. Підключення газу 15 мм;
4. Патрубок гарячої води 15 мм;
5. Лінія 22 мм;
6. Кронштейн приладу;
7. Патрубок для відведення продуктів згоряння.

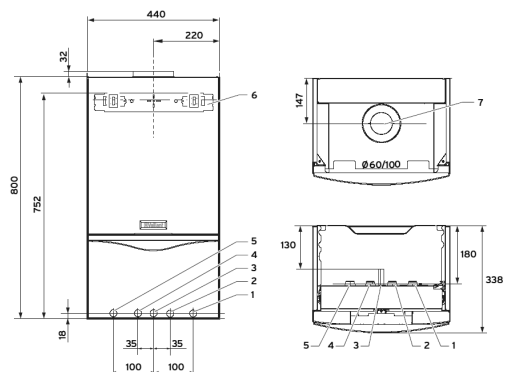


Рис.59 Приєднувальні розміри апарата

**Додаткові опції:** Приналежності для підведення повітря і відводу газів, що відходять - коаксіальна система, роздільна система. Регулюючі пристрої (всі апарати). Кімнатний регулятор, погодозалежний автоматичний регулятор опалення.



### Гідравлічні складові апарату:

1. Гідравлічні складові з'єднані з гідравлічними модулями штекерними або фланцевими з'єднаннями.
2. У нижній частині розташовані датчик тиску, VUW з регульованим байпасом і підключенням циркуляційного насоса.
3. Двоступінчастий циркуляційний насос з ручним перемиканням.
4. Двоступінчастий циркуляційний насос з автоматичним перемиканням.
5. Триходовий пріоритетний перемикаючий вентиль.
6. Вентиль надлишкового потоку (байпас)
7. Датчик тиску води.

Від нього на електроніку постійно передається поточне значення тиску води. Справжнє значення тиску води в системі впливає на мембрану датчика тиску, що змінює своє положення при зміні тиску. Рух мембрани передається на пружину магніту, що впливає відповідно на датчик Холла. Відстань між магнітом і датчиком Холла залежно від тиску реєструється електронним чіпом, перетворюється в сигнал напруги і подається на електроніку.

### 8. Запобіжний клапан.

Запобіжний клапан встановлюється на контурі опалення. При нагріванні опалювальної установки або опалювального приладу вода розширюється збільшуючи тиск води в системі. При перевищенні допустимого тиску в 3 бар запобіжний клапан відкривається і спускає воду опалення або парову суміш в дренаж. Температурна стійкість до 110°C.

### 9. Вторинний теплообмінник

Він загерметизований круглими сальниками і закріплений чотирма болтами. У апаратах серії Plus на передній стінці знаходиться датчик NTC гарячого старту. Залежно від варіантів приладу використовуються теплообмінники з 13, 19 або 35 пластинами.

### 10. Фільтр грубої очистки.

На вході в вторинний теплообмінник (SWT), після первинного теплообмінника розташований фільтр грубої очистки, який оберігає пластинчастий теплообмінник від швидкого засмічення водою опалення. При проведенні технічного обслуговування необхідно обов'язково прочищати.

### 11. Датчик протоку води з крильчаткою (Аквасенсор).

Підвищено чутливість датчика води за допомогою збільшення числа пластин крильчатки з 6 до 10. При відкритті відбору теплої води датчик води розпізнає потік води. Під впливом протоки крильчатка починає обертатися. При певному числі оборотів електроніка розпізнає режим "нагрів води". Включення відбувається при протоці води приблизно 1,5 л/хв. При зменшенні протоку до значення 1,1 л/хв котел розпізнає недостачу потоку і електроніка відключає прилад. Крильчатці надає рух багатополісний постійний магніт. Датчик Холла встановлений на зовнішній стіні корпусу безконтактно реагує на магнітний імпульс. Число заміряних імпульсів є мірою об'єму потоку теплої води.

### 12. Кран підживлення зі зворотнім клапаном.

Кран підживлення є з'єднанням між контурами подачі питної води і опалювальної води. Служить для заповнення та підживлення води в опалювальній пристрій при падінні тиску в системі нижче

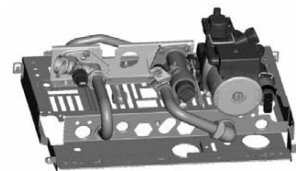


Рис.60 Гідравлічний модуль



Рис.61 Двоступінчастий циркуляційний насос з ручним перемиканням



Рис.62 Двоступінчастий циркуляційний насос з автоматичним перемиканням



Рис.63 Триходовий пріоритетний перемикаючий вентиль



Рис.64 Датчик тиску води



Рис.65 Вторинний теплообмінник

певного рівня. Кран підживлення оснащується зворотним клапаном і перекривається одним вентиляем. Для безперебійної роботи опалювальної установки потрібен тиск води / тиск наповнення від 1,0 до 2,0 бар.

#### 12. Первинний теплообмінник.

У площі пластин теплообмінника відбувається передача теплоти від розпечених газів, що відходять до води, яка нагрівається. Від п'яти до семи послідовно з'єднаних мідних трубок з припаяними мідними пластинами забезпечують можливість кращого використання теплоти відхідних газів. Відповідна теплова потужність апарату визначається розміром утвореною трубками і пластинами теплообмінної поверхні. На вході і виході первинного теплообмінника встановлені датчики NTC, які є складовою частиною системи безпеки. Місце установки вибирається зручним для гарного доступу при обслуговуванні.

#### 14. Мембранний розширювальний бак (6 або 10 л).

Розширювальний бак виконує два завдання: сприймає збільшення об'єму води, що відбувається при нагріванні води в системі опалення, або відповідно скорочення її об'єму при охолодженні та створює запас води для компенсації невеликих втрат.

#### 15. Датчик NTC.

По одному на подачі і на зворотній лінії опалення та на виході з вторинного теплообмінника для вимірювання початкової температури нагріву. Всі датчики NTC двопровідні, робочий режим до 10 кО і при короткому замиканні NTC сигнал не глушиться. Датчики перевіряються.

#### Газові складові апарату:

##### 1. Газова арматура для природного газу з регулятором.

Завданням регулятора на арматурі є вирівнювання коливань тиску на вході. Регулювання проводиться по нормативному значенню, що визначається номінальним тиском на подачі. Високий тиск на подачі повністю вирівнюються регулятором. Тиск на виході або на пальнику не збільшується.

##### 2. Атмосферний пальник з попереднім змішуванням.

##### 3. Електроди розпалу й блок контролю полум'я.

Розпал суміші газу і повітря виробляє парний електрод розпалу. Для розпалювання суміші відстань від пальника становить 5 мм. На передній частині знаходиться комбінований блок контролю і запалу (трійник) з кераміки (BERU) або металевої шини.

##### 4. Електронна плата.

Електроніка забезпечує всі функції управління і регулювання. У платі закладені так само функції блоку живлення і автоматики розпалювання. Стан приладу постійно контролюється, проводиться аналіз несправностей і візуально відслідковується статус приладу. Важливі дані зберігаються.

#### Функціональна схема

Ці прилади для спалювання використовують повітря приміщення, в якому вони встановлені, тому завжди потрібно передбачати припливну вентиляцію для нормального функціонування апарату. Виводяться гази за рахунок природної тяги через димар назовні. Тому котел має також такі складові:

1. Стабілізатор тяги і датчики газів, що відходять;
2. Датчик газів, що відходять;
3. Випускний колектор;
4. Вентилятор / датчик тиску повітря / трубка Піто.

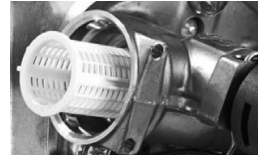


Рис.66 Фільтр грубої очистки



Рис.67 Датчик протоку води з крильчаткою



Рис.68 Газова арматура для природного газу з регулятором



Рис.69 Атмосферний пальник з попереднім змішуванням

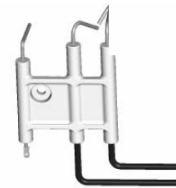


Рис.70 Електроди розпалу й блок контролю полум'я

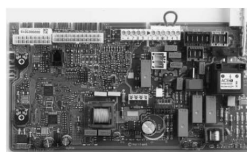


Рис.71 Електронна плата

Навішується на стіну апарат спеціальними кронштейнами. Для позиціонування кронштейна до приладу додається монтажний шаблон з паперу.

**Підключення газу.** Можливо пошкодження газової арматури при перевищенні робочого і контрольного тисків! Блок регулювання газу на приладі обпресувати максимальним тиском в 110 мбар! Робочий тиск не повинен перевищувати 60 мбар!

**Електромонтаж.** Номінальна напруга в мережі повинна становити 220 В при напрузі понад 253 В і нижче 190 В можуть з'явитися функціональні помилки.

Монтаж повинен проводитися відповідно до монтажної інструкції.

#### Монтаж горизонтального проходу через стіну

1. Горизонтальне введення через стіну;
2. Монтажна планка;
3. Котел;
4. Коліно 90°;
5. Хомут 2 x 48 мм.

**Обв'язка котла** - це процес підключення обладнання до гарячого водопостачання та мереж розподілу відповідно до норм експлуатації.

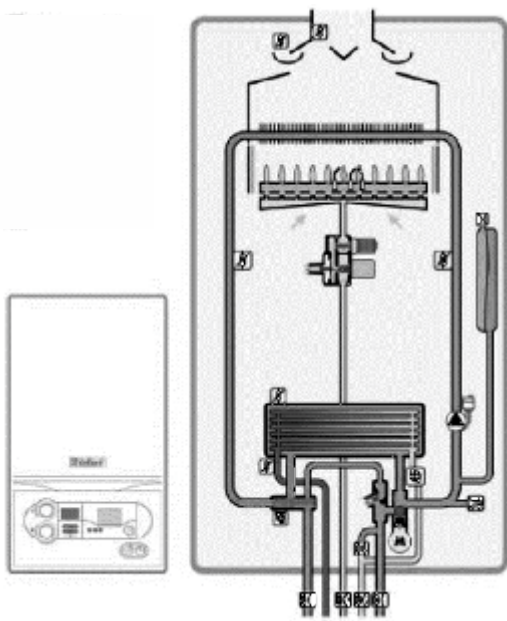


Рис.72 Функціональна схема газового котла, що працює за проточним принципом

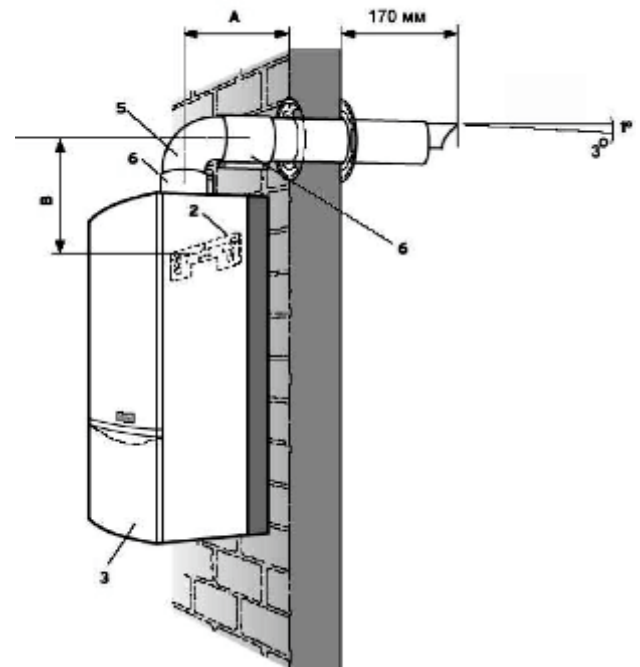


Рис.73 Монтаж горизонтального проходу через стіну

### ЕЛЕКТРИЧНІ КОТЛИ

**Електричні котли** зазвичай використовується за відсутності підключення будинку до газової мережі або, як резервний опалювальний прилад з іншими теплогенераторами.

#### Переваги:

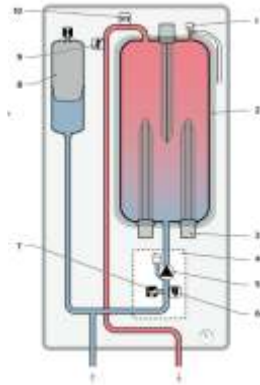
- мінімальні габарити;
- безшумність;
- надійність;
- нема потреби в системі димовідведення.

#### Недоліки:

- високі експлуатаційні затрати (затрати на електроенергію);
- необхідність підключення до електричної мережі досить високої потужності.

Сучасні електричні котли мають вбудовану систему автоматики, яка дозволяє регулювати температуру теплоносія системи опалення в залежності від зовнішньої температури та контролювати процес підготовки гарячої води. Переважна більшість електричних котлів є одноконтурними – тобто працюють з водонагрівачами непрямого нагріву. Це обумовлено тим, що для проточного приготування гарячої води в достатній кількості потужність котла має становити принаймні 20-24 кВт, що в більшості випадків неможливе.

Будова електричного котла на прикладі котла Vaillant eLoBlock (Словаччина):



- 1 - клапан для розповітрявання
- 2 - первинний теплообмінник з теплоізоляцією
- 3 – нагрівальний елемент (від 2 до 4 штук, в залежності від потужності)
- 4 – гідравлічний вузол
- 5 - циркуляційний насос
- 6 - датчик тиску води
- 7 - запобіжний клапан
- 8 - розширювальний бак
- 9 - датчик температури
- 10 - температурний запобіжник

Рис.74 Гідравлічна схема електричного котла



- 1 - температурний запобіжник
- 2 - датчик температури
- 3 - первинний теплообмінник із теплоізоляцією
- 4 - блок керування
- 5 - датчик тиску води
- 6 - втулка
- 7 – мережеві термінали з контакторами
- 8 - плата керування
- 9 - резервні клеми

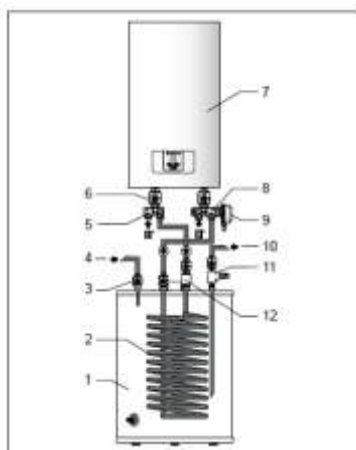
Рис.75 Будова електричного котла

Нагрівальним елементом котла є **електричний тен**. Він складається з декількох секцій, які в свою чергу також складаються з 2-3 електричних нагрівачів. Таким чином досягається можливість плавного регулювання потужності котла (модуляція).



Рис.76 Електричні тен

Електричні котли можуть підключатися до трьохфазної або однофазної мережі. При підключенні вкрай важливо правильно розрахувати переріз електричного кабелю.



- 1 - Накопичувальний бак ГВС
- 2 - Теплообмінник накопичувального баку
- 3 - Запірний клапан
- 4 - Вивід ГХВ
- 5 - Розподільувальний елемент
- 6 - Запірний клапан
- 7 - Електрокотел
- 8 - Триходовий рухомий клапан
- 9 - Двигун триходового клапана
- 10 - Ввід холодної води
- 11 - Запобіжний клапан контуру ГВС зі зворотнім клапаном
- 12 - Зворотній клапан (повинен відкриватися у напрямлення току ГХВ)

Рис.77 Схема підключення електричного котла до водонагрівача непрямого нагріву



## ТВЕРДОПАЛИВНІ КОТЛИ

**Твердопаливний котел** – вид котлів, який поширений завдяки традиційним видам палива – брикети, пелети, дрова, солома, лузга, торф, щепа, тирса, вугілля, еко-горошок. У зв'язку з постійним зростанням цін на газ, все частіше люди віддають перевагу твердопаливним котлам. Для виробництва твердопаливних котлів, їх теплообмінників, використовують частіше чавун, ніж сталь.

На сьогоднішній день, існує **чотири види котлів**, які призначені для отримання максимально можливого ККД і відповідно для отримання тепла і гарячої води. Найпопулярнішим з чотирьох є твердопаливний котел з **чавунним теплообмінником**, для якого в якості палива використовують дрова і вугілля.

Наступний вид твердопаливних котлів – це **пелетні котли**, так як в якості палива використовуються пелети (пресована і гранульована деревина). Даний котел є повністю автома-тизованим: подача палива, за допомогою шнека, в зону горіння, автоматичний розпал. Паливо необхідно закуповувати раз і на весь сезон, тоді не буде необхідності постійно стежити за котлом. Єдиний нюанс цього котла полягає в тому, що для нього, як паливо, підходять лише пелети.

**Піролізні котли** це особливий вид твердопаливних котлів, так як в них передбачено дві камери згорання: в першій камері відбувається процес первинного горіння (полягає в генерації синтезу газу і піролізі за рахунок штучного створення в камері мінімального рівня кисню), у другій – процес догорання газу. Як паливо можна використовувати деревину (переважно твердих порід). Час роботи котла може, триває від 6 до 10 годин, потім необхідно додати ще палива.



Рис.78 Котел з чавунним теплообмінником



Рис.79 Пелетний котел

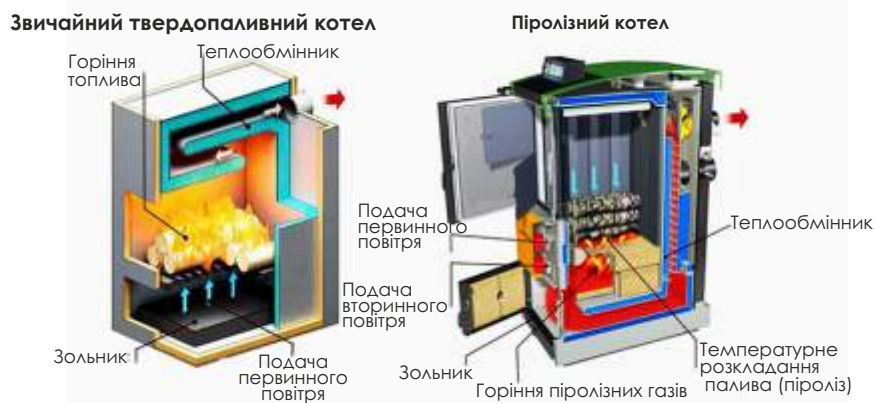


Рис.80 Звичайний та піролізний котли

Самий невибагливий і функціональний це **котел тривалого горіння**. Його основні переваги полягають в тому, що час горіння може становити від 12 до 48 годин, завдяки процесу тління, а не горіння в камері згорання. Як паливо можна використовувати дрова, вугілля, тріски, тирсу, торф і т.д.



Рис.81 Котел тривалого горіння

- 1 - Повітряна заслонка
- 2 - Камера нагріву повітря
- 3 - Отвір для видалення диму
- 4 - Засувка перемикач (вугілля, дрова)
- 5 - Труба подавання повітря
- 6 - Дверцята для закладання дров
- 7 - Розподілювач повітря
- 8 - Паливо
- 9 - Дверцята для видалення тепла
- 10 - Труба для нагрітої води
- 11 - Труба для поворотної води

Однією з основних переваг твердопаливних котлів є те, що за їх допомогою можна створити повністю автономну систему опалення.

Принцип горіння в традиційних котлах схожий з тим, як це відбувається у звичайній печі. Пальне завантажується в топку і розпалюється вручну. Процес горіння завжди відбувається знизу вгору. Найчастіше для такого обладнання використовують дрова і вугілля, але бувають і виключення, коли можна топити і іншими видами палива. Наприклад, деревними гранулами, тирсою, солом'яною і іншим. Найчастіше у побутових котлах з ручною подачею забороняється спалювати: сміття, пластмасу, папір і картон (тільки для розпалювання), деревний пил, тирсу, дрібну тріску, а також заборонені місцевим законом матеріали що забруднюють чисте повітря та є екологічно небезпечними, такі як старі залізничні шпали, ДСП, імпрегновану деревину і т.п. Тепло, що отримується від випромінювання, теплопередачі і димових газів при спалюванні твердого палива передається системі опалення.

### Для прикладу розглянемо конструкцію твердопаливного котла:

1. Дверцята завантажувальної камери (завантаження дров до 0,5м);
2. Великі дверцята камери розпалювання (швидкий і легкий розпал без використання трісок завдяки інноваційній технології);
3. Дверцята для очищення (просте видалення попелу та летючого попелу виконується спереду);
4. Канал відводу димових газів;
5. Трубчастий теплообмінник з турбулізаторами та напівавтоматичним очищенням;
6. Камера згоряння піролізного газу з подвійним завихрювачем;
7. Автоматика для управління роботою котла;
8. Лямбда-датчик (автоматичний контроль процесу спалювання і вимірювання параметрів димових газів)
9. Вентилятор-димосос з можливістю регулювання частоти обертів - гарантує високу надійність в експлуатації;
10. Клапан первинного і вторинного повітря для роздільної подачі повітря;
11. Ефективна теплоізоляція - забезпечення мінімальних тепловтрат при передачі тепла випромінюванням.

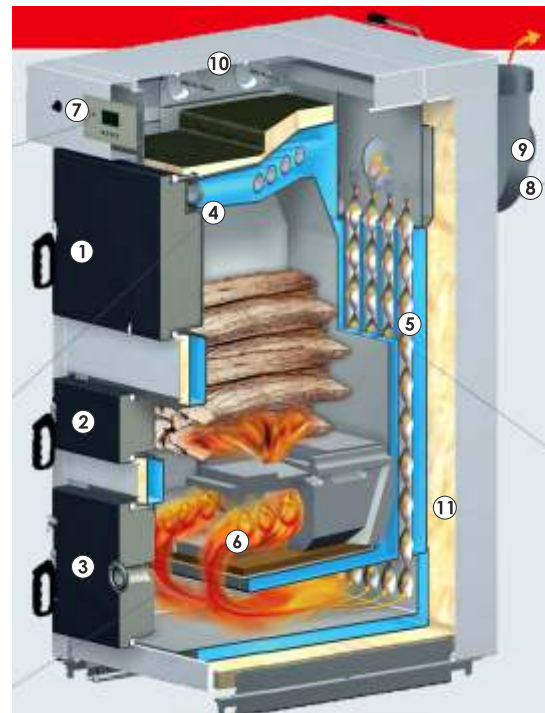


Рис.82 Схема сучасної котельної установки з ручною подачею палива (дров'яний котел)

Спалювання сирого палива з вологістю більше ніж 30% призводить до утворення конденсату і згодом до корозії на стінках завантажувальної камери. Спалювання деревини з підвищеною вологістю призводить також до зниження ККД опалювального котла.

При тривалій експлуатації котла необхідно забезпечити, щоб температура зворотної магістралі котла не опускалася нижче 55-65 °С. З цієї причини обов'язковим є використання пристрою підйому температури зворотного потоку.

При спалюванні палива в перехідні періоди року (весна, осінь) слід враховувати той факт, що при зменшенні відбору потужності (менше ніж 50%) не слід заповнювати завантажувальну камеру в повній мірі.

Твердопаливні котли з ручною подачею палива дозволяється експлуатувати разом з правильно розрахованим об'ємом накопичувального бака-акумулятора.

Інформація про рекомендований об'єм накопичувального бака знаходиться в інструкції з монтажу до котла, середнє значення складає близько 30-50л на один кіловат теплової потужності котла.

Сучасні моделі оснащуються автоматикою, що дозволяє забезпечити стабільну роботу опалювальної системи в заданому режимі.

### СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З АВТОМАТИЧНОЮ ПОДАЧЕЮ ПЕЛЕТ

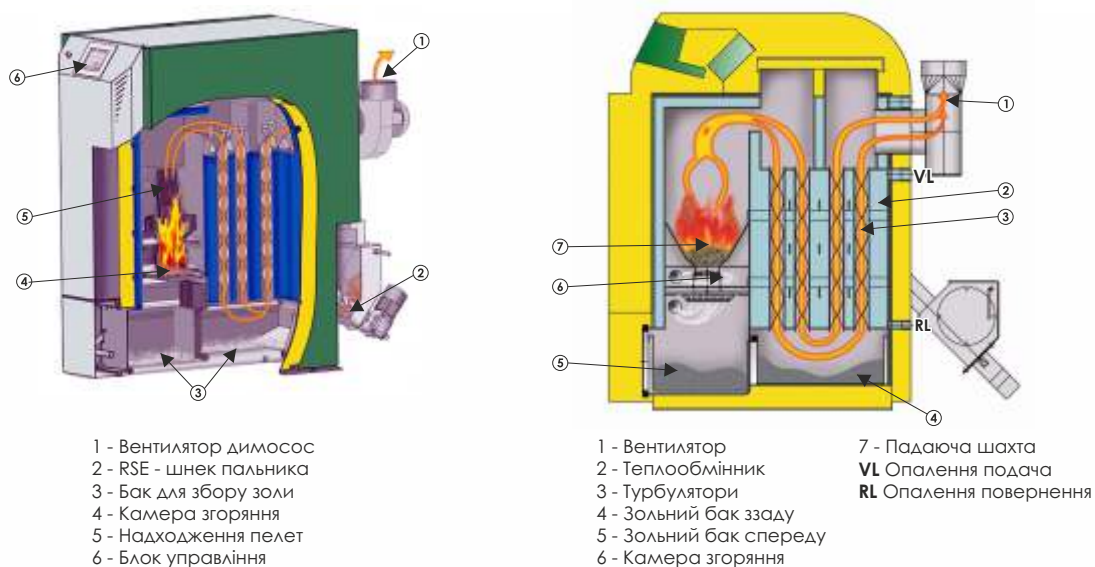


Рис.83 Схема котельної установки з автоматичною подачею палива (вид збоку)

Зі складу, паливо (в даному випадку пелети) доставляється подаючим шнеком через засипну шахту до пристрою захисту від зворотного загоряння (далі ПЗЗЗ, на виду збоку - ступка що знаходиться вище шнеку (2)). Клапан ПЗЗЗ приводиться в рух за допомогою підпружиненого сервоприводу. Далі шнек завантаження палива переміщує паливо наверх по похилому жолобу. Потім пелети потрапляють в топку камери згоряння. Для захисту від загоряння та при знеструмленні сервоприводу клапан ПЗЗЗ закривається автоматично.

При виникненні потреби у теплі котел включається і розпал пелет відбувається автоматично за допомогою «електрофону», який генерує потік повітря з високою температурою. В процесі фази підготовки до розпалу очищається решітка колосника та виконується попередній нагрів лямбда-датчика. В залежності від кількості палива, що надійшло в топку, залежить потужність котла і вибору режиму роботи установки.

Повітря, що подається в зону горіння, може бути первинним і вторинним. Первинне повітря подається безпосередньо до пристрою розпалу. Подача вторинного повітря потрібна для збільшення полум'я, що виникло при подачі первинного повітря. Подача повітря здійснюється через отвір, що розташований збоку від пального. Вентилятор димових газів (1) представляє собою димосос, який розташований з тильної частини котла.

Він створює тиск розрідження в котлі. Завдяки цьому розрідженню всмоктується вторинне і первинне повітря. Вентилятор обертається зі змінною швидкістю і має електронне управління. Швидкість обертання вентилятора залежить від температури в камері згоряння котла і коригується відповідно до сигналів лямбда-датчика.

Потужність котла регулюється в межах заданої температури котла і кінцевої температури регулювання. Значення кінцевої температури регулювання відповідає значенню суми заданої температури котла та гістерезису регулювання. У разі якщо температура димових газів перевищує допустимі значення, то потужність установки зменшується. Після зменшення температури потужність установки стає на попередній рівень.

Під час чистки видаляється попіл, що утворився на решітці. Для цього необхідно, щоб фаза догорання палива була повністю завершена. Після закінчення фази догорання відбувається очищення поверхні колосникової решітки завдяки автоматичному опусканню її на матрицю, що виключає необхідність проведення ручного чищення. Після чистки - установка знову переходить в нормальний режим роботи. Інтервал між чистками розраховується, виходячи з тривалості роботи подаючого шнека.



Рис. 84 Камера згоряння з жароміцної нержавіючої сталі



Завдяки чистій колосниковій решітці забезпечується оптимальна подача повітря для забезпечення процесу згоряння. Попіл, що утворюється в камері згорання, збирається в ємності для попелу, що знаходиться в нижній частині установки. Котли з такою конструкцією паливника, в залежності від якості палива, можуть протягом декількох тижнів залишатись без обслуговування.

Крім того поверхні теплообмінника очищаються автоматично завдяки інтегрованим турбулізаторам. Навіть під час роботи котла, це дозволяє утримувати їх чистими без зовнішнього втручання. Рух турбулізаторів здійснюється за допомогою електроприводу, що керується автоматикою котла.

Високий коефіцієнт корисної дії таких котлів досягається завдяки очищенню поверхонь теплообмінника та забезпечує низький рівень споживання палива.

Завдяки вбудованому лямбда-зонду, є можливість постійно контролювати кількість кисню в димових газах, саме цей параметр дозволяє оптимально налаштувати систему на ефективне спалювання та мінімальні емісійні викиди.

Згідно показників лямбда-зонду корегуються параметри: подача вторинного повітря та кількість палива, що подається до паливника; цим завжди досягаються оптимальні умови спалювання, в тому числі і в режимах часткового навантаження котла.

Система автоматики котла забезпечує візуальне зображення функцій різних компонентів системи (насосу теплового контуру, насоса завантаження бойлера, циркуляційного насоса, змішуючого клапану, переключаючого клапану, приводів і т.д.) та виконує наступні функції:

- нагрів буфера-накопичувача;
- підготовка гарячої води (ГВП);
- підтримання температури зворотної магістралі;
- погодозалежне регулювання опалювальним контуром;
- енергоощадний режим;
- захист від замерзання системи;
- поєднання котлів у каскад, що надає можливість досягти більш високої потужності установки;
- відправлення повідомлень про статус роботи системи через електронну пошту.

В залежності від умов, передбачаються різноманітні варіанти організації складських приміщень для зберігання пелет з використанням автоматичних систем транспортування палива (наприклад гнучкий шнек, вакуумна система, перемішувач з ресорами або жорсткий шнековий транспортер). Системи паливоподачі надають можливість забудовнику можливість різнопланової організації приміщення паливосховища.

#### **Система подачі палива за допомогою гнучкого шнека:**

1. Трубопроводи пневматичної подачі палива до складу (завантажувальний патрубок);
2. Відбивна пластина (захист пелетта стіни від пошкодження)
3. Відкоси паливного складу;
4. Гнучкий шнек;
5. Спіраль шнека.

Система подачі палива за допомогою гнучкого шнека є простою і енергозберігаючою, та дозволяє оптимально витратити запаси палива на складі.



Рис.85 Автоматичне очищення за допомогою рухомої решітки



Рис.86 Автоматичне очищення теплообмінника



Рис.87 Енергоощадне спалювання завдяки лямбда-зонду



Рис.88 Система подачі палива гнучким шнеком

Гнучкий шнековий транспортер складається з спіралі шнека, яка бережно транспортує пелети до котла. Система з гнучким шнеком дозволяє вільно позиціонувати котел в просторі котельні. Для повного спорожнення паливосховища рекомендується встановлення косих поверхонь з ковзним покриттям.

Для збільшення довжини лінії паливоподачі можливо здійснити з'єднання 2-х гнучких шнеків з встановленням між ними передавального пункту. Завдяки цьому стає можливою реалізація проектів з довгими дистанціями.

У паливосховищі без похилих поверхонь рекомендується використовувати **систему подачі палива дисковим механізмом з ресорами:**

1. Трубопроводи пневматичної подачі палива до складу (завантажувальний патрубок);
2. Відбивна пластина (захист пелетта стіни від пошкодження);
3. Дисковий механізм подачі палива.

У шнекових транспортерах використовується стабільна система паливоподачі з спеціальною формою забірного каналу що забезпечує безперебійну подачу палива до котла.

### ВАКУУМНІ СИСТЕМИ

Вакуумні системи подачі є ідеальним рішенням для значних відстаней між сховищем палива і котлом.

Вакуумні системи забезпечують оптимальне розміщення котла та складу палива. Завдяки легкому транспортуванню пелет можлива організація лінії паливоподачі на значні відстані від котла. Облаштування всмоктувальної та зворотної лінії трубопроводів виконується індивідуально за бажанням (в залежності від місцевих можливостей). Транспортування палива здійснюється без пилу.

Видалення попелу з котлів також відбувається за допомогою спеціальних шнеків. Транспортування можливе на досить великі відстані по горизонталі та вертикалі.

Завдяки повній автоматизації котлів на твердому паливі з'являється можливість у значній мірі скорити експлуатаційні витрати об'єкту.

Паливні гранули або брикети виробляють і з рослинної біомаси шляхом гранулювання або брикетування:

- **паливні гранули** – це спресовані частинки рослинного походження, що мають форму циліндрів максимального діаметра до 25 мм і завдовжки від 10 до 50 мм, паливні гранули можуть бути виготовлені з деревини, торфу, трави, лушпиння, соломи, вугільного пилу і багатьох інших видів рослинної сировини, а також їх сумішей;
- **паливні брикети** – спресовані вироби циліндричної, прямокутної або будь-якої іншої форми, довжиною 100–300 мм, яка не повинна перевищувати у п'ятеро їх діаметр, який більший ніж 25 мм, та зазвичай становить у межах від 60 до 75 мм.

### Переваги:

Паливні гранули мають значні переваги порівняно з традиційними видами палива, так для їх виробництва витрачається близько 3% енергії, при цьому під час виробництва нафти ці енерговитрати становлять близько 10%, а при виробництві електроенергії - 60%, їх теплоутворювальна здатність становить у межах від 4,5 до 5,0 кВт/кг, що в 1,5 рази більше, ніж у

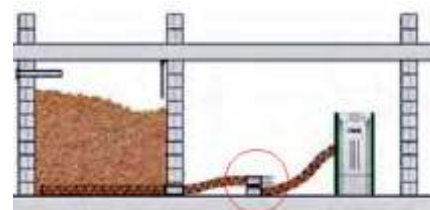


Рис.89 Схема збільшення довжини лінії паливоподачі за допомогою передавального пункту



Рис.90 Подача дисковим механізмом з ресорами



Рис.91 Система подачі палива за допомогою дискового механізму та жорсткого шнека



Рис.92 Транспортування пелет за допомогою жорсткого шнека напряму до котла



Рис.93 Комбінація з вакуумної системи подачі палива і мішкового бункера



звичайної деревини і вугілля. При спалюванні 2000 кг паливних гранул виділяється стільки ж теплової енергії, як і при спалюванні: 3200 кг деревини, 957 м<sup>3</sup> газу, 1000 л дизельного палива, 1370 л мазуту. Горіння паливних гранул в топці котла відбувається більш ефективно - кількість залишків (золи) не перевищує між від 0,5 до 1,0% від загального об'єму використаного палива. При спалюванні паливні гранули не впливають негативно на оточуюче середовище.

Порівняльна характеристика різних видів палива та продуктів їх переробки за вмістом основних елементів, (сірки, золи, вуглекислого газу).

Таблиця 2

Вид палива	Вологість матеріалу, %	Теплоутворювальна здатність, МДж/кг	Вміст сірки, %	Вміст золи, %	Вміст вуглекислого газу, кг/ГДж
Природний газ, МДж/м <sup>3</sup>	-	35-38	0	0	57
Кам'яне вугілля	-	15-25	1-3	10-35	60
Паливо для двигунів	-	42,5	0,2	1	78
Мазут	-	42	1,2	1,5	78
Гілки плодкових дерев	20	10,5	-	-	-
Виноградна лоза	20	14,2	-	-	-
Тріски дерев, опилки	40-45	10,5-12,0	0	2	0
Брикети з деревини	7-8	16,8-21,0	-	-	-
Гранули з деревини	9-10	17,5-19,5	0,1	1	0
Солома	20	10,5-12,5	-	-	-
Солома в тюках	14-17	14,2	-	-	-
Гранули з соломи	8-10	16,5-18,8	0,2	4	0
Брикети з соломи	6-10	15,4-21,0	-	-	-
Брикети з полови	-	16,7	-	-	-
Стебла соняшнику	20	12,5	-	-	-
Брикети з лузги соняшнику	6-8	21,0-21,8	-	-	-
Гранули з лузги соняшнику	6-8	18,5-20,0	-	-	-
Стебла кукурудзи	20	12,5	-	-	-
Брикети з качанів	-	18,0	-	-	-

### РІДКОПАЛИВНИЙ КОТЕЛ

Рідкопаливний котел – це котел, який купують коли є необхідність у створенні незалежного опалення або коли немає можливості провести газову магістраль. Як паливо для рідкопаливного котла використовується дизпаливо (солярка), ціна на яку зростає досить швидко, так само як і на газ. Даний вид котлів можна порівнювати з газовим котлом за ефективністю та принципом роботи. Недоліки рідкопаливного котла полягають в наступному: необхідно встановити дизель-генератор (щоб котел не залежав від електрики), дані котли мають підвищений рівень попелотворення.

Кожен з цих котлів має свої переваги і недоліки, але вибір може залежати від різних факторів: зовнішнє середовище, особисте побажання, наявність газової магістралі, наявність індивідуального проекту, функціональні характеристики котла, матеріал з якого зроблений котел, виробник, вид палива і т.д.

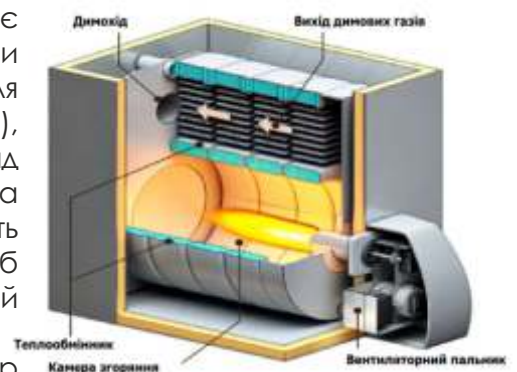


Рис.94  
Рідкопаливний котел



## НАСОСИ У СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ

Сучасне життя складно уявити без насосів. Ефективні та безпечні для навколишнього середовища насоси переміщують будь-які рідини - гарячі та холодні, чисті і забрудненні - забезпечуючи комфортні умови життя кожній людині.

У інженерних системах будівель використовується багато різних груп насосів. Вони виконують функції подачі холодної або гарячої води до споживачів. В даному розділі ми розглянемо циркуляційний насос для системи опалення.

Насоси необхідні для переміщення рідин і подолання опору трубопровідних систем. В результаті використання насосів в системі опалення, з'являється можливість використовувати трубопроводи з меншим перетином. Це призводить до зниження витрат на капітальне будівництво системи опалення. Це також означає, що в лініях системи тепер буде істотно менша кількість води. Система опалення може швидше реагувати на коливання температури і легше піддається регулюванню.

### Насоси з мокрим ротором

Принцип роботи будь-якого насоса доволі простий: двигун приводить в обертання вал насоса з встановленим на ньому робочим колесом. Вода, що надходить в робоче колесо в осьовому напрямку, переміщається за допомогою лопатей робочого колеса в радіальному напрямку. Відцентрові сили, що діють на кожну частку рідини, сприяють підвищенню швидкості і тиску рідини при проходженні води через лопаті.

### Насос складається з наступних основних компонентів:

- корпус насоса;
- двигун;
- робоче колесо.

Конструкція сучасного покоління насосів з мокрим ротором заснована на модульному принципі. Залежно від розміру і необхідної вихідної потужності насоса, модулі компонується в різні конфігурації. Таким чином, будь-який ремонт, який може знадобитися, можна здійснити з меншими затратами праці, просто замінивши деталь на запасну.

Відмінною особливістю робочого колеса відцентрового насоса є радіальне переміщення води. Вал, що приводить в обертання робоче колесо, виготовляється з нержавіючої сталі; підшипники вала зроблені із спеченого вуглецевого або керамічного матеріалу, який потребує змащення. Ротор двигуна, встановлений на валу, обертається в воді. Завдяки такій конструкції, насоси з мокрим ротором відрізняються малошумною роботою.

Після того як вода проходить робоче колесо, невелика кількість води забирається в спіральний кожух двигуна. Швидкість потоку сповільнюється завдяки конструкції кожуха і вода потрапляє до двигуна. Вода змащує підшипники і охолоджує двигун.

Статор двигуна знаходиться під напругою, і з метою ізоляції оточений розділовим «стаканом». Він зроблений з немагнітної нержавіючої сталі або вуглецевого волокна і має товщину стінки від 0,1 до 0,3 мм.

Важливим параметром якості цього типу насосів є їх здатність самостійно видаляти повітря під час налагодження.

### Регулювання роботи насосів

В своєму стандартному виконанні, в насосах використовуються двигуни з фіксованою частотою обертання.

Режим роботи системи опалення дуже мінливий, оскільки залежить від умов навколишнього середовища. Тому в системах опалення необхідно передбачати пристрої регулювання теплового навантаження. Найбільш популярними пристроями сьогодні є термостатичні радіаторні клапани, встановлені перед поверхнями нагріву (радіаторами). Саме ці пристрої впливають на інтенсивність подачі рідини.

Для того, щоб зменшити споживання електроенергії насосним агрегатом при зміні інтенсивності подачі, необхідно, щоб двигуни насосів з мокрим ротором постійно міняли

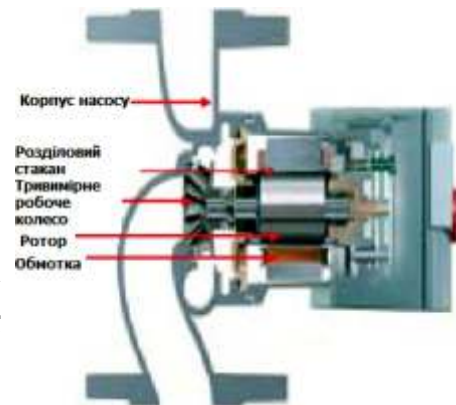


Рис.96 Розріз насоса з мокрим ротором

частоту обертання. Частоту обертання можна змінювати вручну за допомогою перемикачів. Можлива також організація системи автоматики шляхом установки комутаційної апаратури і пристроїв управління, які будуть спрацьовувати в залежності від часу, різниці тисків або температури.

З 1988 р. в насосній техніці існують рішення, які в конструкції насосу передбачають наявність вбудованого електронного перетворювача – складної системи аналізу потоку рідини, який забезпечують безступінчасте регулювання частоти обертання і тим самим автоматично регулює продуктивність насосу і відповідно його енергоспоживання.

### Способи монтажу

Конфігурація системи опалення, дозволяє встановлювати насоси або на лінії подачі теплоносія, або на зворотній лінії циркуляційного контуру.

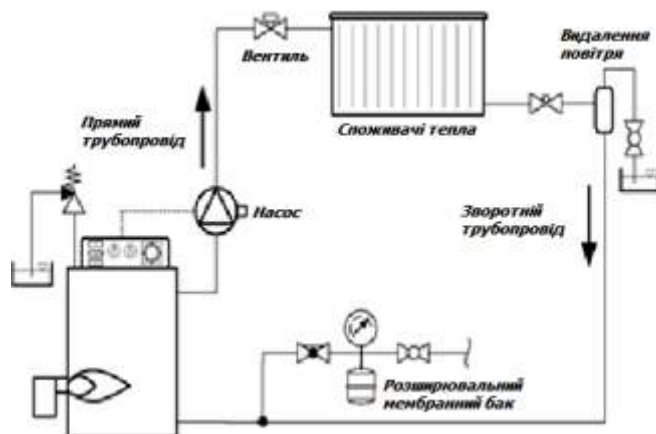


Рис.97 Гідравлічна схема підключення насосу

Насоси з мокрим ротором поставляються з різьбовими з'єднаннями з умовним проходом до R1¼. Насоси більшого розміру мають фланцеві з'єднання. Ці насоси можуть монтуватися в трубопровід горизонтально або вертикально без спорудження фундаменту.

Як було згадано раніше, змащення підшипників такого насоса здійснюється робочою рідиною. Вона також служить охолоджувальною рідиною для електродвигуна. Тому через розділовий стакан повинна постійно циркулювати рідина.

Вал насоса мокрого ротора повинен завжди розташовуватися горизонтально. Монтаж з валом, встановленим вертикально, призводить до нестійкої роботи системи і, як наслідок, швидкому виходу насоса з ладу.

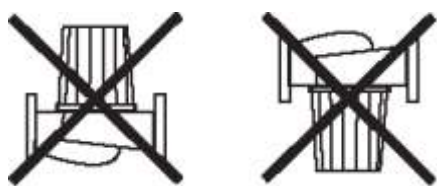


Рис.98 Неприпустимі способи установки

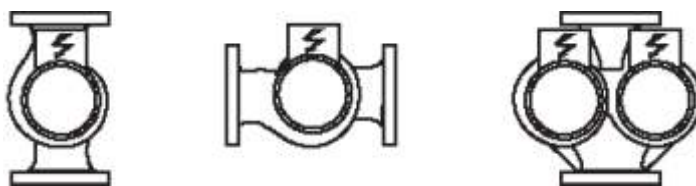


Рис.99 Припустимі способи установки без обмежень для насосів з безступінчастим регулюванням частоти обертання

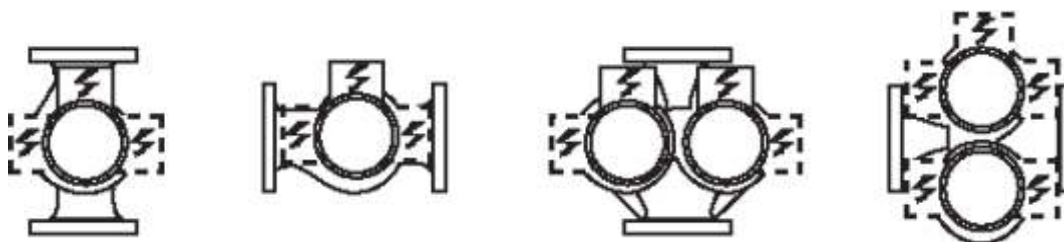


Рис.100 Припустимі способи установки без обмежень для насосів з 1, 3 або 4 швидкостями



## Насоси з сухим ротором

### Особливості

Насоси з сухим ротором використовуються для подачі рідини у системах великої потужності. Найкраще вони підходять для подачі охолоджуючої рідини в системах холодопостачання, оскільки в них використовуються доволі агресивні рідини (гліколеві суміші – антифризи). На відміну від насосів з мокрим ротором, в цих насосах рідина не контактує з двигуном.

Ще одною їх відмінністю від насосів з мокрим ротором є спосіб ізоляції корпусу гідравлічної частини насоса від двигуна. Між валом насоса використовується ковзаюче торцеве ущільнення.

У стандартних насосах з сухим ротором зазвичай використовуються трифазні двигуни з постійною частотою обертання. Як правило, вони регулюються через зовнішню електронну систему управління. Сьогодні насоси з сухим ротором випускаються з вбудованим електронним блоком управління частотного обертання, який завдяки сучасній технології може встановлюватися і на двигуни з великою вихідною потужністю.

Загальний ККД насосів з сухим ротором істотно вище, ніж у насосів з мокрим ротором.

### Насоси з сухим ротором підрозділяються на три основних типи:

#### 1. In-line насоси

Насоси, у яких всмокуючий і напірний патрубки знаходяться на одній осі і мають однаковий умовний прохід, називаються **in-line насосами**. In-line насоси оснащуються стандартними фланцевими електродвигунами з повітряним охолодженням.

Такий тип насосів вважається найбільш підходящим для будівель, що вимагають великої вихідної потужності. Ці насоси встановлюються безпосередньо на трубопровід. При цьому трубопровід закріплюється кронштейнами або насос встановлюється на фундамент або на окремий кронштейн.

#### 2. Блочні насоси

Блочні насоси відрізняються конструкцією гідравлічної частини. Рідина надходить у насос в осьовому напрямку, а виходить в радіальному. Кронштейни для двигуна входять в стандартну комплектацію насосів.

#### 3. Консольні насоси

Дані відцентрові насоси мають осьовий вхід і радіальний вихід рідини з насоса. Насос і двигун мають самостійні вузли кріплення і з'єднуються між собою за допомогою розбірної муфти.

Перед першим пуском насоса, обов'язково необхідно перевірити співвісність з'єднання валу двигуна і валу насоса.

Для забезпечення жорсткості з'єднання, між двигуном і гідравлічною частиною, насос постачається у фундаментній рамі, яка повинна бути жорстко закріплена на фундаменті.

Залежно від рідини і робочих умов, вони можуть оснащуватися торцевим ущільненням або сальниковим ущільненням.

**Гідрострілка** - або ж, гідравлічний роздільник, теж саме що і гідравлічний сепаратор.

### Призначений роздільник гідравлічний для:

- відділення контуру насосів котла від контуру системи опалення;
- видалення скупченого повітря;
- ув'язки плавної роботи каскада котлів;
- захисту обладнання котла (теплообмінника);
- відділення і видалення різних зважених речовин (бруду, шлаків та ін.).

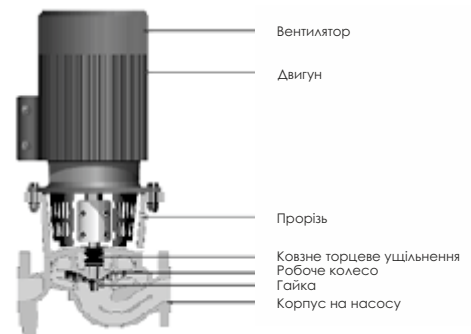


Рис.101 Конструкція in-line насоса с сухим ротором

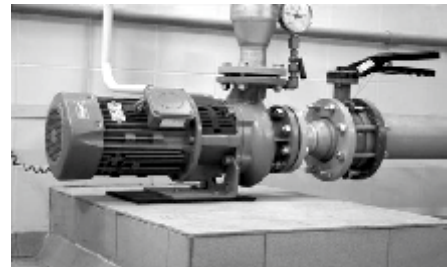


Рис.102 Блочний насос

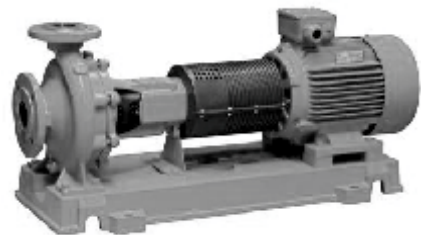


Рис.103 Консольний насос

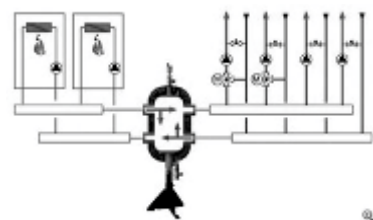


Рис.104 Гідрострілка



## КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

**Система опалення** складається з теплогенератора і системи розподілу і передачі тепла. Разом вони формують **опалювальний контур** і забезпечують ефективний розподіл тепла в приміщеннях.

**Система центрального опалення** є гарним прикладом для пояснення того, як працюють різні компоненти опалювальної системи.

### Генерація тепла

Першим компонентом в системі центрального опалення є теплогенератор (котел). Для виробництва та використання тепла підходять також і інші технічні рішення. У всіх технічних засобах відбувається нагрів теплоносія, яким в системах центрального опалення є вода.

### Розподіл тепла

Нагріта вода розподіляється від теплогенератора по системі трубопроводів в опалювальні приміщення. Вона розподіляється за допомогою двотрубною системи. В одну трубу подається нагріта вода, так звана "**подача**", "**подаючий трубопровід**", на радіатор. У разі підпільного опалення нагріта вода подається на обігрівальну поверхню. Інший трубопровід, який повертає охолоджену воду, який називається "**зворотною лінією**", "**зворотний трубопровід**" подає воду в центральний опалювальний котел.

### Передача тепла

Центральне опалення передає тепло на радіатори або поверхню, що обігривається за допомогою системи розподілу тепла (наприклад, системи трубопроводів). Радіатори і поверхні, що обігриваються, нагріваються гарячою водою. У свою чергу, вони через свої поверхні передають тепло повітрю в приміщенні. Тому радіатори повинні мати таку конструкцію, яка полегшує циркуляцію повітря навколо радіатора. Повітря швидше нагрівається і піднімається над радіатором вгору до стелі. Потім воно охолоджується і опускається до підлоги. Так відбувається процес, в якому циркулює повітря, створюючи комфортну температуру в приміщенні.

Відбувається **циркуляція теплоносія** - генератор тепла (котел) нагріває теплоносії (воду), який передається по трубах до опалювальних приладів (радіаторів). Охолодий теплоносії повертається в котел, де знову нагрівається і спрямовується в подаючий трубопровід.

Ідентифікувати подаючий та зворотній трубопровід можливо за допомогою таких дій:

**1) Колір гофри.** При прокладанні труб системи опалення в підлозі для зменшення тепловтрат, виходячи з ДБН з будівництва труби загорнуті в ізоляційну гофру. На її колір слід звернути увагу, відповідно до загально прийнятих умовних позначень: червоний колір гофри означає, що подаючий трубопровід, а синій - те, що він зворотний. Іноді колір гофри однаковий або з якоїсь причини колір гофри не відповідає реальному стану речей.

**2) Фільтр.** Положення фільтра грубої очистки. У переважній більшості будинків на вводах опалення в кожному квартиру стоять фільтри грубої очистки. Але фільтри можуть встановлюватися на подаючий і на зворотний трубопровід. Якщо введення системи опалення в квартиру знаходиться на 1 поверсі та резервуар фільтра грубої очистки, де фільтрується теплоносії, спрямований вгору і намальована на фільтрі стрілочка вказує напрямком вгору це означає, що трубопровід зворотний. У тому випадку, якщо резервуар спрямований вниз і намальована на фільтрі стрілочка вказує вниз – подаючий трубопровід.

**3) Визначити на дотик.** Мабуть, найпростіший з методів визначення типу трубопроводу. Суть його в тому, що подаючий трубопровід апріорі завжди гарячіший за зворотній. Найчастіше квартири або інші приміщення забирають з системи теплопостачання 3-8 °С. Тому доторкнувшись і порівнявши теплоту труб все стане на свої місця.

### Класифікація

**Системи опалення можна розділити:**

**1.** За типом джерела нагріву - газові, геотермальні, дров'яні, піролізні, мазутні, сонячні, вугільні, торф'яні, пелетні, електричні (кабельні) та ін.

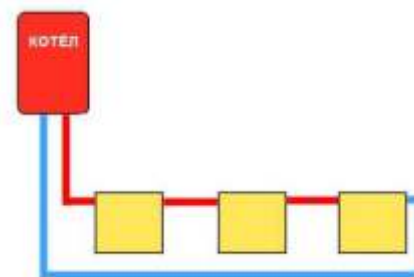


Рис. 105 Схема системи опалення

3. За типом застосовуваних приладів - променисті, конвективно-променисті, конвективні;
4. По виду циркуляції теплоносія - з природною і штучною (механічної, з використанням насосів);
5. За радіусом дії - місцеві і центральні;
6. По режиму роботи – постійні, працюють протягом опалювального періоду та періодичні (в тому числі і акумуляційні) системи опалення.
7. За гідравлічним режимом - з постійним і змінним режимом;
8. По ходу руху теплоносія в магістральних трубопроводах - тупикові і попутні.

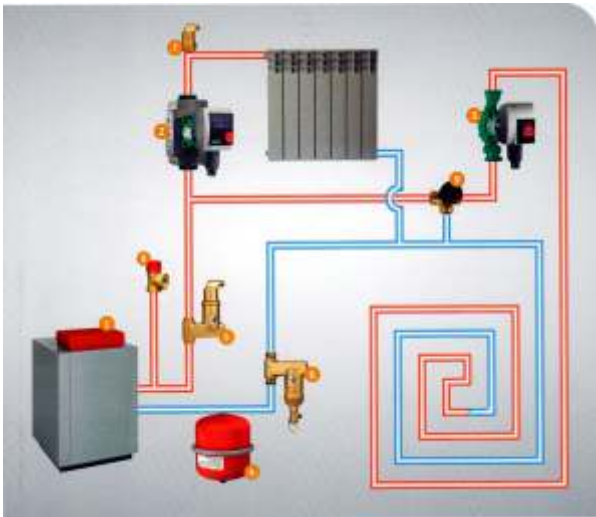
Для водяного опалення:

9. За способом розведення - з верхнім, нижнім, комбінованим, горизонтальним, вертикальним;
10. За способом приєднання приладів - однотрубні, двотрубні;

Всі ці ознаки системи, в реальності, як правило, змішуються - наприклад, водяна система з нижнім розведенням, тупикова, зі змінною гідравлікою, з нагрівальними приладами - конвекторами, електрична - прямої дії повітряна або водяна системи опалення.

### СКЛАД СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

Водяні системи називають ще рідинними, а ще - гідравлічними, тому що тепло тут передається від опалювального котла до опалювальних приладів (радіаторів, конвекторів, теплих підлог) за допомогою циркулюючої по трубопроводу нагрітої рідини (теплоносія). Тобто, водяна система опалення - це замкнутий ланцюжок, що складається із сполучених між собою труб, опалювального котла, опалювальних приладів, заповнених рідиною. У систему опалення входять і інші складові: крани, гайки, розширювальний бак, манометр, блок безпеки.



1. Котел
2. Циркуляційний насос контуру радіаторів
3. Циркуляційний насос контуру теплої підлоги
4. Розширювальний бак системи опалення
5. Сепаратор повітря
6. Сепаратор бруду
7. Автоматичний розповітрявач (автоматичний повітровідводчик)
8. Запобіжний клапан
9. Триходовий вентиль

Рис.106 Складові системи опалення

**Схема системи опалення:** основні прилади системи опалення (котел, радіатори, трубопровід).

**Працює система опалення так:** нагрітий в котлі теплоносієм рухається по системі, поступово віддаючи тепло трубам і опалювальним приладам, і далі приміщенню, що нагрівається.

Оскільки труби, котел і радіатори утворюють замкнену систему, то теплоносієм постійно рухається по колу.

Розглянемо види систем опалення за опалювальними приладами, що поділяються на:

- Радіаторні системи водяного опалення;
- Тепла водяна підлога;
- Плінтусні системи водяного опалення;
- Водяне опалення теплими стінами;

Розглянемо лише ті, в яких тепло переноситься рідким теплоносієм: водою або антифризом.

#### 1. Радіаторні системи водяного опалення

**Переваги:**

- серед водяних систем опалення радіаторних найбільше;
- радіаторне опалення перевірене часом;

- монтаж радіаторних систем опалення порівняно простий і при грамотному виконанні система працює ефективно і надійно.

**Недоліки:**

- нерівномірний прогрів приміщення по висоті. Виходить, що, всупереч відомій приказці, при радіаторному опаленні голова знаходиться в теплі, а ноги в холоді. Що не комфортно.



Рис.107 Радіаторні системи водяного опалення

## 2. Тепла водяна підлога

**Переваги:**

- тепла підлога - це свого роду великий радіатор, так як тепло тут віддається всією площею підлоги;
- оскільки площа тепловіддачі тут велика, то теплоносій можна гріти слабкіше, ніж для радіаторів: не до 80°, а всього лише до 55°! Звідси очевидна економія на опаленні в опалювальний період;
- рівномірний розподіл теплових потоків по всій висоті приміщення. Причому, в теплі будуть знаходитися, як їм і належить, ноги, а голова - в прохолоді.

**Недоліки:**

- будова їх технічно складніша, так як доводиться заливати бетонну стяжку. Ну і однозначно при готовому ремонті від теплої підлоги доведеться відмовитися, тому що її монтаж пов'язаний з підвищенням рівня підлоги, для чого доведеться піднімати дверні коробки і так далі.

**3. Плінтусні системи водяного опалення.** Плінтусні систему можна представити, як гібрид радіаторної системи і теплої підлоги.

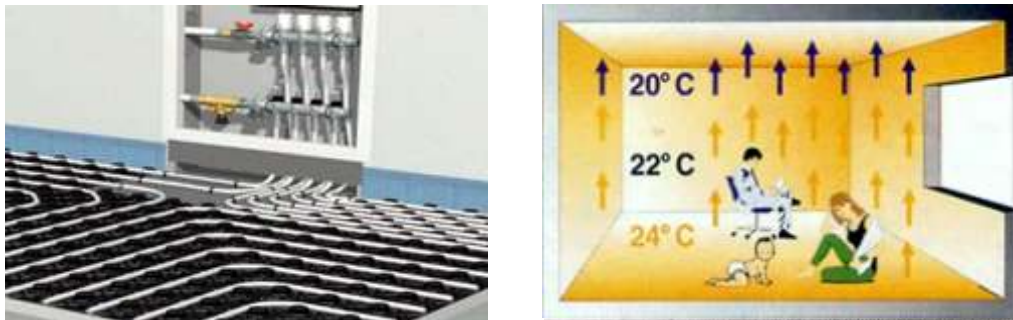


Рис.108 Підлогові системи водяного опалення

**Переваги:**

- у такій системі радіатор малої висоти встановлюється по периметру приміщення, в самому низу стін, тому тепло поширюється і уздовж підлоги і вгору, вздовж стін;
- плінтусні радіатори малої висоти монтуються в самому низу стіни, то їх практично не видно;
- радіатори закриваються панелями різного кольору, так що є можливість їх підібрати на свій смак, відповідно до дизайну приміщення.

**Недоліки:**

- плінтусні опалення поки що рідкість;
- висока ціна із-за великого вмісту міді.

В іншому ж плінтусні радіатори нічим не відрізняються від радіаторів звичайних: один з одним і з котлом вони з'єднуються точно такими ж трубами і теплоносій по них «бігає» за тими ж самими законами.

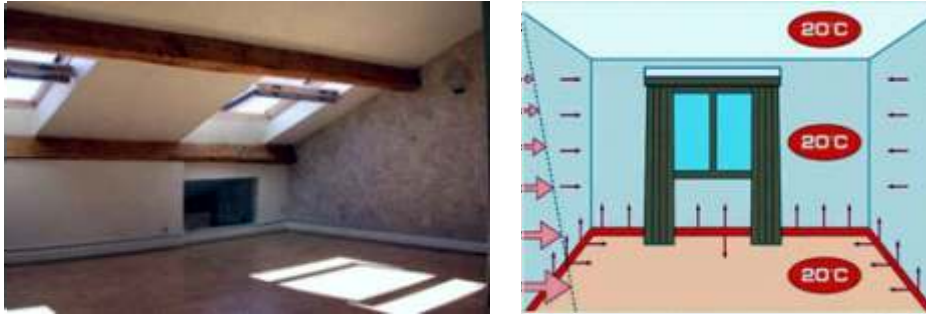


Рис.109 Плінтусні системи водяного опалення

#### 4. Водяне опалення теплими стінами

Система опалення теплими стінами - це, по суті, таж тепла підлога (конструктивно і за принципом роботи), тільки поставлена вертикально.

##### Переваги:

- при такому опаленні труби монтуються або всередині цегляної кладки, або ховаються під гіпсокартон;
- у Німеччині цей вид систем опалення дуже популярний, там воно монтувалось в багатьох будинках;
- ефективність самого виду опалення теплими стінами: опалювальне приміщення забезпечується досить якісним теплом, не перегрівається, прогрівається рівномірно по висоті, та й ще має місце суттєва економія енергоносія.

##### Недоліки:

- планується на стадії проектування або капітального ремонту;
- трудоміскість.

##### ВИДИ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ за способом циркуляції теплоносія

- з природною циркуляцією (конвективна система);
- з примусовою циркуляцією (від насоса).

##### СИСТЕМА опалення з природною циркуляцією

Це найпростіша (в сенсі будови, але не монтажу!) система опалення.

Теплоносій нагрівається в котлі, так як щільність води при нагріванні зменшується, то вона рухається вгору по вертикальній трубі - подаючого стояка. Вгорі знаходиться розширювальний бак, куди витісняється вода, збільшуючи свій об'єм при нагріванні. Потім вода розтікається зверху вниз по низхідним трубах і зворотних стояках, і далі до опалювальних приладів (радіаторів). Щільність води, що охолонула, більше, тому вона з радіаторів стікає вниз, в зворотній трубопровід, по якому повертається в котел. Діаметр вертикальних стояків повинен бути досить великим, щоб в системі виникла збурювальна сила до циркуляції теплоносія.

**Важливо!** У системах опалення з природною циркуляцією обов'язково потрібно враховувати нахили:

1. Нахил від головного стояка в сторону опалювальних приладів.
2. В зворотному трубопроводі нахил повинен бути в сторону котла. Якщо такі нахили не будуть дотримані, система працювати не буде.

##### Переваги системи опалення з природною циркуляцією:

- система не прив'язана до джерела електроенергії, так як в ній відсутній циркуляційний насос.

##### Недоліками такої системи є:

- неможливе автоматичне регулювання теплового режиму опалювальних приладів;
- як правило, перевитрата палива;
- потрібне доливання теплоносія;
- використання труб великого діаметра (щоб опір потоку теплоносія був як можна



Рис.110 Водяне опалення теплими стінами

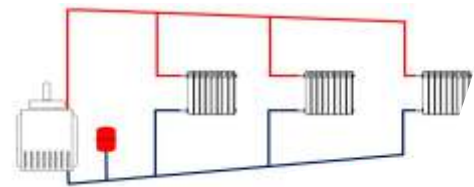


Рис.111 Система опалення з природною циркуляцією



меншим) і тільки сталеві;

- виглядають товсті труби в інтер'єрі приміщення не дуже естетично;
- в системі з природною циркуляцією неможливо використовувати бойлер непрямого нагріву;
- не можна таку систему використовувати з водяними теплими підлогами.

### **СИСТЕМА опалення з примусовою циркуляцією**

Теплоносій в такій системі рухається завдяки дії циркуляційного насосу. Насоси для систем опалення випускаються різних потужностей.

Як показано на схемі нижче, теплоносій нагрівається в котлі; по подаючому трубопроводу під дією циркуляційного насоса теплоносій рухається до приладів опалення. На схемі на кожному радіаторі також показані вентиля, за рахунок яких можна регулювати температуру кожного радіатора окремо. Вентилі можуть бути ручні або автоматичні.

На радіаторах стоять спеціальні крани Маєвського для видалення повітря з системи. І по зворотному трубопроводу охолоджений теплоносій повертається в котел.

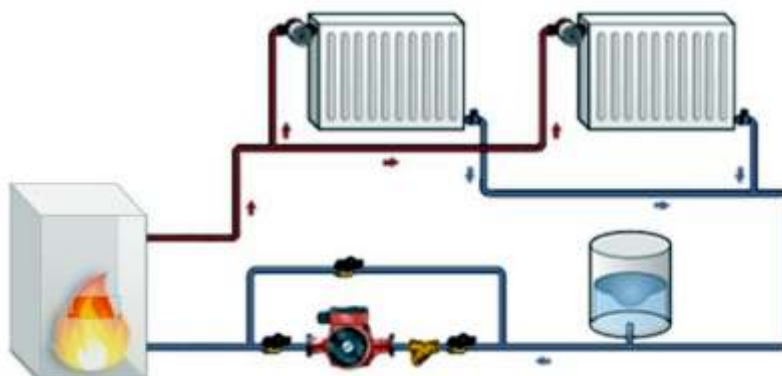


Рис. 112 Система опалення з примусовою циркуляцією

### **Переваги системи опалення з примусовою циркуляцією:**

- низька теплова інерційність системи: набагато швидше досягається необхідна температура в приміщенні;
- рівномірне прогрівання опалювальних радіаторів в системі незалежно від місця їх розташування і віддаленості від котла;
- можливість регулювання температури в системі за окремими ланками, а також відключення окремих ділянок, у разі потреби;
- відсутність повітряних пробок, неминучих в системах з природною циркуляцією води;
- закритість всієї системи опалення: використання мембранного розширювального бака, в результаті – значне зменшення випаровування теплоносія;
- спрощена система монтажу, немає необхідності вести розрахунок всіх параметрів системи (висоти, довжини, нахилу труб та інші);
- значна економія тепла, а отже, і палива.

**Недоліки є те що:** робота системи опалення залежить від електроживлення, циркуляційний насос працює від електромережі.

**ЗА СПОСОБОМ ПРИЄДНАННЯ ПРИЛАДІВ ДО ОПАЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ІСНУЮТЬ ОДНОТРУБНІ ТА ДВОТРУБНІ.**

### **ОДНОТРУБНА ОПАЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА**

Працює за принципом: по одній магістральній трубі (стояку) теплоносій піднімається на верхній поверх будинку (в разі багатоповерхового будинку); до низхідної магістралі послідовно підключені всі опалювальні пристрої. В цьому випадку всі верхні поверхи будуть обігріватися інтенсивніше ніж нижні. Широко поширена практика в багатоповерхових будинках ХХ сторіччя, коли на верхніх поверхах дуже жарко, а на нижніх - холодно. Приватні будинки, найчастіше мають 2-3 поверхи, тому однотрубне опалення не загрожує великою контрастністю температур на різних поверхах.

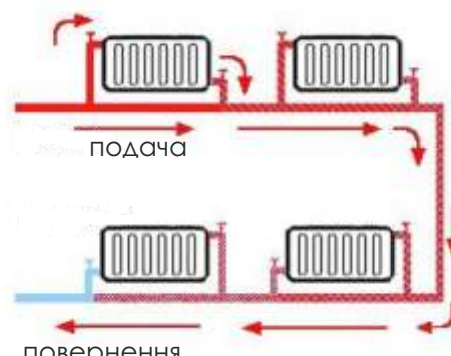


Рис. 113 Однотрубна опалювальна система



**Переваги:**

- гідродинамічна стійкість;
- легкість проектування і монтажу;
- малі витрати матеріалів і засобів, так як потрібна установка тільки однієї магістралі для теплоносія;
- підвищений тиск води забезпечить нормальну природну циркуляцію;
- використання антифризу підвищує економічність системи;
- і, хоча, це не найкращий приклад опалювальної системи, вона отримала у нас дуже широке поширення через високу економію матеріалів.

**Недоліки:**

- складний тепловий та гідравлічний розрахунок мережі;
- складно усунути помилки в розрахунках пристроїв опалення;
- взаємозалежність роботи всіх елементів мережі;
- високий гідродинамічний опір;
- обмежена кількість обігрівальних пристроїв на одному стояку;
- неможливість регулювати надходження теплоносія в окремі обігрівальні прилади.
- високі тепловтрати.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОДНОТРУБНИХ ОПАЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

Розроблено технічне рішення, що дозволяє регулювати роботу окремих опалювальних приладів, підключених на одну трубу. У мережу підключаються спеціальні замикаючі ділянки - байпаси. Байпас є перемичкою у вигляді відрізка труби, що з'єднує між собою пряму трубу радіатора опалення і зворотну. Він оснащений кранами або клапанами.

Байпас дає можливість підключати до радіатора автоматичні терморегулятори. Це дозволяє регулювати температуру кожного радіатора і при необхідності перекривати подачу теплоносія на будь-який окремий нагрівальний прилад. Завдяки цьому можна ремонтувати і замінювати окремі прилади, не відключаючи повністю всю опалювальну систему. Правильне підключення байпаса дає можливість перенаправити потік теплоносія по стояку, минаючи замінний або елемент, що ремонтується.



Рис.114 Байпас

**ВЕРТИКАЛЬНА І ГОРИЗОНТАЛЬНА СХЕМА СТОЯКА**

За схемою монтажу однотрубне опалення буває горизонтальним і вертикальним.

**Вертикальний стояк** - це підключення всіх опалювальних приладів послідовно зверху до низу. Якщо ж радіатори послідовно з'єднані один з одним по всьому поверху - це **горизонтальний стояк**. Недоліком обох підключень є повітряні пробки, що виникають в радіаторах опалення і трубах те через що накопичується повітря.

Схема однотрубною системи опалення з горизонтальним розведенням:

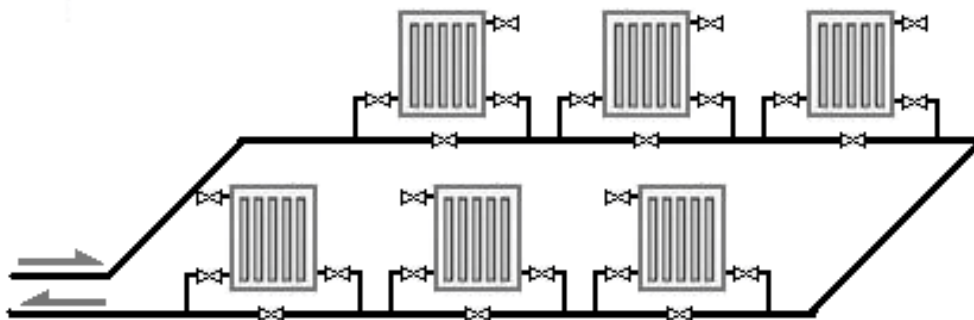


Рис.115 Схема однотрубною системи опалення з горизонтальним розведенням

Опалення з одним магістральним стояком комплектується опалювальними пристроями, що володіють підвищеними характеристиками надійності. Всі пристрої однотрубною системи розраховуються на високу температуру і повинні витримувати високий тиск.

Вертикальне розведення однотрубної системи показано на наступній схемі:

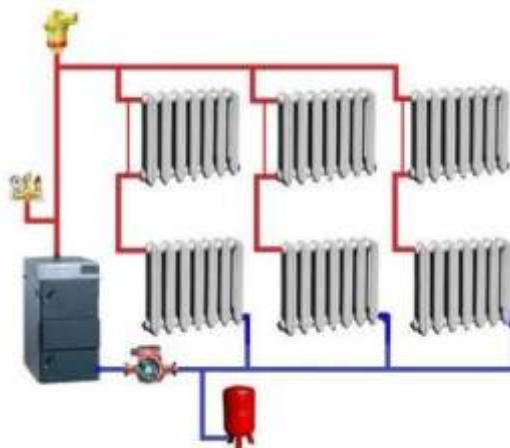


Рис.116 Вертикальне розведення однотрубної системи

### ДВОТРУБНА СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ

У двотрубній системі опалення нагрітий теплоносій циркулює від нагрівача до радіаторів і назад. Відрізняється така система наявністю двох гілок трубопроводу. По одній гілці відбувається транспортування і розподіл гарячого теплоносія, по другій - охолоджена рідина від радіатора повертається в котел.

Двотрубні системи опалення, як і однотрубні, діляться на відкриті і закриті в залежності від типу розширювального бака. У сучасних двотрубних закритих системах опалення використовуються розширювальні баки мембранного типу. Системи офіційно визнані найбільш екологічними і безпечними.

За способом з'єднання елементів в двотрубній системі опалення розрізняють: вертикальні і горизонтальні системи.

У вертикальній системі всі радіатори підключаються до вертикального стояка. Така система дозволяє в багатоповерховому будинку підключити окремо до стояка кожен поверх. При такому підключенні відсутні повітряні пробки при експлуатації. Але вартість цього підключення трохи вище.

Двотрубна вертикальна попутна система закритого типу показано на схемі:

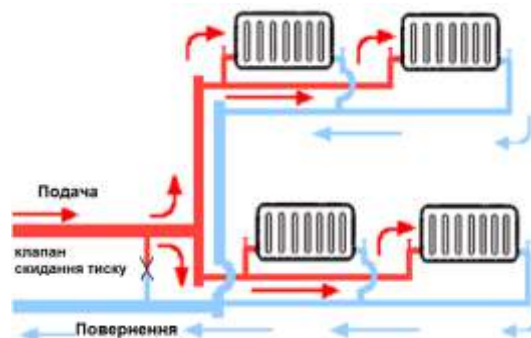


Рис.117 Двотрубна система опалення

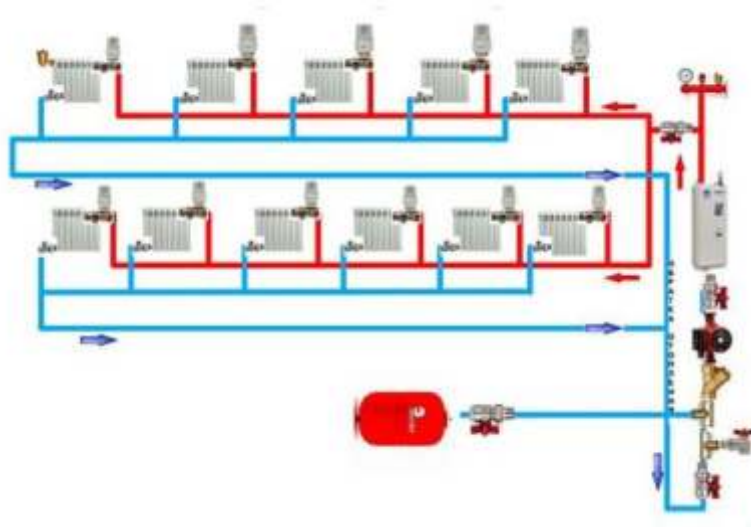


Рис.118 Двотрубна вертикальна попутна система закритого типу

Двотрубна горизонтальна опалювальна система в основному використовується в одноповерхових будинках з великою площею. У цій системі опалювальні прилади підключаються до горизонтального трубопроводу. Стояки для розведення підключення елементів опалення краще встановлювати на сходовій клітці або в коридорі. Повітряні пробки стравлюють кранами маєвського.

Горизонтальна опалювальна система буває з нижнім і верхнім розведенням. Якщо розведення нижнє, то «гарячий» трубопровід проходить в нижній частині будівлі: під підлогою, в підвалі. При цьому зворотна магістраль прокладається ще нижче. Для поліпшення циркуляції теплоносія котел заглиблюють настільки, щоб всі радіатори знаходилися вище нього. Верхня повітряна лінія, обов'язково включається в контур, служить для виведення повітря з мережі. Якщо розведення верхнє, то «гарячий» трубопровід проходить по верху будівлі. Місцем для прокладання трубопроводу зазвичай служить утеплене горище. При хорошому утепленні труб втрати тепла мінімальні. При плоскому даху ця конструкція неприйнятна.

#### **Переваги:**

- ще на етапі проектування передбачена установка автоматичних терморегуляторів для радіаторів опалення і, отже, можливість регулювання температури в кожній кімнаті;
- іншими словами, елементи ланцюга в двотрубній системі підключення розташовані паралельно на відміну від однотрубної, де підключення послідовне;
- у цю систему можна врізати радіатори навіть після складання основної лінії трубопроводу, що неможливо при однотрубній системі;
- двотрубну систему опалення легко продовжити в вертикальному і горизонтальному напрямках (якщо доведеться добудувувати будинок, то систему опалення міняти не потрібно);
- для цієї системи не треба збільшувати кількість секцій в радіаторах з метою збільшення об'ємів теплоносіїв. Легко ліквідуються помилки, допущені на стадії проектування. Система менш вразлива до замерзання.

#### **Недоліки:**





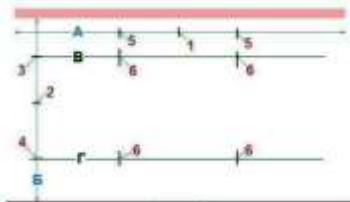

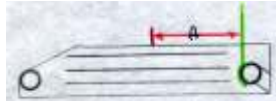

- більш складна схема підключення;
- більш висока ціна проекту (потрібно набагато більше труб);
- більш трудомісткий монтаж.

**В наш час 99% систем опалення двотрубні.**

# МОНТАЖ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

## Технологічна послідовність монтажу радіаторів опалення

Таблиця 3

1	Перекрити воду в квартирі, а потім на конкретній ділянці.	
2	Злити воду з ділянки, що підлягає заміні.	
3	Продути труби і витравити воду, що залишилася.	
4	Демонтувати старий радіатор (якщо потрібно).	
5	<p>Розмітка для установки кронштейнів.          Для цього вам необхідні рулетка, рівень, маркер, перфоратор з буром діаметром 12 мм і довжиною не менше 100 мм.          А – довжина підвіконня          Б – висота від підлоги до підвіконня          В – горизонтальна лінія від відмітки 3          Г – горизонтальна лінія від відмітки 4          Д – довжина від центру радіатора до кронштейна          1 - центр радіатора або відрізка А над радіатором          2 – середина відрізка Б          3 – довжина Д від відмітки 2          4 – на 500 мм нижче 3          5 – точки від центру радіатора 1 до початку крайніх секцій          6 - за допомогою виска від відміток 5 робимо позначки 6 на відрізках В і Г – місця кронштейнів.</p>	  
6	Види кріплень для радіаторів опалення.	

7	Фіксація кріплень.	
8	Перевірка кріплень за рівнем.	
9	Зібрати радіатор; встановити (вкрутити) радіаторні футорки, заглушку з прокладками, терморегулюючу арматуру, кран Маєвського, запірну арматуру.	
10	Радіатор закріпити на кронштейни, розташувавши їх гаки між секціями.	
11	Перевірка радіатора, змонтованого на кріплення, за рівнем.	
12	З'єднати радіатор з централізованою або автономною системою опалення приміщення за обраною схемою підключення.	
13	Видалення захисної плівки.	
14	Відкрити запірну арматуру.	
15	Перевірити ущільнення різьбових з'єднань.	
16	Спустити повітря з радіатора за допомогою крана Маєвського.	



## ПІДЛОГОВЕ ОПАЛЕННЯ

Тепла підлога має явну перевагу перед радіаторним варіантом опалення завдяки рівномірному розподілу нагрітих повітряних мас в нижній частині приміщення.

Розглянемо системи водяної теплої підлоги (ВТП):

- бетонна система ВТП;
- безбетонна (настильна) система ВТП;
- дерев'яна система модульного типу ВТП.

Контури «теплих підлог» роблять з полімерних, металопластикових або мідних труб з мінімальною кількістю нероз'ємних фітингових з'єднань. Властивість полімерних і металопластикових труб гнутися забезпечує легкість і простоту монтажу гріючого контуру. Низький коефіцієнт шорсткості, відсутність корозії і збільшення перерізу дозволяють запобігти великим втратам напору, що особливо важливо при великій довжині гріючого контуру.

На фотографіях показані варіанти конструкцій підлог, що обігріваються з водяним контуром.

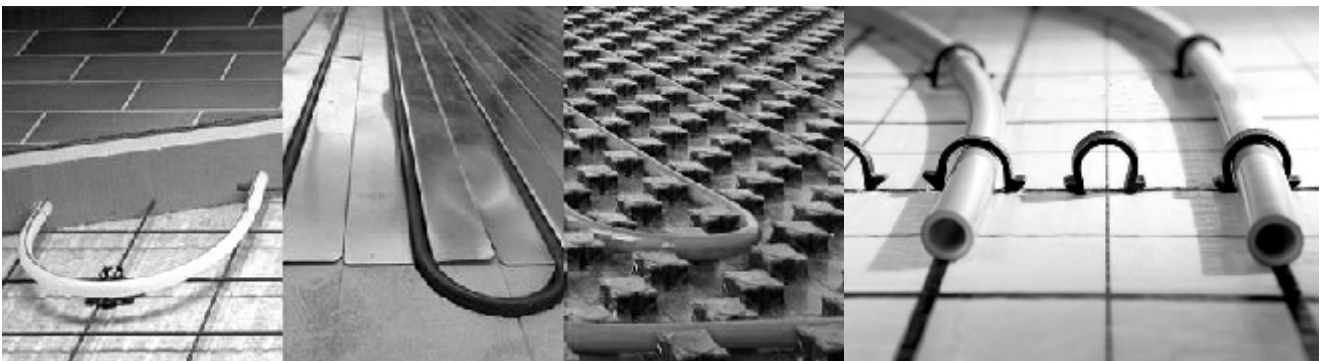


Рис. 119 Конструкції підлоги з водяним контуром обігріву

### БЕТОННА СИСТЕМА ВОДЯНОЇ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ

**Бетонна система** - найпоширеніша система водяної теплої підлоги на сьогоднішній день, тому що найбільш проста в монтажі. Являє собою систему трубопроводів (12, 16, 17, 20 мм), по яких циркулює теплоносій, залиту бетонною стяжкою. При цьому бетонна стяжка є ефективним теплорозподільником, який віддає в приміщення рівне м'яке тепло.

#### Переваги:

- система може бути встановлена майже з будь-яким типом підлогового покриття;
- рівномірний розподіл нагрітих потоків повітря дає можливість застосовувати більш низькі температури внутрішньої рідини;
- основна частина тепла передається саме методом випромінювання, в зв'язку з цим опалення приміщення відбувається більш комфортно;
- у житлових будівлях відзначається значна економія енергоресурсів, особливо якщо мова йде про високі кімнати;
- у деяких випадках система може повністю замінити радіаторний обігрів, завдяки чому звільняється додаткове місце в житловому приміщенні;
- через відносно низьку температуру внутрішньої рідини конструкція з трубопроводами виключає утворення позитивної іонізації повітря;
- у зв'язку з рівномірним обігрівом по всій площі підлоги у ванній кімнаті будуть відсутні сирі кути, а значить, не з'явиться грибок;
- тривалий період експлуатації, який зазвичай визначається терміном служби трубопроводів.

#### До недоліків відноситься висока трудомісткість.

**Доповнення!** У випадку з поверхнею з кахлю тепловіддача підвищується в значній мірі. Даний матеріал не перешкоджає надходженню випромінювання на відміну від виробів з додатковою теплоізоляцією.

### Конструктивно бетонна система водяної теплої підлоги виглядає наступним чином:

**1a.** Чистове покриття (паркет, ламінат).

**1b.** Чистове покриття (плитка).

**2a.** Підкладка (спінений поліетилен, картон і т. п.).

**3.** Теплова труба укладається на арматурну сітку з кроком 100-300 мм обраним типом укладання, в залежності від проектного рішення.

Труба кріпиться до арматурної сітки за допомогою пластикових хомутів (2-3 шт. на 1 погонний метр труби). У місцях компенсаційних швів на теплову трубу надівається захисна гофр-труба. Кожна петля теплової труби починається і закінчується в розподільному колекторі, тобто без стиків.

**4.** Арматурна сітка.

**5.** Утеплювач (полістирол) товщиною від 20 до 100 мм.

**6.** Основа підлоги.

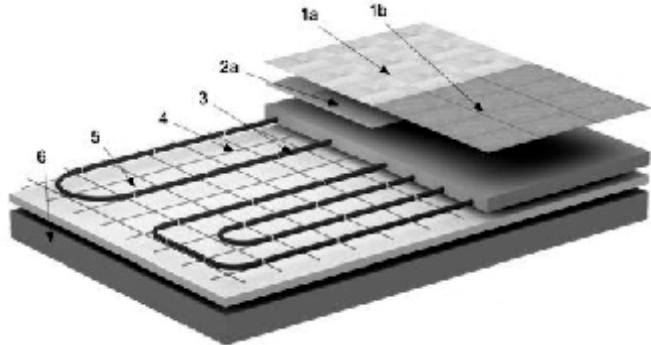


Рис. 120 Будова бетонної системи водяної теплої підлоги

По периметру приміщень до заливання бетоном укладається демпферна стрічка, що служить компенсатором теплового розширення бетонної стяжки. Рекомендується також застосовувати її в якості компенсаційного шва кожні 10 метрів при влаштуванні бетонних стяжок на великих площах.

Після монтажу петель, відбувається заповнення змонтованої системи теплоносієм та проведення гідравлічних випробувань, а після цього здійснюється заливка бетоном. Товщина стяжки повинна бути не менше 50 мм. Марка бетону - не нижче М-300 (В-22,5).

На бетонну стяжку укладається основне («чистове») покриття підлоги, яке має суттєвий вплив на вибір температури теплоносія. Цей ефект виникає через різну теплопровідність застосованих матеріалів.

Щоб прискорити процес сушіння бетонної стяжки, який зазвичай займає приблизно 3-4 тижні, і досягти прийнятної рівня відносної вологості, можна підключити систему ВТП до джерела тепла (в тому числі за тимчасовою схемою). Рекомендована температура теплоносія в цьому випадку не повинна перевищувати 30 °С. Практика застосування систем ВТП з використанням режиму «сушка» показала багато прикладів скорочення термінів будівництва, особливо на об'єктах з великими площами.

### БЕЗБЕТОННА (НАСТИЛЬНА) СИСТЕМА ВОДЯНОЇ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ

Умови, що вимагають використання сухої конструкції теплої водяної підлоги:

**1.** Обмежена висота приміщення. Наприклад, при низьких стелях або коли підвищення рівня підлоги не передбачено в конкретному дизайнерському (архітектурному) рішенні.

**2.** Слабкі перекриття. Бетонна стяжка висотою 50 мм важить 250-300 кг на 1 м<sup>2</sup>, що створює значне навантаження на міжповерхові перекриття. Особливо це стосується дерев'яного перекриття в зрубах, дерев'яних та каркасних будинках. Суха система важить значно менше – 25-30 кг/м<sup>2</sup>.

**3.** Неможливість влаштування бетонної стяжки на конкретному об'єкті. Наприклад, в квартирі, на високому поверсі багатоповерхового будинку, куди готовий бетон доставити (або замісити потрібну кількість на місці) проблематично.

#### Переваги використання безбетонної системи ВТП:

- висока швидкість монтажу через відсутність «мокрих» процесів;
- легка вага (до 30 кг/м<sup>2</sup>), завдяки чому конструкція не навантажує міжповерхові перекриття і може бути використана в будь-яких типах будинків;
- мала товщина (35-60 мм), мінімально піднімаюча рівень підлоги;
- мінімальні трудовитрати при складанні;
- витримує перепади температур;
- хороша тепло – і шумоізоляція шарів сухої теплої підлоги;
- можливість використання в тимчасових будівлях і приміщеннях, так як суху конструкцію можна швидко зібрати, а потім розібрати і монтувати в іншому місці.

**До недоліків** відноситься:

- висока вартість;
- елементи такої конструкції бояться вологи і вимагають обов'язкової гідроізоляції.

Для рівномірного розподілу тепла від труб по всій підлозі на поверхні настільних систем застосовуються алюмінієві пластини з кроком укладання 150 і 300 мм. Пластини мають спеціальний профіль для щільного прилягання до труби.

**Паркет** (звичайний або ламінований) товщиною як мінімум 9 мм укладається безпосередньо на алюмінієві пластини через вологопоглинаючу прокладку з картону або спіненого поліетилену. При використанні лінолеумного покриття, керамічної плитки або плитки ПВХ слід спочатку на алюмінієві пластини покласти плиту ГВЛ (для «полістирольної») - два шари, загальна товщина плити ГВЛ 20 мм; для «дерев'яної» - один шар).

**ГВЛ-гіпсоволокно** – листи ГВЛ виготовляються з гіпсу з додаванням волокон з целюлози.

**Плити ЦСП** - це пресована суміш деревної стружки, в'язучого портландцементу і деяких добавок.

**Деревностружкова плита (ДСП)** — листовий композиційний матеріал, вироблений гарячим пресуванням деревинних частинок, переважно стружки.

Настільна система ВТП - найлегша на сьогоднішній день (по вазі) система. Основу системи складають полістирольні пластини з пазами (прямі і поворотні), в які вкладаються алюмінієві теплорозподільні пластини.

**Конструкція настільної полістирольної системи:**

- 1а.** Чистове покриття (паркет, ламінат).
- 1б.** Чистове покриття (плитка).
- 2а.** Підкладка (спінений поліетилен, картон і т.п.).
- 2б.** Збірна стяжка (ГВЛ, ЦСП і т.п.).
- 3.** Теплова труба укладається в алюмінієві пластини з кроком 150 або 300 мм.

Кожна петля теплової труби починається і закінчується в розподільному колекторі, тобто без стиків.

- 4.** Алюмінієві пластини.
- 5.** Полістирольні елементи з пазами (товщиною 30, 50 і 70 мм).
- 6.** Основа підлоги.

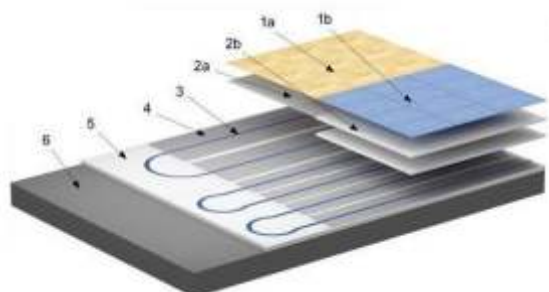


Рис. 121 Будова настільної полістирольної системи

**ДЕРЕВ'ЯНА СИСТЕМА МОДУЛЬНОГО ТИПУ ВТП**

**Модулі системи** виробляються з ДСП товщиною 22 мм.

Система монтується безпосередньо на лаги (балки перекриття) з максимальним кроком між лагами 600 мм (300 мм при використанні керамічної плитки). Теплоізоляційний шар укладається між лагами.

Монтаж системи аналогічний процедурі укладання звичайної підлоги з листових матеріалів.

Всі елементи системи мають спеціальний замок для з'єднання один з одним.

Конструкція настільної дерев'яної системи **рейкового типу** на відміну від дерев'яної системи модульного типу, використовує не готові елементи (модулі) з пазами, а пази формуються шляхом укладання смуг (дошок) товщиною не менше 28 мм з відстанню (розбігом) 20 мм між ними. Система монтується безпосередньо на лаги (балки перекриття) з максимальним кроком між лагами 600 мм (300 мм при використанні керамічної плитки). Теплоізоляційний шар (мінеральна або базальтова вата, полістирол) укладається між лагами.

Застосовуються теплорозподільні алюмінієві пластини з кроком укладання 150, 200 і 300 мм.

У зонах найбільших тепловтрат (зовнішні стіни, велике скління і т.п.) застосовується, як правило, крок 150 мм.

**Конструктивно дерев'яна система виглядає наступним чином:**

- 1а.** Чистове покриття (паркет, ламінат).
- 1б.** Чистове покриття (плитка).
- 2а.** Підкладка (спінений поліетилен, картон і т.п.)
- 2б.** Збірна стяжка (ГВЛ, ЦСП і т.п.)
- 3.** Теплова труба.
- 4.** Алюмінієві пластини.

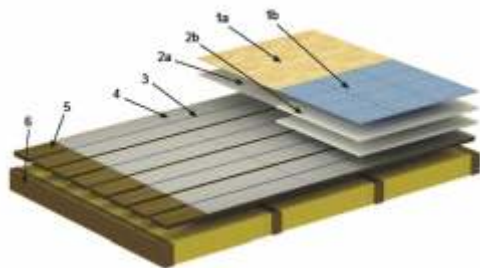


Рис. 122 Будова дерев'яної системи модульного типу

5. Дошка (смужка ДСП).

6. Лаги, крок 600 мм (300 мм для плитки).

Для кожного об'єкта робиться проект з розрахунком навантаження на систему опалення, із зазначенням вибору кроку укладання контурів, кількості контурів, розміщення розподільних колекторів і автоматики, з таблицею балансування і налаштування контурів і системи в цілому.

### КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ І СКЛАД

Зазвичай при зведенні системи встановлюється колекторна шафа, в якій будуть з'єднуватися трубопроводи з центральним опаленням житла. У ній також розмістяться деякі регульовальні компоненти. Таким чином, якщо необхідно відокремити приміщення від загального теплопостачання будинку, то це можна зробити без відключення загального обігріву:

- Колекторна група, що включає в себе циркуляційний насос, клапани та інші важливі елементи.
- Гідроізоляція з поліетиленової плівки потрібна для захисту утеплювача від впливів вологи.
- Кромкова ізоляція, вкладається по периметру приміщення. Завдяки демпферній стрічці в повній мірі компенсується температурне розширення.
- Плити утеплювача призначені направити потік тепла безпосередньо вгору, виключаючи втрати через нижнє перекриття.
- Металева арматура дозволяє виготовити зміцнюючу сітку, щоб уникнути надмірного навантаження на нагрівальні вироби.
- Труби з полімерів, металопластику або міді використовуються для обігріву.
- Цементно-піщаний розчин необхідний для заливки стяжки, щоб вийшла рівна поверхня.
- Кріпильні деталі та інші дрібні елементи дозволяють фіксувати і з'єднувати окремі фрагменти системи.

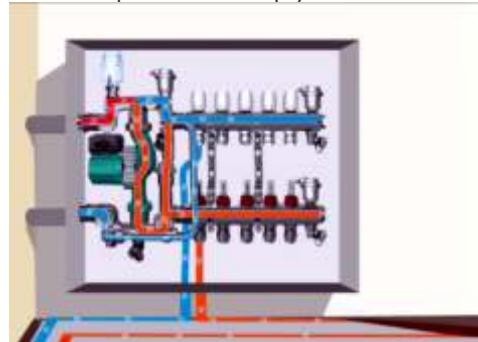


Рис.123 Колекторна шафа

**Примітка!** Коли створюються водяні підлоги в багатоквартирному будинку, підключитися до центрального опалення можна тільки з дозволу певних інстанцій.

### ТЕХНОЛОГІЧНА ПОСЛІДОВНІСТЬ МОНТАЖУ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ

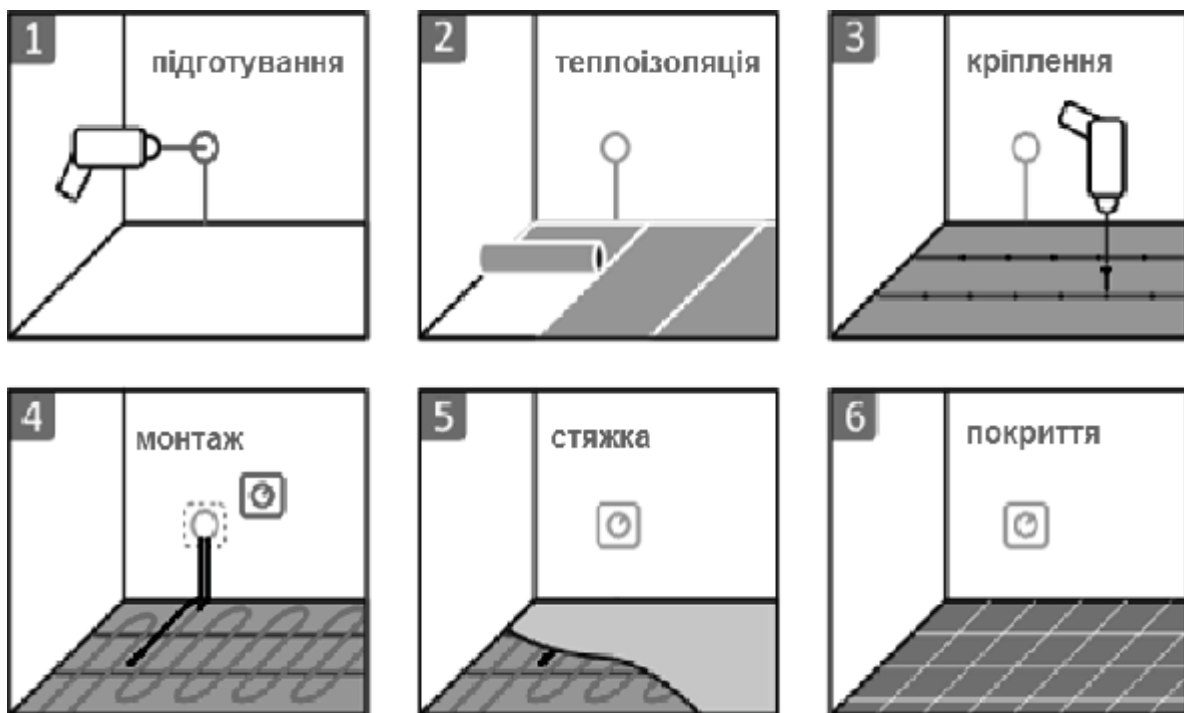


Рис.124 Укладання теплої підлоги



## ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ

- На попередньому етапі підлога повинна бути вирівняна. Перевірити горизонтальність поверхні можна, застосувавши будівельний рівень.
- Що стосується невеликих нерівностей, то вони допустимі, якщо при цьому немає серйозного перекосу в одну сторону.
- З плит перекриття прибираються частинки бруду, залишки будівельних матеріалів та інше сміття, яке заважатиме при укладанні.
- У разі необхідності проводиться вирівнювання шляхом створення чорнової стяжки, щоб уникнути проблем з запуском системи.
- На бічних поверхнях відзначається рівень фінішного покриття - кахлю. При такому варіанті орієнтуватися буде легше.
- Готується ніша для колекторної шафи, так як вона надалі трохи втопиться в стіну.

**Доповнення!** Підготовлений майданчик повинен бути ідеально рівним. Допускається перепад до 5 мм на тій площі, яка буде зайнята одним контуром. Якщо перекіс набагато вище, то роботи доведеться проводити заново.

## ІЗОЛЯЦІЙНА БЛОКАДА

Щоб тепло не йшло через нижню частину, а волога не вбиралася в утеплювач, необхідно правильно здійснити укладання ізоляційних матеріалів.

Від його якості буде багато в чому залежати ефективність теплої підлоги з водяною циркуляцією.

### Правильна установка демпферної стрічки:

1. На нижню площину розстеляється мембрана у вигляді поліетиленової плівки, однак насправді можуть застосовуватися і інші водонепроникні матеріали. При укладанні в обов'язковому порядку робиться напуск на стіни.
2. Далі проводиться інсталяція демпферної стрічки. Ширина шару залежить від висоти всієї підлоги. Фіксація кромкової ізоляції здійснюється з використанням пластикових дюбелів або саморізів.
3. Після герметизації виконується укладання плит утеплювача. Залежно від застосовуваного утеплювача принцип монтажу може злегка відрізнятись. Між окремими компонентами матеріалу не повинно бути простору.
4. Поверх теплоізоляції розстеляється паронепроникна мембрана, яка найчастіше поставляється в рулонах. При укладанні полотен робиться напуск від 10 до 15 сантиметрів, щоб підвищити ефективність бар'єру.
5. На створену блокаду інсталюється сітка з металу з осередком 10 × 10 см. Розмір прольотів в даному випадку обрано, виходячи зі зручності кріплення труб. Арматурна конструкція повинна займати всю площу підлоги.

**Доповнення!** При використанні теплоізоляції з пінополістиролу необхідно проклеїти місця з'єднань малярським скотчем, щоб запобігти тепловим втратам на стиках елементів.

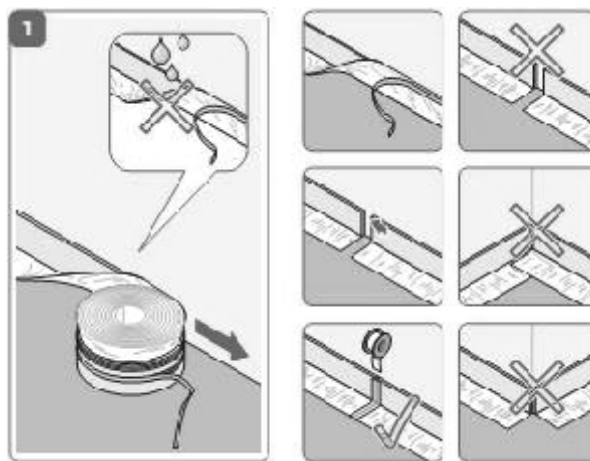


Рис. 125 Укладання демпферної стрічки

## ПРОКЛАДАННЯ ТРУБОПРОВОДІВ

Існують різні схеми формування контурів, які застосовуються в залежності від кроку укладання і матеріалу труби. Труби слід розташовувати без стиків, а з'єднання необхідно проводити тільки поруч з колектором.

Нарощування петель дозволяється за умови використання спеціальних фітінгів.

1. На початковому етапі вибирається крок і спосіб укладання елементів. У більшості випадків відстань між трубами складає 10-30 см. При інших варіантах якісний обігрів організувати складно.
2. Далі труба, яка обігріває підключається до виходу подаючого розподільника, після чого вона простягається по одному контуру. Фіксація виконується із застосуванням особливих кліпс, дроту і спеціальних кріпильних елементів і стрічок.
3. На завершальному відрізку акуратно робиться загин і проводиться кріплення вище зазначеним способом. Наступні контури укладаються таким же чином, незважаючи на обрану схему монтажу.

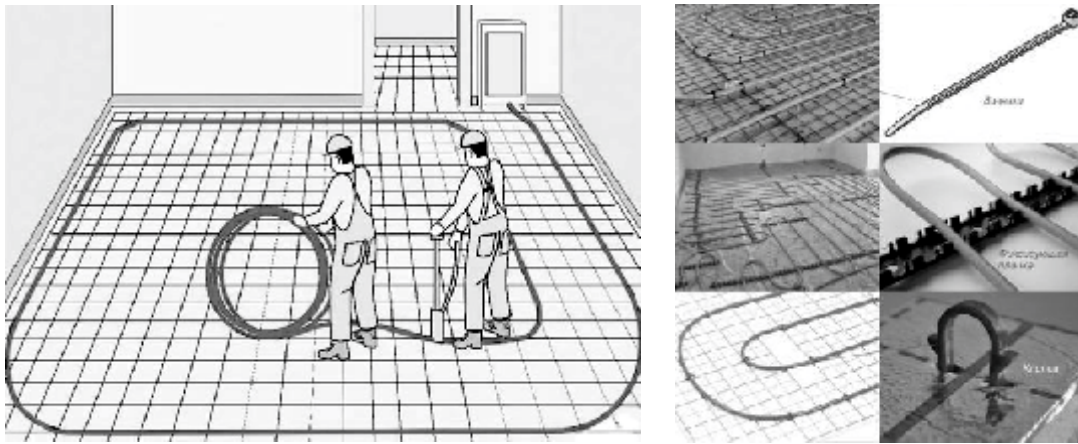


Рис.126 Укладання труб

## ПОШИРЕНІ СПОСОБИ УКЛАДАННЯ ТРУБ

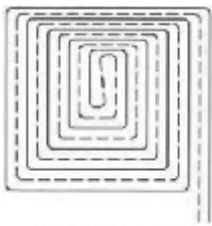


Рис.127 Метод укладання равик з більш щільною укладкою в граничній зоні

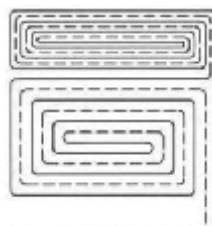


Рис.128 Метод укладання равик з послідовно приєднаним контуром робочої зони

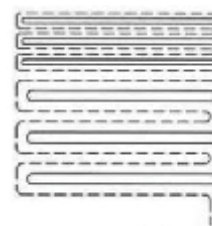


Рис.129 Метод укладання подвійний змієвик з більш щільною укладкою в граничній зоні

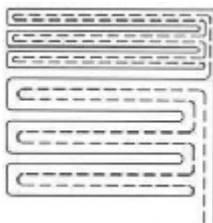


Рис.130 Метод укладання подвійний змієвик з послідовно приєднаним контуром робочої зони



Рис.131 Метод укладання змієвик

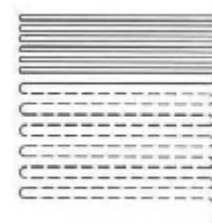


Рис.132 Метод укладання змієвик з більш щільною укладкою в граничній зоні

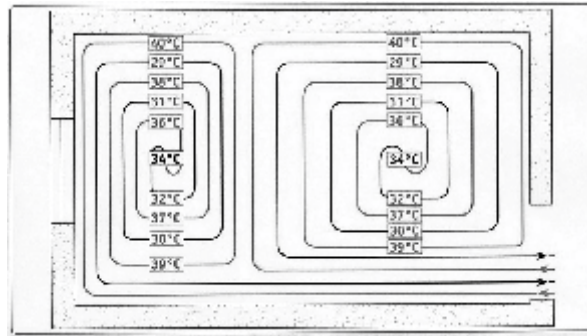


Рис. 133 Двоконтурний метод укладання труб

Коли укладання теплих водяних підлог зроблене, потрібно обов'язково перед заливкою стяжки перевірити їх герметичність. Для цього, як мінімум добу, потрібно виконувати їх опресовування під тиском 0,3-0,4 МПа. Взимку для випробування краще використовувати повітря під тиском.

Наступним кроком буде упорядкування бетонної стяжки або настилу. Включати підігрів можна, як мінімум, через 28 днів після заливки стяжки. Тільки тоді бетон застигне і набере міцність. Під час влаштування стяжки, система повинна залишатися під тиском.

Укладання фінішного покриття - плитки, лінолеуму, ламінату, паркету, ковроліну тощо, буде останнім етапом упорядкування теплої водяної підлоги.

## НАСТІННЕ ОПАЛЕННЯ

**Настінне опалення** - це альтернативний тип непомітної системи опалення.

Ідея поєднання опалювального приладу з поверхнею стіни не нова: вперше вона була реалізована наприкінці 60-х років минулого століття, в самий розпал панельного будівництва. Для цього усередині залізобетонних панелей були передбачені порожнини для циркуляції теплоносія, а схема розведення опалення формувалася в ході монтажу панелей та будівництва будинку.

Успіх систем настінного опалення став результатом точного інженерного розрахунку і бездоганної якості будівництва. Теплоносій, проходячи усередині бетонної стіни, нагрівав її поверхню до 50-60 °С.

Тепло поширювалося по всій площі стіни і передавалося всередину приміщення випромінюванням. При цьому конвективна складова тепловіддачі повністю виключається.

На жаль, широкого поширення настінне опалення не отримало. Імовірно, позначилися складності монтажу і високі вимоги до якості бетонних панелей з вбудованими резервуарами для руху теплоносія.

Ідея настінного опалення в новому, сучасному вигляді, повернулася з появою полімерних труб, унікальні властивості яких дозволяють монтувати з них не тільки теплі підлоги, але і теплі стіни.



Рис. 134 Теплі стіни

### БУДОВА ТЕПЛОЇ СТІНИ

Для забезпечення комфортних умов в приміщенні недостатньо зробити теплою тільки зовнішню стіну, яка виходить на вулицю, компенсуючи втрати тепла в навколишній простір. Якщо вирішено обігрівати дві або більше стіни, то для кожної з них потрібно робити окремий контур опалення, підключаючи його так само, як опалювальний прилад.

Полімерна труба укладається на поверхню стіни петлями, довга сторона яких може бути розташована вертикально або горизонтально. Можливі обидва варіанти укладання, але при горизонтальному розташуванні петель і верхньому підключенні подачі теплоносія вода буде рухатися вниз під дією сили тяжіння або самопливом.

При вертикальному розташуванні петель без циркуляційного насоса не обійтися: у теплоносій мало шансів подолати сили внутрішнього тертя в системі, особливо, якщо довжина труби становить кілька десятків метрів.



Рис. 135 Укладання полімерної труби на стіну

### МОНТАЖ ТЕПЛИХ СТІН

Укладання поліпропіленових труб на поверхню стіни проводять без використання додаткових теплоізоляційних матеріалів. Під трубами не потрібно прокладати шар фольги або пароізоляції.

При цьому бажано, щоб стіни мали мінімальні теплові втрати, а їх теплова ізоляція була виконана зовні будівлі. В іншому разі розташування точки роси може бути зміщене всередину будинку, що неминуче призведе до утворення вогкості на стінах, а тепла енергія буде витрачатися на просушування стін, а не на обігрів приміщення.

Зовні поверхня стін може бути обштукатурена або закрита панелями.

Варіанти конструктивного виконання системи настінного опалення

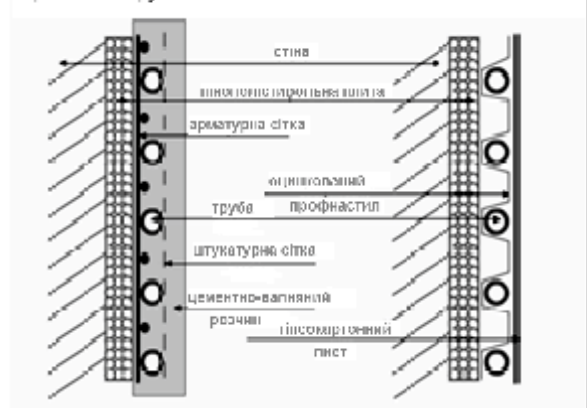


Рис. 136 Варіанти конструктивного виконання системи настінного опалення



Послідовність укладання полімерних труб, може бути різною: ніяких обмежень в цьому немає. Зазвичай труби укладають з меншим кроком у нижній частині стіни, і з великим інтервалом у верхній частині стіни.

**Використання настінного опалення має ряд переваг:**

- застосування теплих стін для опалення будинку дозволяє значно збільшити площу опалювального приладу в порівнянні з традиційними радіаторами опалення. А раз площа опалення зростає, то можна, для отримання рівної кількості тепла, знизити температуру теплоносія, наприклад, до 50-60 °С, а це вже низька температурна, більш комфортна для людини, система опалення;
- за допомогою теплих стін вдається знизити частку конвективного теплообміну, замінивши його більш комфортне теплове випромінювання;
- настінне опалення - це низькотемпературна система, призначена для використання на об'єктах нерухомості житлового та нежитлового фонду. Монтювання даної системи відбувається в конструкцію стіни, якщо конструкція легка, або в цегляну стіну під шар штукатурки. Існує можливість підключення устаткування до будь-якої системи водяного опалення;
- незалежно від того, чи є система легкою, тобто змонтованою за допомогою «сухого» монтажу, або системою, яка монтюється під шар штукатурки, дана система опалення та охолодження забезпечує комфортний клімат у житловому приміщенні або в офісі;
- система має ряд переваг, особливо при реконструкції об'єктів нерухомості, коли змінюється розташування перегородок. Якщо взяти, наприклад, ванні кімнати, то при площі підлоги, недостатньою впоратися з певним рівнем теплового навантаження, система настінного опалення може стати гарним додатком до опалення підлоги;
- той факт, що для систем поверхневого опалення використовується низька температура, означає, що їх експлуатація буде ефективною в поєднанні з тепловими насосами;
- відповідно, система настінного опалення та охолодження забезпечує комфортне охолодження та опалення в літній та зимовий періоди;
- дана система має достатню гнучкість, що дозволяє їй миттєво реагувати на швидкі зміни температури навесні та восени.

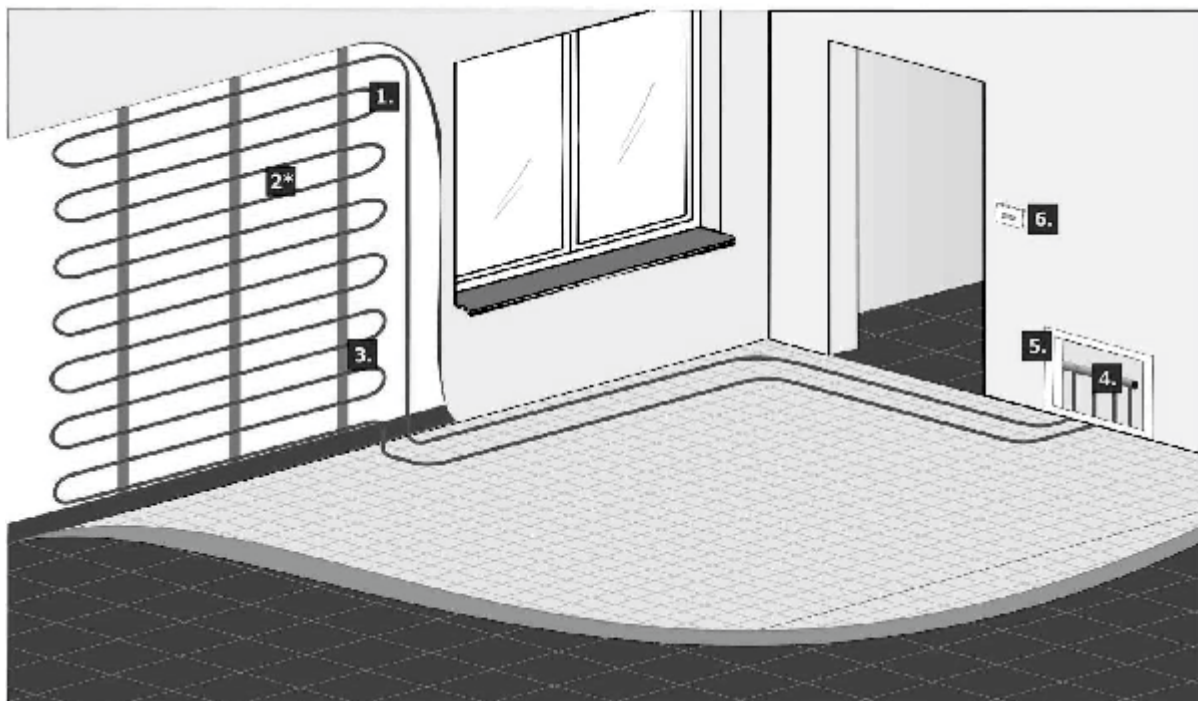


Рис. 137 Елементи системи настінного опалення:

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 1. Гріючі труби        | 4. Розподільники     |
| 2. Нагрівальна система | 5. Інсталяційні шафи |
| 3. Монтаж труб         | 6. Автоматизація     |

## ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ

Теплова енергія у вигляді гарячої води або пари транспортується від джерела тепла (ТЕЦ або котельні) до споживачів тепла по трубопроводах, що називаються **тепловою мережею**. Теплова мережа складається із з'єднаних між собою шляхом зварювання сталевих труб, теплової ізоляції, компенсаторів теплових видовжень, запірної і регулювальної арматури, будівельних конструкцій, опор, камер, дренажних і повітровипускних пристроїв. Залежно від кількості паралельно прокладених теплопроводів теплові мережі поділяють на **однотрубні, двотрубні і багатотрубні**.

**Однотрубні мережі** найбільш економічні і прості. В них мережева вода після систем опалення і вентиляції повинна повністю використовуватись для гарячого водопостачання. Найбільш широко застосовуються **двотрубні теплові мережі**, що складаються з подаючого і зворотного трубопроводів для водяних мереж і паропроводу з конденсатопроводом для парових мереж. **В тритрубних мережах** дві труби використовують як подаючі для подачі теплоносія з різними температурами, а третю трубу – в якості зворотної. **В чотиритрубних мережах** одна пара теплопроводів обслуговує системи опалення і вентиляції, а інша – систему гарячого водопостачання і технологічні потреби.

Водяні теплові мережі за способом підготування води для гарячого водопостачання поділяють на **закриті і відкриті**. **В закритих мережах для гарячого водопостачання** використовується водопровідна вода, яка нагрівається водою з мережі у водопідігрівачах. При цьому мережева вода повертається на ТЕЦ або в котельню. **У відкритих мережах** вода для гарячого водопостачання відбирається споживачами безпосередньо з теплової мережі і після використання її в мережу уже не повертається. Якість води у відкритій тепловій мережі повинна відповідати вимогам ГОСТ2874-82\*“Вода питна”. Теплові мережі поділяють на магістральні, що прокладаються головними напрямками населених пунктів, розподільні – всередині кварталів, мікрорайону і відгалуженні – до окремих будинків.

Теплові мережі виконують **тупиковими і кільцевими**. **Тупикові** облаштовують з поступовим зменшенням діаметрів труб в напрямку від джерела тепла. Такі мережі найбільш прості і економічні. Але мають суттєвий недолік – відсутність резервування. У випадку аварії припиняється подача тепла в будинки. **Кільцеві** мережі облаштовують в тих випадках, коли не допускаються перерви в тепlopостачанні на підприємствах чи в медичних закладах. При кільцюванні значно підвищується надійність тепlopостачання.

Напрямок траси теплових мереж в містах і інших населених пунктах повинен здійснюватися по районах найбільш щільного теплового навантаження з урахуванням підземних і наземних споруд, даних про склад ґрунтів і рівню стояння ґрунтових вод, у відведених для інженерних мереж технічних смугах паралельно червоним лініям вулиць, поза проїжджою частиною і смугою зелених насаджень. Потрібно робити якомога меншою довжину траси для зменшення об'ємів робіт по прокладанню.

Залежно від способу прокладання теплові мережі поділяють на підземні та надземні. **Надземне прокладання труб** облаштовується на окремих опорах чи естакадах на кронштейнах, які закладаються в стіни будинків. Використовується на територіях промислових підприємств, при спорудженні теплових мереж поза межами міста, при перетині яру та ін. Надземне прокладання теплових мереж рекомендується переважно при високому стоянні ґрунтових вод.

Найчастіше використовується **підземне прокладання**: в прохідних каналах і колекторах разом з іншими комунікаціями; в напівпровідних і непрохідних каналах; безканальне. Найбільш довершеним, але й найдорожчим є прокладання теплопроводів в прохідних каналах, які використовують при наявності декількох теплопроводів великих діаметрів. В великих містах будують так звані міські колектори, в яких прокладають теплопроводи, водопровід, електричні і телефонні кабелі.

**Напівпрохідні канали** складаються із стінових блоків Г-подібної форми, залізобетонних днищ і перекриття. Їх будують під проїздами з інтенсивним вуличним рухом, під залізничними коліями, при перетині будинків, де ускладнено здійснення ремонту трубопроводів. Висота їх звичайно не перевищує 1600 мм, ширина проходу між трубами 400-500 мм.

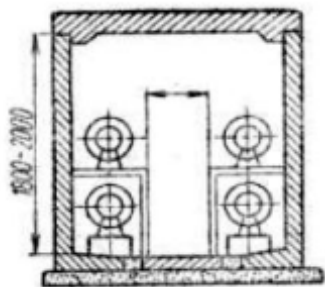


Рис. 138 Прокладання каналів із збірних залізобетонних плит і стінових блоків

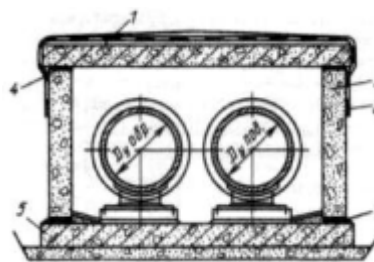


Рис. 139 Непрохідний канал із збірних залізобетонних плит і стінових блоків: 1 – плита перекриття; 2 – стіновий блок; 3 – гідроізоляція; 4 – цементний розчин; 5 – плита днища

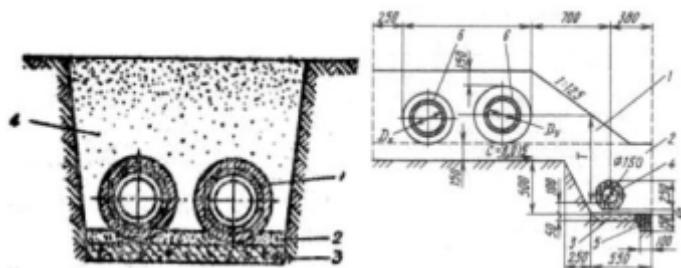


Рис. 140 Прокладання безканалних трубопроводів в глинистих ґрунтах: 1 – дренажна труба; 2 – пісок для дренажу; 3 – щебінь; 4 – пісок засипки; 5 – робочий дренаж із щебню; 6 – гідроізоляція

Найбільш широко застосовуються **непрохідні канали**. Розроблені типові проекти таких каналів. По трасі підземного теплопроводу облаштовують спеціальні камери і колодязі для установлення арматури, вимірювальних приладів, сальникових компенсаторів та ін., а також ніші для П-подібних компенсаторів. Підземний теплопровід прокладають на ковзаючих опорах. Відстань між опорами приймають в залежності від діаметра труб.

Безканалний спосіб прокладання трубопроводів – самий дешевий. Використання його дозволяє знизити на 30 - 40% будівельну вартість теплових мереж, значно зменшити трудові затрати і витрату будівельних матеріалів.

Заглиблення теплових мереж від поверхні землі або дорожнього покриття до верху перекриття каналу або колектору приймається, м: при наявності дорожнього покриття – 0,5; без дорожнього покриття – 0,7; до верху оболонки безканалного прокладання – 0,7; до верху перекриття камер – 0,3. Середній термін служби підземних каналних теплопроводів не перевищує в середньому 10-12 років, а безканалних з ізоляцією – не більше 6-8 років. Основною причиною пошкоджень є зовнішня корозія, яка виникає внаслідок відсутності або неякісного нанесення антикорозійного покриття, незадовільної якості або стану покриття, надмірного зволоження ізоляції, а також внаслідок затоплення каналів через нещільності конструкцій.

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ТЕПЛОВІ ПУНКТИ ТА ВУЗЛИ ВВОДУ

Безумовно, опалення є важливою системою життєзабезпечення в будь-якому будинку та починається з джерела тепла та вузла вводу.

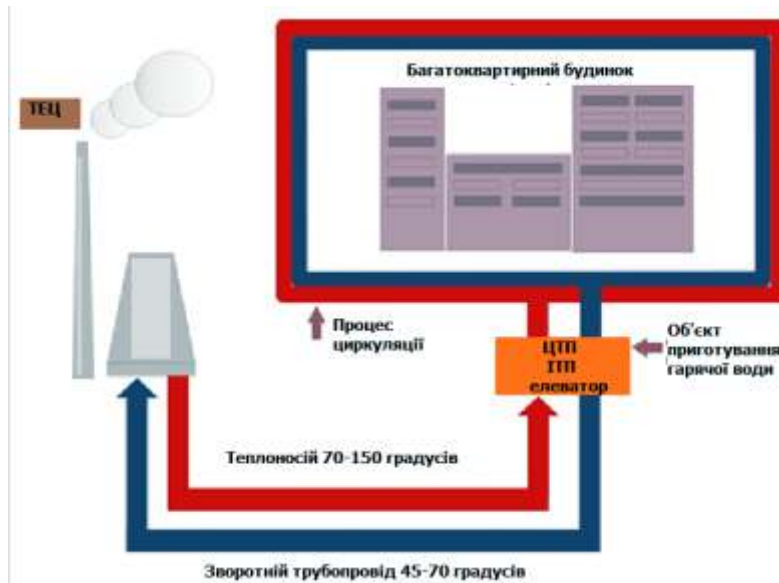


Рис.141 Схема теплопостачання

Раніше для підключення системи опалення до централізованих мереж теплопостачання застосовувався **водоструменений насос (елеваторний вузол)** в якому забезпечувалась зміна співвідношення витрат суміші: гарячої води з теплової мережі та зворотної від системи опалення будинку.

Тобто елеватори необхідні для того, щоб охолоджувати гарячу воду, яка надходить від **ТЕЦ** (котельні), до потрібної температури, а потім подавати її в системи опалення житлових будинків. Зниження температури в цьому пристрої відбувається шляхом змішування «гарячої» води подаючого теплопроводу і «охолодженої» води зворотного теплопроводу.

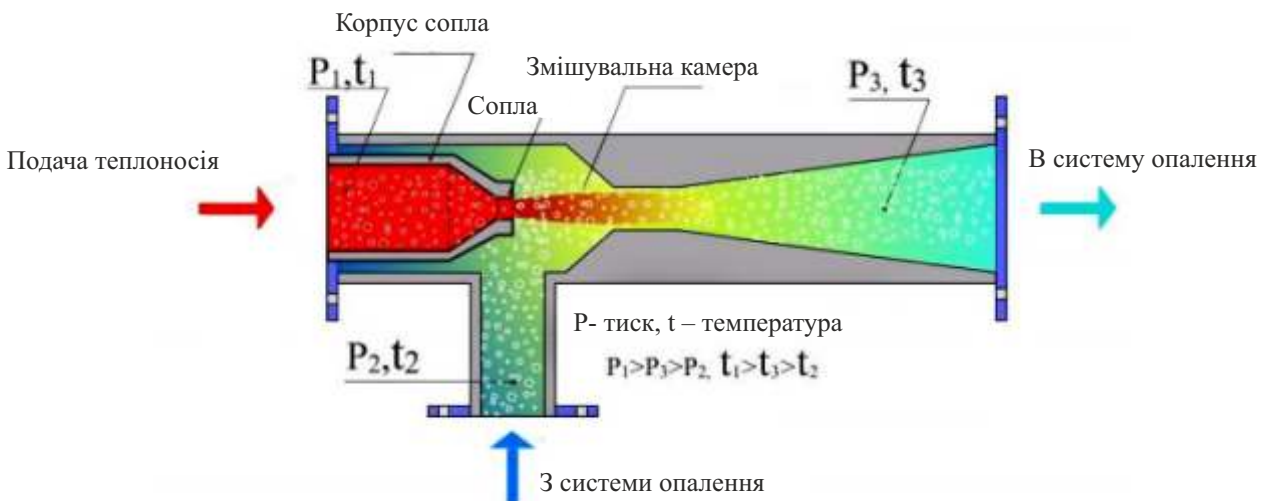


Рис. 142 Схема елеваторного вузла змішування

Елеватор працює одночасно і як циркулярний насос, і як змішувач. У разі якщо ТЕЦ не забезпечить потрібні параметри теплоносія, то елеватор, отримавши не дуже гарячу воду, буде змішувати її з охололою водою із зворотного теплопроводу; в результаті чого радіатори в квартирах будуть недогріватися.

Типовий вузол вводу на базі елеваторного вузла складається з наступних елементів: подаючий теплопровід, зворотний теплопровід, засувки, водомір, фільтри, термометри і манометри, елеватор.



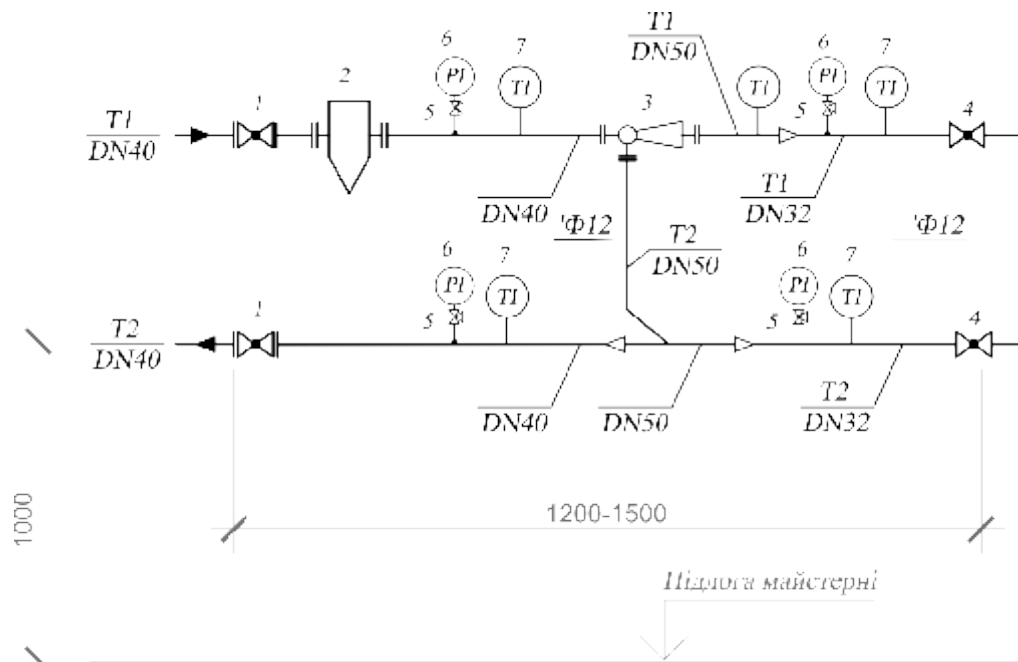


Рис. 143 Елеваторний вузол майстерні ДНЗ ПВМПУ

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1. Кран кульовий сталевий фланцевий DN40 - 2 шт.  | 5. Манометр - 4 шт.            |
| 2. Елеватор 40С10бк №1 - 1 шт.                    | 6. Кран для манометра - 6 шт.  |
| 3. Грязевик абонентский - 1 шт.                   | 7. Датчики температури - 5 шт. |
| 4. Кран кульовий муфтовий (вн./вн.) DN 32 - 2 шт. |                                |

Ще одним різновидом стали **регульовані елеваторні вузли** оснащені сервоприводом у яких можливість зміни співвідношення витрат суміші дозволяє (на відміну від нерегульованого елеватора) змінювати температуру змішаної води, що подається в місцеву систему опалення (при змінній витраті води в тепломережі).

Але такі системи не знайшли широкого застосування на практиці та заборонені чинними нормативами, в тому числі як і прості елеваторні вузли.

Звичайно елеваторні вузли на час їх розробки були досить простим та гарним рішенням для задоволення потреб будівництва.

#### Переваги:

- Простота конструкції та виготовлення;
- Невисока ціна;
- Робота без підключення до електромережі;
- Надійна робота;

#### Недоліки:

- Потрібно постійно контролювати перепад (різницю) тиску між подачею і зворотною подачею (норма близько - 0,8-2 бар);
- Елеваторний вузол не створює достатнього перепаду тиску для забезпечення роботи регулюючої та балансувальної арматури;
- Схема є не сучасною, регулювання опалення за допомогою регуляторів температури (2-х та 3-х ходових клапанів, електронних регуляторів) та насосу є більш енергоефективною.

Навіть на сьогоднішній день елеваторні вузли можна знайти в багатьох будівлях, які підключені до централізованого теплопостачання. Але час не стоїть на місці і на зміну приходять нове та енергоефективне обладнання для забезпечення регулювання системи опалення, що працює у складі індивідуальних теплових пунктів.

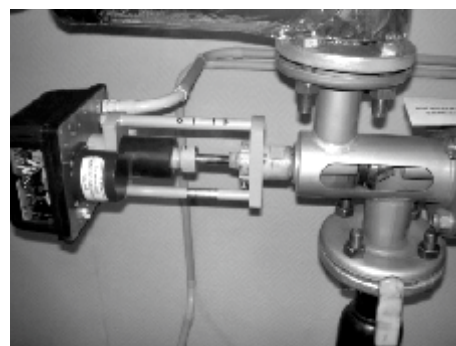


Рис. 144 Схема регульованого елеваторного вузла

**Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)** - це автоматизована модульна установка, що передає теплову енергію від зовнішніх теплових мереж (котельні) до системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції або технологічних процесів житлових та промислових будівель.

**Індивідуальні теплові пункти застосовуються:**

1. У новому будівництві;
2. При проведенні реконструкції;
3. При капітальному ремонті;
4. При термомодернізації будинків для оснащення вузлів вводу теплових мереж (заміна елеваторних вузлів).

**Індивідуальні теплові пункти виконують наступні функції:**

1. Функція регулювання відпуску тепла в системах опалення, вентиляції та при забезпеченні потреб регулювання в технологічних установках;

2. Функція приготування гарячої води для гарячого водопостачання (ГВП);

3. Функція підтримки нормованих значень тиску теплоносія як у внутрішніх системах, так і в системі тепlopостачання.

Встановлення ІТП на ввіді теплоносія надає можливість індивідуально регулювати подачу тепла в кожній конкретній будівлі та керувати інтенсивністю подачі тепла залежно від погодних умов.

**Переваги:**

1. Забезпечення економії до 15% тепла при модернізації теплових пунктів з морально застарілими приладами автоматики та контролю за рахунок:

**a)** програмування сучасного контролера на зменшення температури подачі теплоносія в систему опалення в неробочі (нічні) часи та святкові дні – до 10%;

**b)** меншої похибки вимірювань датчиків температури та тиску – до 2%;

**c)** зменшення частоти обертання циркуляційних насосів при збільшенні опору системи опалення (при закриванні радіаторних терморегуляторів) – економія складає до 50% електричної енергії;

**d)** фактору оплати користувачем за обліковану тепловим лічильником енергію і пов'язаним з цим психологічним фактором обмеження користувачем непродуктивних втрат тепла – до 4%.

2. При заміні елеваторних вузлів сучасний контролер ІТП регулює температуру подачі теплоносія строго в залежності від температури зовнішнього повітря.

Як практикувалось в попередні часи в перехідний період року тепломережа генерувала теплоносій завищеної температури, що приводило до перегріву приміщень і, як наслідок, непродуктивних втрат тепла. Економія, пов'язана з такою заміною елеваторних вузлів на теплові пункти, в річному виразі складає до 4% тепла.

3. Додатково до 2-х разів вдається зменшити втрати в теплових мережах при переході з 4-трубної системи тепlopостачання на 2-трубну з приготуванням гарячої води в теплообміннику гарячого водопостачання ІТП. В кількісному виразі економія втрат залежить від довжини теплових мереж між ІТП та джерелом тепла в середньому складає до 15%.

4. Регулятори перепаду тиску, встановлені в ІТП, в автоматичному режимі балансують витрати теплоносія між ІТП одного мікрорайону (ІТП котельні), що економить електричну енергію на переміщення теплоносія циркуляційними насосами котельні до 30%.

5. Сучасні більш надійні комплектуючі тепловому пункту, що не потребують постійного обслуговування, насичення конструкції ІТП приладами контролю, датчиками та реле дозволяють перевести обслуговування в режим моніторингу кваліфікованим інженерно-технічним персоналом, втрати від швидкого зносу обладнання зменшуються на 30%.

Об'єднання ІТП системою керування та моніторингу SCADA дозволяє відмовитись від затрат на чергові та контрольно-обслуговувальні підрозділи тепlopостачальних організацій.

6. Індивідуальні теплові пункти мають додаткову функцію використання в літній та перехідний період альтернативного джерела тепла (сонячні колектори, електрична енергія та інше).

ІТП складний технологічний виріб до складу якого входять пластинчасті теплообмінники, циркуляційні насоси, пристрої автоматичного контролю та регулювання, пристрої обліку тепла, запірні арматури. Так як індивідуальні теплові пункти відносяться до енергозберігаючих



Рис. 145 Індивідуальний тепловий пункт

технологій, вони комплектуються комерційними вузлами обліку теплової енергії.

Контролери шафи автоматики та регулювання ІТП не тільки керують елементами тепловпункту (регулятори, насоси, клапани), але й мають функціональні можливості дистанційної передачі даних про роботу елементів ІТП, передачі показників тепло-, водо-, та електролічильників.

Отже для прикладу розглянемо використання двох типів схем підключення системи опалення до централізованої теплової мережі.

### Схема теплового пункту («залежна» схема підключення до теплової мережі)

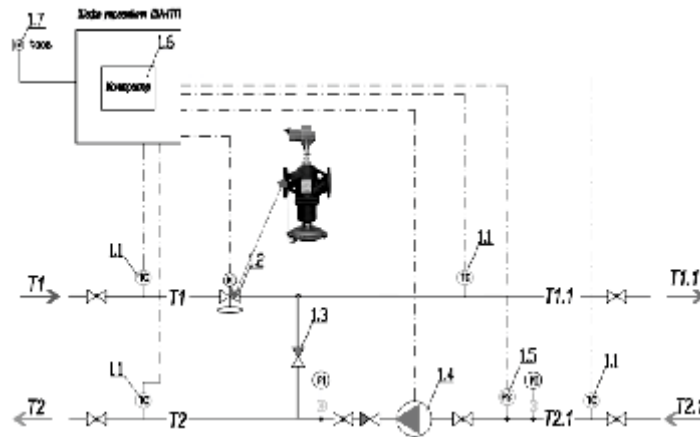


Рис. 146 «Залежна» схема підключення до теплової мережі

В ІТП з залежним приєднанням системи опалення до зовнішніх теплових мереж, теплоносій з теплової мережі потрапляє до системи опалення будинку через регулятор температури (1.2), далі змішується у точці підключення змішувальної перемички, яка оснащена зворотним клапаном (1.3). За рахунок цієї перемички здійснюється підмішування теплоносія в подаючий трубопровід зі зворотної лінії, з більш низькими температурними параметрами. Далі теплоносій з заданою температурою потрапляє до споживачів.

Циркуляція теплоносія в системі опалення підтримується циркуляційним насосом (1.4). Управління насосом здійснюється в автоматичному режимі від контролера (1.6) або від відповідного блоку управління (блок переключення режимів робочий/резервний та блок захисту від сухого ходу). Контроль тиску у системі забезпечуються (цифровим або аналоговим) реле тиску (1.5), що встановлено на зворотній лінії. Для спрощення на схемі показаний один циркуляційний насос, але для забезпечення безаварійної роботи необхідно встановити резервний циркуляційний насос.

Серцем теплового пункту є 2-ходовий клапан або комбі-клапан - регулятор витрати (винесений на схемі, поз. 1.2) – який призначений для забезпечення подачі необхідної кількості «гострого» теплоносія з теплової мережі, що надходить у внутрішню систему опалення для компенсації тепловтрат будівлі залежно від зовнішньої температури (датчик поз.1.7).

На схемі теплового пункту показаний сучасний пристрій для забезпечення регулювання – комбінований клапан регулятор температури та витрати, оскільки поєднує у собі одночасно дві функції: регулятора температури та регулятора перепаду тиску.

Налаштування витрати теплоносія через комбі-клапан (1.2) здійснюється досить просто - шляхом обмеження ходу клапана за допомогою гайки попереднього налаштування. А розрахунок зводиться до підбору клапана за витратою ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) та перевірки критерію мінімального перепаду тиску на клапані. Перепад тиску на обмежувачі витрати підтримується постійним  $\Delta p_w = 0.2$  бар.

Автоматичне підтримання необхідного температурного графіка в системі опалення здійснюється електронним регулятором (1.6) з ПІ або ПІД характеристикою регулювання. Контролер надсилає керуючі сигнали (відкрити/закрити) на виконавчий механізм (електропривід) регулюючого клапану (1.2). На схемі клапан та електропривід розташований на подаючому трубопроводі, але також може бути розміщений на зворотному трубопроводі. Керування може бути передбачене трьох позиційним або плавним - за допомогою аналогового сигналу (0-10V).

Контроль температури в тепловому пункті відбувається за допомогою поглиблених датчиків температури (1.1).

Контролер (1.6) автоматично розраховує значення температури у подаючому трубопроводі у відповідності з «нахилом» температурного графіка. Для захисту теплової мережі від підвищеної температури зворотної лінії контролер має вбудовану функцію, яка забезпечує коригування температури в подаючому трубопроводі.

### Схема теплового пункту («незалежна» схема підключення до теплової мережі)

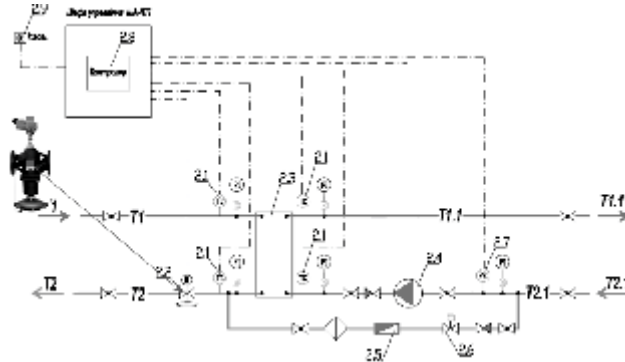


Рис. 147 «Незалежна» схема підключення до теплової мережі

Незалежна схема приєднання застосовується, якщо в інженерній схемі неприпустимо збільшення гідравлічного тиску (для забезпечення цілісності системи). Перевагою даної схеми є те, що опалювальний контур будинку незалежний від гідравлічних режимів централізованої теплової мережі, оскільки відокремлений через пластинчастий теплообмінник. Крім того у низці випадків непотрібно встановлення регуляторів тиску «після себе» або «до себе» на подаючому чи на зворотному трубопроводах. Додатково крім забезпечення незмінного теплового та гідравлічного режиму під дією зовнішніх впливів, незалежна схема опалення характеризується підвищеною надійністю. Для опалення будівель вище 12 поверхів застосовують тільки незалежні схеми. Також незалежні схеми застосовуються для забезпечення підігріву холодної води у системах гарячого водопостачання.

Незалежна система опалення не страждає від невідповідності якості теплоносія на вході, що надходить з центральної теплової мережі (наявності продуктів корозії, бруду, піску і т.д.), а також перепадів тиску в ній. У той же час вартість капітальних затрат при застосуванні незалежної схеми вища оскільки виникає необхідність встановлення і подальшого обслуговування теплообмінника.

Як правило, в сучасних системах застосовуються розбірні пластинчасті теплообмінники (2.3), які досить прості в обслуговуванні: при втраті герметичності або виході з ладу однієї секції, теплообмінник можливо розібрати, а секцію замінити. Також, при необхідності, можна підвищити потужність шляхом збільшення кількості пластин теплообмінника. В незалежних системах можуть бути застосовані і паяні нерозбірні теплообмінники, вартість яких дещо нижча.

Як і в залежній схемі циркуляція теплоносія в системі опалення здійснюється циркуляційним насосом (2.4).

Регулювання тепловіддачі теплообмінника схоже за принципом до залежної схеми, регулювання потоку здійснюється регулятором температури або комбі-клапаном (2.2) та контролером (2.8) з вбудованим ПІ чи ПІД-регулятором у відповідності до значення температури зовнішнього повітря (2.9).

Однією з суттєвих відмінностей незалежної схеми є наявність лінії підживлення з лічильником (2.5) та клапаном підживлення (2.6). Лінія підживлення керується за допомогою контролера (2.8.) чи спеціального блоку в автоматичному режимі.

Слід сказати, що незважаючи на збільшені капітальні витрати в сучасному будівництві все частіше застосовується незалежна схема приєднання системи опалення.

Все обладнання індивідуального теплового пункту повинно працювати винятково в автоматичному режимі, тому критично важливим є правильне налагодження всього комплексу обладнання для роботи в кожному окремому будинку. Адже крім забезпечення теплового комфорту, ІТП допомагають оптимально витратити паливо, знижувати експлуатаційні витрати та заощаджувати кошти.



## ТЕХНОЛОГІЯ ПРОКЛАДАННЯ ТРУБОПРОВОДІВ ОПАЛЕННЯ

Один з найбільш важливих аспектів у забезпеченні здорового мікроклімату в будинку - влаштування опалювальної системи, і зокрема, прокладка труб опалення. Довговічність всієї системи залежить не тільки від якості матеріалів труб, але і від якості виконання її монтажу.

За місцем розташуванням трубопроводи поділяють на зовнішні і внутрішні.

### ВЛАШТУВАННЯ ЗОВНІШНІХ ТРУБОПРОВОДІВ ОПАЛЕННЯ

Основні види прокладання труб для підключення до теплової магістралі:

- підземне прокладання;
- надземне прокладання.

Прокладання труб в землі - найбільш поширений вид прокладання трубопроводів, поділяється на:

**1.** Канальне прокладання, яка дає можливість захисту труб від зовнішніх впливів. Канали бувають:

- прохідні, призначені для прокладання великого числа труб і забезпечують до них швидкий доступ для ремонту та огляду;
- напівпрохідні, які влаштовуються, коли доступ необхідний рідко;
- непрохідні, що застосовуються для трубопроводу одного типу: зворотного або подаючого.

**2.** Безканальне прокладання, при якому значно скорочуються обсяг земляних робіт, терміни і витрати на будівництво. Таке прокладання труб опалення в землі ускладняють проведення ремонтних робіт, але застосування сучасних захисних оболонок для трубопроводів здатне гарантувати їх надійність.



Рис. 148 Безканальне прокладання опалювальних труб

### СПОСОБИ ПРОКЛАДАННЯ ВНУТРІШНІХ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ТРУБ

Незалежно від типу застосовуваної трубопровідної системи прокладання труб може здійснюватися такими способами:

1. Відкрите прокладання, яка виконується по периметру стін (як правило, уздовж плінтуса).
2. Приховане прокладання в стінах.
3. Прокладання труб опалення в підлозі.

Найчастіше велике значення при виборі способу прокладання і підведення труб до опалювальних приладів грає фактор естетики (можливість візуального контролю стану труб при відкритому прокладанні - рідше). З технічного боку, при правильному монтажі, спосіб прокладання на надійність і працездатність системи істотно не впливає.

Існує залежність технології прокладання від матеріалу труб. Наприклад, теплове розширення сталевих труб мінімальне, їх можна при монтажі практично замурувати. Імовірність їх розриву або деформації в конструкції мала.

Металопластикові труби володіють абсолютно протилежними властивостями. З міркувань безпеки їх необхідно захищати гільзами з діаметром, більшим перетину труби. Така ізоляція дає трубі для розширення додатковий простір і знижує тепловтрати.

Відкрите прокладання здійснюється за допомогою спеціальних кліпс, якими труби кріпляться до стіни.

#### Переваги прихованого прокладання опалювальних труб:

- не потрібно боятися, що при дизайнерському оформленні приміщення опалювальні труби не зможуть гармонійно вписатися в інтер'єр.

#### Недоліки:

- трудомісткість;
- наявність тепловтрат, так як навіть при якійсь ізоляції труб, частина тепла витрачається на прогрів конструкції, яка виконує одночасно захисні і декоративні функції.



Рис. 149 При прихованому прокладанні труби можна закрити, наприклад, стіновими дерев'яними панелями

- складність обслуговування, пов'язана з необхідністю демонтажу захисно-декоративних конструкцій для доступу до аварійних ділянок;
- висока ціна, обумовлена потребою в більшій кількості матеріалу.

**Важливо!** Приховане прокладання опалювальних труб в підлозі проводиться до заливки стяжки.

### ТЕХНОЛОГІЯ ПРИХОВАНОВОГО ПРОКЛАДАННЯ ТРУБ ОПАЛЕННЯ

Монтаж розведення опалювальних труб виконують після установки всіх радіаторів на стіни. На період оздоблювальних робіт з радіаторів заводську упаковку не знімають.

#### Етапи виконання робіт:

1. Підготовка, що включає вибір виду опалення. Для пристрою системи з примусовою циркуляцією найкраще підходить прокладання опалювальних труб під підлогою або в стінній конструкції. При природної циркуляції нагнітаючу трубу розміщують за підвісною стелею, а спуски стояків і нижній трубопровід прокладають в стіні.
2. Розмітка трубопроводу, що проводиться на стінах.
3. Штроба - канавка в бетоні, цеглі або штукатурному шарі для прокладки, проводки комунікацій (електропроводка, трубопроводи).
4. Прокладання розведення. Кріплення труб опалення в штробі здійснюється кліпсами.

**Потрібно пам'ятати,** що застосування різнимних з'єднань, таких як сполуки з роз'ємними гайками, цангові для метало-пластикових труб, при прихованому проведенні неприпустимо.

5. Підключення трубопроводу до опалювальних приладів.

6. Обпресування проводиться згідно з діючими нормами, під тиском. Гідравлічне обпресування трубопроводів – перевірка трубопроводів водою на герметичність, їх зварних (або різьбових) з'єднань і випробування на механічну міцність. Трубопровід вважається герметичним, якщо протягом певного часу (0,5-6 год.) тиск у трубопроводі не змінився. Необхідний тиск випробування повинен перевищувати в 1,5 рази робочий. При прихованому прокладанні заливку труб необхідно проводити виключно після гідравлічного випробування (обпресування) системи опалення.

7. Декорування або замурування. Перед початком робіт обов'язково виконується теплоізоляція труб. Декорування може здійснюватися такими способами:

- штукатурка - закладення штробы розчином малої фортеці з піску та цементу або штукатуркою на гіпсовій основі;
- труби опалення в стіні можуть бути задекоровані гіпсокартоном. Смушки гіпсокартону вклеюють за рахунок гіпсової штукатурки. Повністю маскує штробу подальша шпаклівка;
- коробка з гіпсокартону, при виконанні яких не потрібно пошкоджувати стіни. Їх застосовують досить часто, оскільки їх використання позбавляє від необхідності руйнування обробки при виникненні неполадок.

Закладення трубопроводу повинно виконуватися тільки коли вся система опалення знаходиться під тиском, що симулює її «поведінку». Проведення необхідних коригувань дозволяє домогтися мінімального впливу деформаційних сил на декоративну обробку.

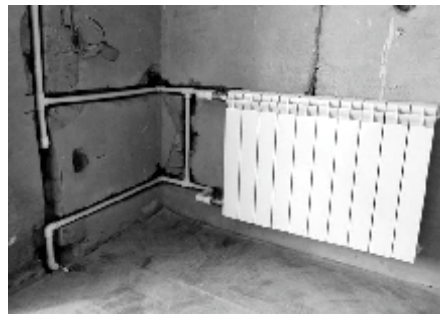


Рис. 150 Штробування



Рис. 151 Декорування трубопроводу опалення коробом

## ПРОЕКТ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ОПАЛЕННЯ

**Система індивідуального** (поквартирного) опалення (теплопостачання) - система, яка розташована в окремому приміщенні в межах квартири (садиби, котеджу) та призначена для обслуговування цієї квартири (садиби, котеджу).

Індивідуальне опалення має явну перевагу над централізованим або автономним - воно може регулюватися самими власниками житла в залежності від їх потреб і бажань.

Індивідуальне опалення актуально як для власників приватних будинків і котеджів, так і для власників квартир, де є централізовані тепломережі, але які не завжди справляються зі своїм призначенням.

При підключенні індивідуального опалення мешканець оплачує лише ту частину енергії, яку він спожив. Системи індивідуального опалення також мають додаткову можливість - індивідуальне гаряче водопостачання.

Нижче наведений приклад проекту індивідуального опалення двоповерхового будинку.

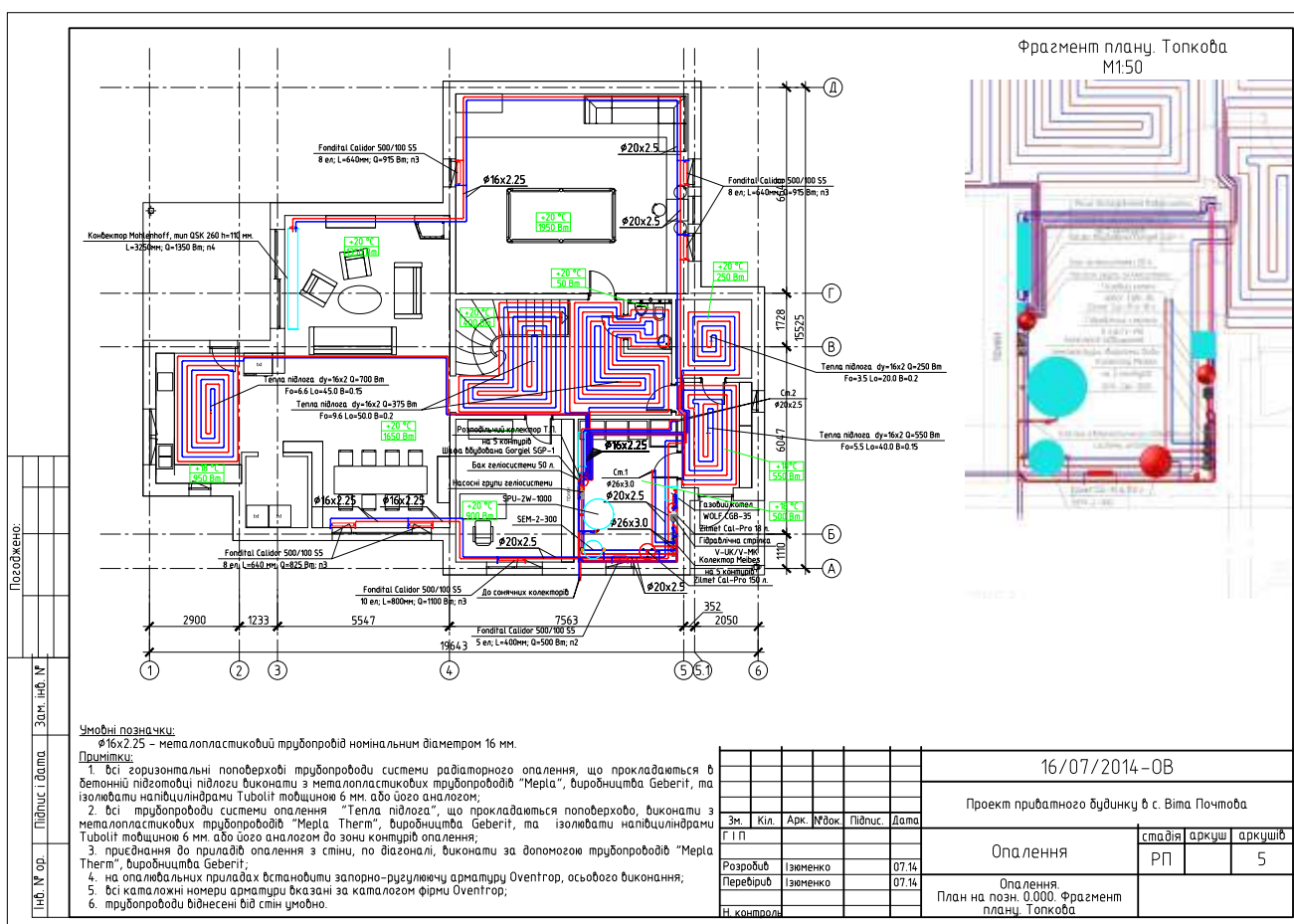


Рис.152 План опалення котеджу на відмітці 0.000

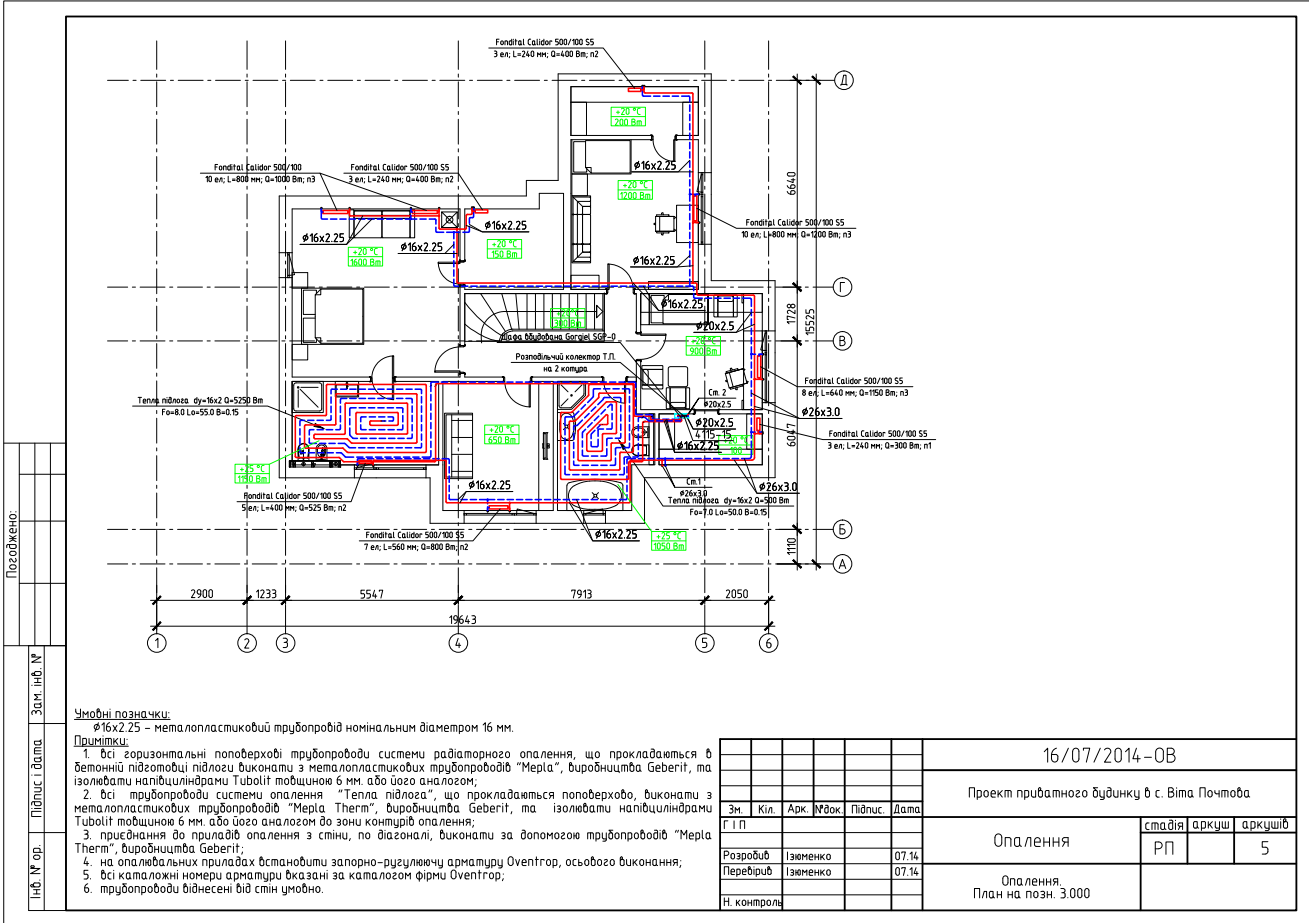


Рис. 153 План опалення котеджу на відмітці 3.000

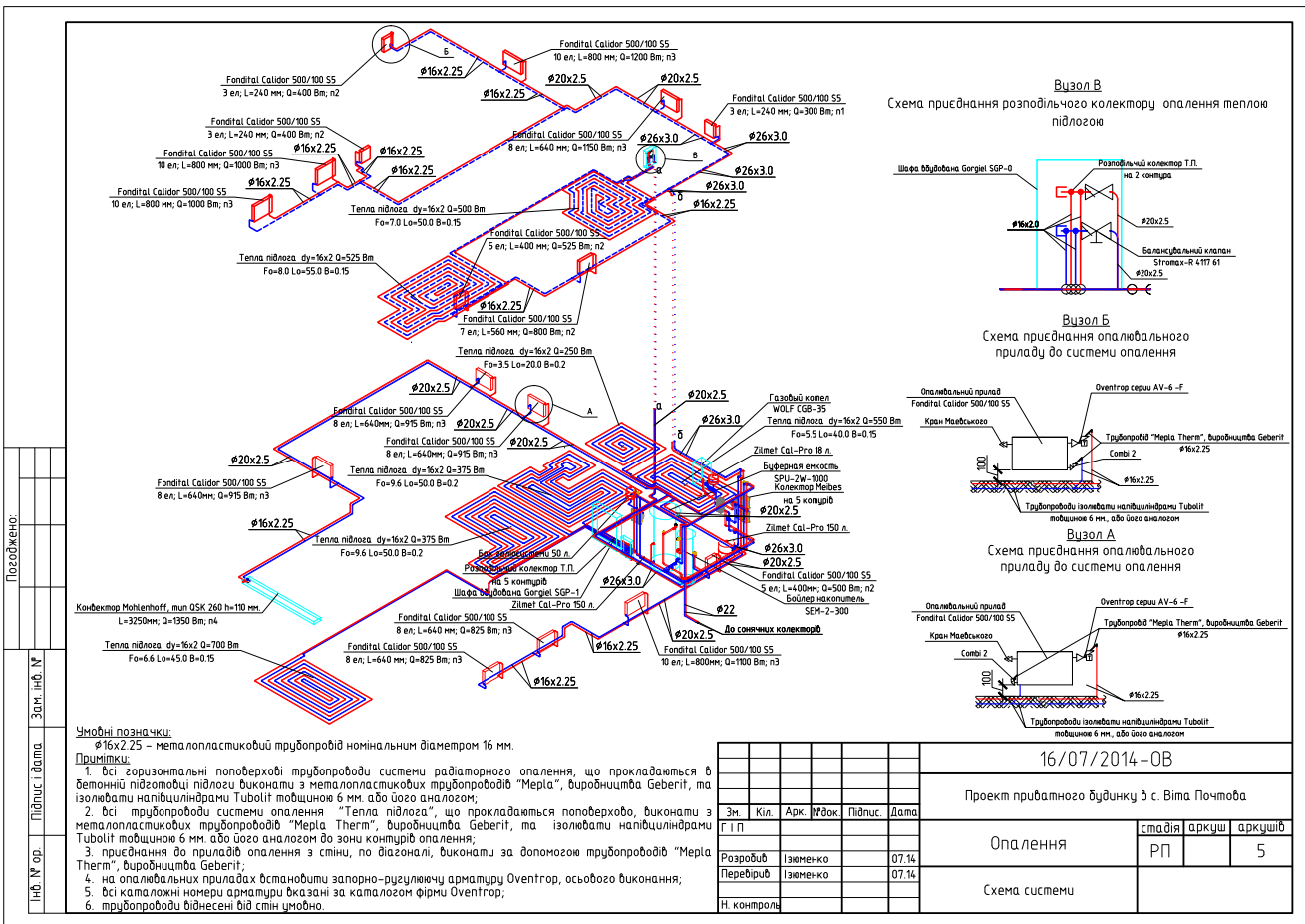


Рис. 154 Схема системи опалення котеджу



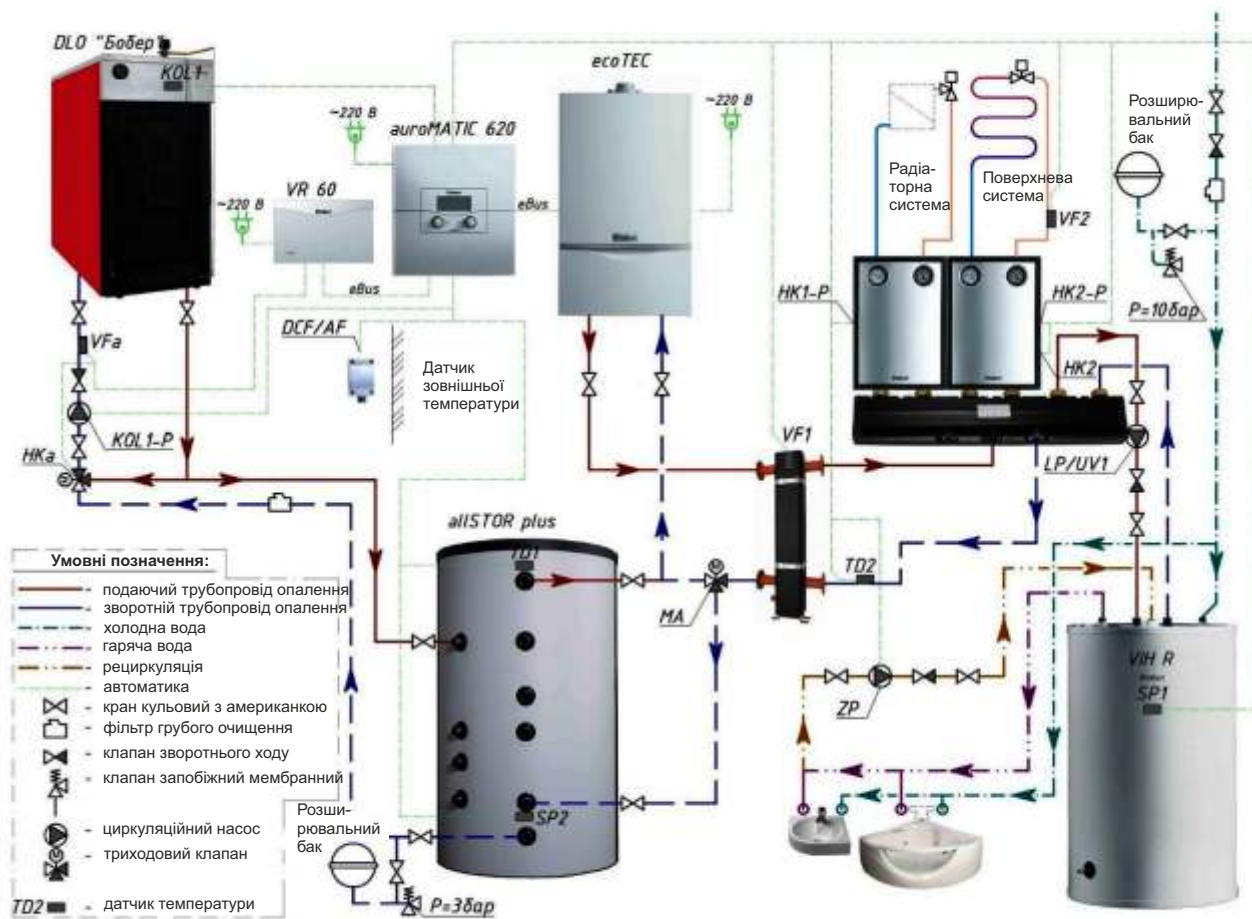


Рис. 155 Схема облаштування котельні

При проектуванні систем опалення, крім планування і розрахунку власне схем системи опалення, важливе місце займає створення проекту на котельню - це підбір схеми облаштування котельні. Нижче наведено кілька прикладів таких схем.

## ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

### Технологія монтажу однотрубної опалювальної системи:

1. Установка котла в обраному місці. Краще скористатися послугами фахівця з сервісного центру, якщо котел на гарантії.
2. Монтаж магістрального трубопроводу. Якщо монтується вдосконалена система, то обов'язкова установка трійників в місцях підключення радіаторів і байпасів. Для опалювальної системи з природною циркуляцією при монтажі труб створюють нахил в 3 - 5° на метр довжини, для системи з примусовою циркуляцією теплоносія - 1 см на метр довжини.
3. Установка циркуляційного насоса. Розрахований циркуляційний насос на температуру до 60°C, тому встановлюється він в тій частині системи, де найнижча температура, тобто біля входу зворотної труби в котел. Працює насос від мережі електроживлення.
4. Монтаж розширювального бака. Відкритий розширювальний бак встановлюється в найвищій точці системи, закритий - частіше поруч з котлом.
5. Установка радіаторів. Роблять розмітку місць для установки радіаторів, закріплюють останні за допомогою кронштейнів. При цьому витримують рекомендації виробників приладів по дотриманню відстаней до стін, підвіконь, підлоги.
6. Проводять підключення радіаторів, за обраною схемою встановлюючи крани Маєвського (для розповітрявання радіаторів), перекиваючі крани, заглушки.
7. Проводиться опресування системи (в систему під тиском подається повітря або вода для перевірки якості підключення всіх елементів системи). Тільки після цього в опалювальну систему заливається теплоносій і проводиться пробний пуск системи, налаштовуються елементи регулювання.

### Технологія монтажу двотрубної опалювальної системи:

1. Опалювальний контур включає дві труби: верхню з гарячим теплоносієм і нижню з охолодженням.
2. Розмір нахилу труб до останньої в системі радіаторів 1% (не менше 0,5%).
3. Верхній і нижній трубопроводи прокладаються паралельно.
4. Якщо у системи два дзеркально виконаних крила, кінцеві радіатори встановлюють на одному рівні.
5. Прокладання нижньої магістралі повинно бути симетричним і паралельним верхній.
6. Для ремонту і обслуговування технологічні вузли, байпас з насосом, радіатори потрібно оснастити кранами.
7. Подаючу трубу потрібно утеплити для виключення втрати температури в процесі транспортування теплоносія по розводці.
8. Розподільний бак в системі з верхнім розведенням встановлюють в утепленому горищному просторі.
9. У трубопроводі не повинно бути прямих кутів, створюють значний опір, і перехрестів, в яких формуються повітряні пробки.
10. Типорозміри кранів, фітінгів, вентилів повинні в точності відповідати розмірним параметрам труб.
11. Кількість опор для сталевого трубопроводу має забезпечувати кріплення магістралі через кожні 1,2 м.
12. Монтаж опалювальної комунікаційної мережі полягає в установці котла, компенсаційного бачка, трубопроводів та радіаторів у відповідності з обраною і прорахованою схемою.
13. Від генератора тепла (котла, печі) відводиться вгору основна - подаюча труба гарячого теплоносія.
14. Подаюча труба з'єднується з компенсаційним бачком, оснащеним сигнальним патрубком і зливом.
15. З бачка виводять трубопровід верхньої лінії, від якої прокладають труби до всіх що входять в систему радіаторів.

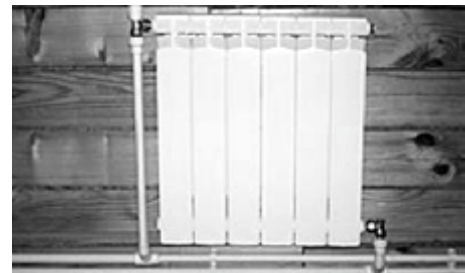


Рис. 156 Під'єднання радіатора

**16.** Байпас з кранами і циркуляційним насосом встановлюють у проектній точці (на вході або на виході з котельні установки).

**17.** Зворотну лінію проводять паралельно верхній магістралі, що з'єднують з радіаторами, потім підводять і врізають в нижню третину котла.

**18.** В результаті повинен вийти замкнутий опалювальний контур, що дозволяє підтримувати комфортну для власників температуру в будинку. Для управління витратою теплової енергії бажано встановити термостати. Нові модифікації цих пристроїв автоматично контролюють роботу котла, при необхідності включаючи або відключаючи паливо, завдяки чому економно витрачається паливо і енергія.

#### **Запуск опалення включає в себе:**

**1.** Випробування, тобто перевірку системи на протікання, на те, чи тримає вона потрібний тиск.

**2.** Заповнення системи опалення теплоносієм.

**3.** Запуск системи опалення, який включає в себе не тільки запалювання вогню в котлі, а ще й інші налагоджувальні дії.

#### **Існує два способи випробування системи опалення.**

Випробування можна проводити як водою, так і повітрям - все залежить від пори року, коли ви робите монтаж системи. Справа в тому, що бувають варіанти, коли монтаж систем опалення зроблений взимку, і воду боязно заливати, бо, якщо система не "підє", то вода може замерзнути.

#### **1. Випробування системи опалення повітрям**

При випробуванні повітрям підключають в будь-якому місці системи компресор, завантажують повітря і спостерігають за тиском на манометрі.

Рекомендується тиск рази в 2-3 вище робочого тиску. Тобто, якщо робочий тиск 1,5-2 атмосфер, то при випробуванні бажано закачати в систему повітря близько 5 атмосфер.

Підключитися можна безпосередньо до крана, який призначений для зливу системи опалення або до будь-якого радіатора, викрутивши кран Маєвського і укрупивши на його місце перехідник для приєднання шлангу від компресора.

#### **2. Випробування системи опалення водою**

Випробування водою проводять аналогічно випробуванню повітрям, тільки ніяких компресорів не застосовують, а підключають шланг від водопроводу до крана на котлі або на колекторі. При цьому стежимо за манометром, щоб тиск в системі досяг робочого значення 1,5 атмосфер.

Наступний етап - перевірка всіх з'єднань на протікання: в системі оглядають всі з'єднання, як роз'ємні, так і нероз'ємні. Для виявлення протікання, якщо система випробувана повітрям, всі з'єднання потрібно обмити мильним розчином. При випробуванні водою протікання відразу стане видно і так.

Після випробування рекомендується залишити систему під тиском на 24 години для того, щоб за добу було виявлено всі протікання, якщо вони є. При цьому потрібно враховувати, що при перепадах температур протягом доби тиск в системі трохи впаде - цього не потрібно боятися, це природно, адже при охолодженні повітря або води вони стискаються.

Після того як випробування системи опалення виконане, переходимо до запуску.

#### **ЗАПУСК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ**

Після того, як змонтована система радіаторів та котельня, час провести запуск системи опалення та наладку. Завдання - зробити так, щоб всі радіатори гріли.

#### **Порядок дій перед запуском системи опалення**

**1.** Відкрити кран на розширювальному баці.

**2.** Відкрити крани, що перебивають теплоносій на подаючій і зворотній трубах від котла.

**3.** Відкрити крани на циркуляційному насосі.

**4.** На блоці безпеки ніяких кранів бути взагалі не повинно.

**5.** Відкрити вентилі на всіх радіаторах, а крани Маєвського закрити.

**6.** Якщо система опалення з колекторами, то крани відкрити і на колекторах (на подаючій і зворотній трубах, а не ті, які для підживлення та зливу системи).

**7.** Якщо є автоматичні повітровідвідники, перевірити, чи відкриті вони: зверху на них чорний ковпачок, його потрібно відкрутити, щоб повітря могло виходити.

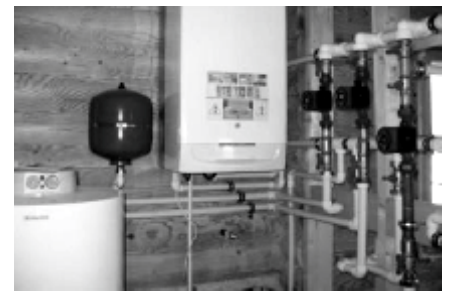


Рис. 157 Обв'язка котла

### **Заповнення системи опалення теплоносієм**

Щоб запуск системи опалення відбувся, потрібно систему заповнити теплоносієм. Підключивши шланг від водопроводу до відповідного крану (чи то на котлі, то чи на колекторі). При цьому стежимо за показанням манометра: потрібно досягти робочого значення (1,5 атм).

Коли заливаємо теплоносій, з системи інтенсивно виходить повітря, що чутно неозброєним вухом.

### **Налагодження системи опалення**

Після заповнення системи потрібно на всіх радіаторах спустити повітря через крани Маєвського: відкриваємо кран Маєвського, спершу виходить повітря, потім кран «плюється» повітрям з водою, коли потекла тільки вода, значить, радіатор водою заповнився, кран Маєвського закриваємо. І так по всіх радіаторів.

Швидше за все тиск після маніпуляцій з радіаторами впаде, тому знову підживлюємо систему до робочого тиску. Якщо є другий поверх, таким же чином спускаємо повітря з його радіаторів. І підживлюємо систему до робочого тиску.

Стравлювання повітря з циркуляційного насоса. У насоса є гвинт, його потрібно відкрутити викруткою з широким шліцом. Спочатку, як з радіаторів, буде виходити повітря, а потім тонкою цівкою вода. Після цього гвинт закрутити. Перевірити тиск, при необхідності долити теплоносій.

Запускаємо насос. На 10-15 хвилин. Причому, після 1-2 хвилин роботи знову привідкручуємо гвинт на насосі, якщо йде вода - все в порядку. При включенні насоса буде чути, що з клапанів знову пішло повітря, це теж нормально. І тиск впаде, а ми систему підживлюють до потрібних 1.5 атмосфер.

Поки насос працює, проходять по всіх кранах Маєвського і перевіряють наявність \ відсутність повітря в радіаторах. І знову наповнюємо систему до потрібного тиску.

Тепер віримо (поки тільки віримо), що система теплоносієм заповнена повністю (але не дуже спокушайтеся, повітря може виходити з системи ще до 3-х тижнів і навіть до місяця, особливо, якщо має місце водяна тепла підлога, з теплих підлог повітря виходити буде саме через повітревідвідники на колекторах).

### **Пуск системи опалення**

Тепер все готово, щоб виконати запуск системи опалення. Включаємо котел (насос повинен бути включений!) На прогрів до 40 градусів.

Необхідно ходити і перевіряти, які радіатори гріють, а які ні. Зрозуміло, що миттєво система не прогривається, доведеться витратити пів години або годину. Якщо радіатор не гріє, значить, в ньому накопичується повітря; стравлювати вищеописаним способом.

Нарешті включаємо котел на прогрів до 60-80 градусів. У такому режимі протримати систему опалення 3-4 години, щоб переконатися, що радіатори прогриваються рівномірно і в зворотній трубі теплоносій повертається теплим.

### **Якщо радіатор не гріє ...**

Якщо з радіатора йде вода, а радіатор все одно не гріє - в чому причина? При неакуратному монтажі всередину труб може потрапити сміття і накопичуватися в тонких місцях, наприклад, в вентилях. Доведеться прочищати. Закриваємо обидва вентиля на холодному радіаторі. Відпускаємо накидні гайки на вентилях. Зливаємо обережно воду з радіатора.

Якщо тиск в системі робочий, то можна різко відкрити вентиль на подаючій трубі при цьому струменем води сміття повинно винести. Ставимо радіатор на місце, відкриваємо обидва вентиля, знову травимо повітря через кран Маєвського. Тепер всі радіатори гріють

Різниця між температурою подачі та повернення теплоносія для нормально працюючої системи становить не більше 15-20 градусів. Але це і залежить від температури навколишнього середовища в період запуску. У холодну пору року системі потрібно буде, так би мовити, «розігнатися». І за різницею між подачею і поверненням має сенс поспостерігати, коли в приміщенні встановиться постійна температура.



## ГІДРАВЛІЧНЕ ТА ПНЕВМАТИЧНЕ ВИПРОБУВАННЯ ТРУБОПРОВОДІВ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Для виявлення проблемних ділянок або для підтвердження працездатності в робочому режимі необхідно проведення випробувань трубопроводів систем опалення. Випробування проводяться за ДБН В.2.5-67: 2013 Опалення, вентиляція і кондиціонування. При проведенні випробування трубопровідної системи під тиском слід виконувати вимоги безпеки НПАОП 0.00-1.11 Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води.

Випробування під тиском здійснюють, як правило, гідравлічним методом. При пневматичному випробуванні застосовують інертний газ або повітря, але лише у суворо регламентованих умовах.

Розрізняють такі варіанти проведення випробувань трубопроводів під тиском:

- **гідравлічний метод випробування на герметичність**, якому надається перевага, оскільки він є більш безпечним та може використовуватися в переважній більшості випадків;
- **пневматичний метод випробування на герметичність**, який використовують лише у тих випадках, якщо не допускається застосовувати воду (іншу рідину) для перевірки герметичності.

Як правило, пневматичне випробування тиском, меншим від робочого, застосовують перед гідравлічним випробуванням для виявлення основної маси дефектів.

Трубопровідну систему слід випробувати пробним тиском, що на 30 % перевищує робочий тиск упродовж відведеного періоду, який слід приймати не менше ніж 2 години.

**Послідовність виконання випробувань:**

### 1. Обстеження системи перед випробуванням

Перед проведенням випробування слід визначити:

- а)** чи була система промита (очищена);
- б)** чи відповідає обраний метод проведення випробування будівельним умовам та умовам експлуатації об'єкта;
- в)** чи доцільно проводити пневматичні випробування для виявлення основної маси дефектів перед проведенням гідравлічних випробувань;
- г)** чи залишиться у трубопроводі вода, яка за можливого замерзання може призвести до руйнування системи;
- д)** яким методом доцільно проводити випробування в окремих випадках, наприклад, у висотній будівлі, де при гідравлічному випробуванні висота секції системи обмежена гідростатичним тиском і може значно перевищити пробний тиск;
- е)** чи герметичні потенційно небезпечні місця системи;
- є)** чи розраховане тестове обладнання, наприклад, приєднувальні водопроводи, насос, запобіжник компресора тощо на більший тиск ніж тиск у трубопроводі, який випробовують;
- ж)** які пошкодження можуть бути виявлені при випробуванні системи;
- з)** чи достатня кваліфікація персоналу для проведення якісної перевірки системи під час її заповнення;
- и)** чи піддаються обстеженню всі частини системи, які випробовують;
- і)** чи можна залишити систему заповненою частково. Якщо ні, то скільки необхідно передбачити часу для її заповнення, випробування та спорожнення;
- ї)** чи доцільно поєднувати різні ділянки системи для проведення одночасного випробування;
- й)** як швидко можливо заповнити систему зі звичайного водопроводу, враховуючи висоту будівлі. У разі, коли допустима для використання подача із водопроводу є недостатньою, то з якого іншого джерела слід передбачити додаткове нагнітання: ручного або механічного.

**Гідравлічне випробування тиском**

### 1. Підготовка

Необхідно виконати наступні дії перед проведенням гідравлічного випробування:

- а)** закупорити, перекрити або ущільнити всі відкриті кінці трубопроводу;
- б)** зняти та/або перекрити потенційно небезпечне обладнання системи та затягнути фітинги, а також виставити (переналаштувати) реле тиску і компенсатори;
- в)** закрити всі клапани, що обмежують ділянку трубопроводу, яку випробовують. Закрити

клапани, якщо вони недостатньо закриті й можуть стати причиною вібрацій або невидимих дій;

**г)** відкрити всі клапани в межах ділянки трубопроводу, яку випробовують;

**д)** переконатись, що всі повітровідвідники у найвищих точках системи знаходяться в робочому стані;

**е)** переконатись, що випробувальний манометр справний, розрахований на необхідний тиск та строк його повірки не минув;

**є)** перевірити наявність необхідних спускних кранів та шлангів для відведення води в каналізацію;

**и)** визначити тривалість проведення випробування, враховуючи час, необхідний для проведення всіх підготовчих процедур.

## **2. Проведення випробування**

При проведенні гідравлічного випробування необхідно виконати наступні процедури:

**а)** при наповненні системи водою чи іншою рідиною ретельно перевірити всю систему на наявність виходу повітря, що витісняється;

**б)** систематично видаляти повітря з системи через її верхні точки;

**в)** після заповнення системи водою підвищити тиск до пробного та зафіксувати його;

**г)** якщо тиск падає, перевірити запірну арматуру на протікання, потім оглянути ще раз систему на наявність витоків;

**д)** якщо стан системи задовільний, то необхідно це засвідчити у звіті підписами представника клієнта та працівника, відповідального за проведення випробування.

## **3. Закінчення випробування**

Після закінчення випробування, необхідно провести наступні дії:

**а)** знизити тиск;

**б)** спорожнити систему, у разі необхідності, для проведення наступних процедур:

установити заново зняте перед випробуванням потенційно небезпечне обладнання; відкрити тимчасово перекриті клапани, що визначали межі ділянки системи; у разі потреби заповнити систему іншим тепло- або холодоносієм, наприклад, повітрям, паром, тощо;

**в)** забезпечити, щоб повітровідвідники, наприклад, резервуарів, баків, ємкостей, мембранних баків, були сполучені з атмосферою до спорожнення системи, інакше можливе руйнування системи від розрідження;

**г)** у необхідних випадках слід осушити трубопровід нагрітим повітрям.

### **Пневматичні випробування**

#### **1. Підготовка**

Перед проведенням пневматичного випробування необхідно:

**а)** призначити відповідальну особу за проведення випробування. Відповідальна особа має керувати підготовкою системи до випробування, керувати проведенням випробування та після закінчення випробування контролювати зниження тиску в системі до атмосферного. У письмовому протоколі у формі звіту вказати проектний робочий тиск, пробний тиск та період випробування;

**б)** після закінчення випробування систему слід привести до стану, що забезпечує її експлуатацію в умовах розрахункового робочого тиску;

**в)** закупорити, перекрити або ущільнити всі відкриті кінці трубопроводу;

**г)** зняти та/або перекрити потенційно небезпечне обладнання системи та затягнути фітинги, виставити (переналаштувати) лічильники, реле тиску і компенсатори;

**д)** закрити всі клапани, що обмежують ділянку трубопроводу, яку випробовують;

**е)** відкрити всі клапани в межах ділянки трубопроводу, яку випробовують;

**є)** переконатись, що всі повітровідвідники у найвищих точках системи знаходяться в закритому положенні;

**з)** переконатись, що випробувальний манометр справний, розрахований на необхідний тиск та строк його повірки не минув;

**и)** за можливості, контролювати обстановку навколо зони, де здійснюють випробування стиснутим повітрям;

**л)** якщо тиск стиснутого повітря, яке подають в систему, більший за пробний тиск, то на з'єднувальному трубопроводі встановлюють редукційний клапан, манометр та запобіжний клапан, настроєний на відкриття при досягненні в системі пробного тиску;

- і) будь-які гнучкі з'єднання (шланги), через які подають повітря, повинні бути надійно закріплені;
- ї) перед проведенням випробування весь персонал повинен перебувати на безпечній відстані від трубопроводу;
- й) повітря слід подавати повільно та контролювати редукційним клапаном, настроєним на пробний тиск;
- к) якщо повітря для випробування подають від джерела з більш високим тиском (редують), на вході в систему його температура знижується. У подальшому при підвищенні температури відповідно починає підвищуватися тиск у трубопроводі. Для того, щоб тиск повітря не перевищив пробного тиску, необхідно здійснити відповідні заходи. У будь-якому випадку слід підключити запобіжний клапан, настроєний на пробний тиск;
- л) під час проведення випробування категорично забороняється перевіряти зварні шви за допомогою простукування.

2. Регламент випробувань

Під час проведення пневматичного випробування необхідно провести наступні дії:

- а) підвищувати тиск повітря не більше ніж на 0,5 бар (0,5 x 10<sup>5</sup> Па);
- б) через 10 хв після початку випробування оглянути систему для виявлення місць витoku повітря за звуком чи використовуючи мильний розчин;
- в) знизити тиск.

3. Документація

Після проведення випробування тиском фіксують наступні дані:

- дату проведення випробування;
- характеристики системи опалення та максимальний робочий тиск;
- значення пробного тиску;
- часовий період проведення випробування;
- прізвища персоналу, що брали участь у проведенні випробування.



Рис. 158 Пресувальний насос

ПРОТОКОЛ

випробування герметичності обладнання

№ протоколу: \_\_\_\_\_  
 № завдання: \_\_\_\_\_  
 Назва організації: \_\_\_\_\_  
 Підписи працівників: \_\_\_\_\_  
 Система чий тиск: \_\_\_\_\_

Система опалення та гарячого водопостачання та циркуляція	Система опалення та охолодження	Система спливаючого повітря
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Пробний тиск Р <sub>пр</sub> = 0,1 МПа	Тривалість випробування Т <sub>в</sub> = 10 хв Діаметр труби D = 100 мм	Тиск повітря Р <sub>п</sub> = 0,5 бар Діаметр труби D = 100 мм

Головний виконавець робіт: \_\_\_\_\_  
 Виконавець робіт: \_\_\_\_\_

**І етап** - попереднє випробування на герметичність обладнання проводиться з метою виявлення місць витку повітря, заповнення системи теплоносія теплоносієм (наприклад, розсолу) при певному тиску, заповненні теплоносія теплоносієм (наприклад, розсолу) при певному тиску. Установлені параметри випробування слід проконтролювати протягом частоти робочого середовища, а при надходженні повітря (це не вимагає додаткової установки спеціального повітря). Температура робочого середовища повинна бути стабільною та відповідною до температури навколишнього середовища. Після закінчення роботи необхідно для заповнення в будь-якому випадку знизити тиск до нуля, а після закінчення роботи знизити тиск до нуля.

**II етап** - попереднє випробування на герметичність обладнання проводиться з метою виявлення місць витку повітря, заповнення системи теплоносія теплоносієм (наприклад, розсолу) при певному тиску, заповненні теплоносія теплоносієм (наприклад, розсолу) при певному тиску.

**III етап** - остаточне випробування на герметичність обладнання проводиться з метою виявлення місць витку повітря, заповнення системи теплоносія теплоносієм (наприклад, розсолу) при певному тиску, заповненні теплоносія теплоносієм (наприклад, розсолу) при певному тиску.

**IV етап** - остаточне випробування на герметичність обладнання проводиться з метою виявлення місць витку повітря, заповнення системи теплоносія теплоносієм (наприклад, розсолу) при певному тиску, заповненні теплоносія теплоносієм (наприклад, розсолу) при певному тиску.

**Результати випробування:**

Дата проведення випробування: \_\_\_\_\_  
 Температура навколишнього середовища: \_\_\_\_\_  
 Пробний тиск: \_\_\_\_\_

Попереднє випробування тривалість	Діаметр труби	Попереднє випробування тривалість	Пробний тиск
_____	_____	_____	_____

Результати випробування: **ПОЗИТИВНІ**  **НЕГАТИВНІ**

Місце і дата: \_\_\_\_\_ Підписач: \_\_\_\_\_ Діаметр труби: \_\_\_\_\_

Рис. 159 Зразок протоколу випробування герметичності обладнання

## ТИПОВІ ПОМИЛКИ ПІД ЧАС МОНТАЖУ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Таблиця 4

Проблема	Причина	Спосіб усунення
1. Протікання у місці різьбового з'єднання	Недостатньо якісне використання ущільнюючого матеріалу	Розібрати з'єднання. Повторити монтаж з контролем використання ущільнюючого матеріалу
	Якщо це металеве ущільнення вентиля - можливе пошкодження металевого ущільнення	Розібрати з'єднання. Перевірити місце з'єднання на наявність піску, забоїв. Перевірити правильність використання ключів. Не допускати провертання вентиля при затягуванні. При наявності подряпин та забоїв замінити фітинг або вентиль
	Деформація накидної гайки	Не правильне використання інструменту для монтажу. Заміна фітингу
2. Протікання у місці прес-з'єднання	Не виконання вимог фірми виробника трубної системи до послідовності виконання монтажних робіт	Перевірити та чітко виконувати послідовність робіт. За допомогою звернутись до фірми виробника
	Труба вставлена в прес-фітинг та не опресована	Перевірити місця прес-з'єднань та опресувати систему
	Використані труба та фітинги від різних виробників	Необхідно використовувати трубу та фітинги від одного виробника
3. Протікання обладнання	Браковане обладнання	Перевірити та, за необхідності, замінити на нове. Зазвичай виявляється при первинному заповненні системи
	Тиск в системі більший за робочий тиск обладнання	Перевірити та, за необхідності, замінити на обладнання з необхідним робочим тиском
	При піднятті температури в системі	Перевірити наявність розширювального баку. Перевірити лінію підключення розширювального баку. На лінії повинен стояти спеціальний кран. За необхідності встановити
4. Шуми в обладнанні	Перевищений перепад тиску на термостатичному вентилі	Якщо приватний будинок, зменшити напірну характеристику насосу. Для систем зі звичайними насосами доцільно використовувати перепускні вентиля при великій протяжності трубних гілок. В приватних будинках з встановленими термостатичними головками та старими трьохшвидкісними насосами раніше встановлювали перепускні клапани. З енергоефективними насосами з блоком керування обертами перепускні клапани не використовуються. Якщо висотний житловий будинок чи офіс, то неправильно розраховані та встановлені регулятори перепаду тиску. Перевірити проект



## Продовження Таблиці 4

Проблема	Причина	Спосіб усунення
	Наплутана подаюча та зворотна лінія у обладнанні	Перевірити правильність підключення та виправити
	Не правильно розрахована гідравлічна схема системи тепло або холодопостачання	Не правильно розрахована гідравлічна схема системи тепло або холодопостачання
	Повітря в системі	Перевірити повітровипускні клапани. Якщо повітря в системі продовжує виникати, то перевірити правильний тиск в системі. За неправильно розрахованого розширювального бака повітря в систему може потрапляти через розповітрявачі та/або з'єднання
	Завелика напірна характеристика насосу	Перевірити розрахунок. За можливості замінити на менш потужний. Перевірити відповідність діаметру трубопроводу витраті теплоносія через нього та швидкості
5. Недостатньо тепла для обігріву	Не правильно розраховані опалювальні прилади	Перевірити розрахунок теплових втрат. Перевірити розрахунок опалювальних приладів. Перевірити розрахунок генератора тепла
	Повітря в системі	Перевірити повітровипускні клапани. Якщо повітря в системі продовжує виникати, то перевірити правильний тиск в системі. За неправильно розрахованого розширювального бака повітря в систему може потрапляти через розповітрявачі та/або з'єднання
	Не правильно виконано гідравлічне налаштування системи	Перевірити проект. Перевірити налаштування на термостатичних клапанах та балансувальних клапанах. Виконати налаштування згідно проекту. Якщо термостатичні клапани без попереднього налаштування то замінити на клапани з попереднім налаштуванням та виконати гідравлічне налаштування
	Не продавлює насос систему опалення	Перевірити розрахунок втрат тиску в системі. Перевірити трубопроводи на кшталт вузького діаметру. Перевірити запірну арматуру та, за необхідності, відкрити її

## ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА ОПАЛЕННЯ

Проводиться обслуговування наступних елементів і вузлів: ІТП і приладів комерційного обліку тепла, трубопроводів, опалювальних приладів, фасонних частин, системи ГВП, регулювальної запірної арматури, насосів та пристроїв автоматики згідно основних технічних норм:

### **ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ**

- ДБН В.2.6-31: 2006 «Теплова ізоляція будівель»,
- ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення»,
- ДБН В.3.2.2: 2009 «Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт».

Ці норми встановлюють вимоги до Теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель і споруд та порядок їх розрахунку, з метою забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів на опалення, забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, довговічності огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівель і споруд.

- ДБН В.2.5-39: 2008 «Теплові мережі»,
- ДБН В.2.5-64 до: 2012 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Внутрішній водопровід і каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво»,
- ДБН В.2.5-67 діє до: 2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування».

Нормами передбачається вимоги до інженерних систем нових і реконструйованих будівель, влаштування індивідуальних теплових пунктів.

### **ДЕРЖАВНІ СТАНДАРТИ УКРАЇНИ**

- ДСТУ Н Б А.2.2-5: 2007 «Проектування. Вказівки по розробці і складання енергетичного паспорту будинків при новому будівництві і реконструкції».
- ДСТУ Б EN 15217:2013 «Енергоефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик і енергетичної сертифікації будівель».
- ДСТУ Б EN 15316-1: 2011 «Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергоспоживання та енергоефективності системи».
- ДСТУ Б EN 15603:2013 «Енергоефективність будівель. Загальне енергоспоживання та визначення енергетичних рейтингів».

Метод розрахунку прДСТУ-Н Б А.2.2-XX: 201X Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітлення і гарячому водопостачанні

Енергоефективний рейтинг прДСТУ-Н Б А.2.2-XX: 201X Енергетична ефективність будівель. Вказівки щодо застосування методу проведення енергетичної оцінки будівлі і енергетичної сертифікації будівель

Комплексна термомодернізація ДСТУ-Н Б В.2.6-XX діє до: 2013 Вказівки щодо виконання комплексної термомодернізації житлових будинків

### **ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ**

Цілі проведення енергетичного аудиту визначені Законом України «Про енергозбереження», прийнятим Верховною Радою України 02.07.1994 р №75 / 94.вр. Обсяг і форма аудиту визначені наказом Держенергонагляду №27 1999 р

**БУДІВЕЛЬНИЙ ПРОЕКТ** - Проектно-кошторисна документація на термомодернізаційні заходи повинна виконуватися відповідно до вимог ДБН А.2.2-3-2012 «Склад та зміст проектно-кошторисної документації на будівництво».

### **Технічне обслуговування систем теплопостачання включає в себе:**

- цілодобовий контроль роботи системи опалення, видалення повітряних пробок, ліквідація аварійних ситуацій;
- цілодобовий контроль роботи теплового пункту, підтримка технічних параметрів відповідно до графіка теплопостачальної організації;
- виміри параметрів роботи обладнання системи опалення та гарячого водопостачання;
- щодобовий облік і контроль кількості мережної води, що йде на підживлення систем;
- оцінка теплового ефекту опалювальної системи;
- перевірка теплових режимів приміщень;
- підтримка комфортного температурного режиму приміщень;
- виконання заявок по регулюванню теплового режиму приміщень;

- регулювання параметрів системи опалення і гарячого водопостачання;
- незначні несправності в системах опалення та гарячого водопостачання усуваються протягом одного робочого дня.

**Планово-попереджувальні роботи на системі опалення мають сезонну і нормативну періодичність і включають наступні заходи:**

- щорічна промивка труб систем опалення після закінчення опалювального сезону з метою очищення від бруду та іржі;
- фарбування трубопроводів і теплотехнічного обладнання в тепловому вузлі;
- ремонт розширювальних баків, переливних і повітрівідводних трубопроводів, їх фарбування;
- перевірка електричної частини насоса;
- усунення засмічень в системі;
- ревізія системи з метою усунення протікання в різьбових, фланцевих і зварних з'єднаннях;
- усунення прогинів труби;
- проведення гідравлічних випробувань в системі опалення;
- ревізія повітрозбірників;
- опресовування головних вводів.

## ДЖЕРЕЛА ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ

### ТЕПЛОВИЙ НАСОС

Сьогодні, для опалення будівель використовується теплогенератори різних типів. Широкого застосування набули газові та електричні котли, обладнання для спалювання вугілля чи біомаси. І звичайно, з кожним роком все більше зростає частка обладнання, що використовує відновлювальні джерела енергії. Одним з самих перспективних напрямків розвитку теплогенеруючого обладнання є застосування теплових насосів. Технологія, яку більше 100 років тому описав видатний британський фізик Вільям Томсон ( лорд Кельвін ), останні десятиліття постійно вдосконалюється.

Ще в 1855 австрійський інженер Петер фон Рітінгер спроектував та виготовив перший відомий прототип теплового насосу. Масове використання теплових насосів для опалення будівель почалося в 60-70-х роках ХХ століття. Одним із піонерів використання технології теплових насосів для теплопостачання був німецький інженер Клеменс Оскар Ватеркотте, який в 1968 виготовив та змонтував перший в Німеччині геотермальний тепловий насос, для опалення власного будинку.



Рис. 160 Тепловий насос

### ПРИНЦИП РОБОТИ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ

Тепловий насос це пристрій для перенесення теплової енергії від низькопотенційного джерела тепла (наприклад, зовнішнє повітря або ґрунт) до споживача тепла з високою температурою. Для роботи теплового насосу необхідно використання зовнішньої енергії: механічної, електричної, хімічної і т.п.

Теплові насоси за принципом роботи поділяються на велику кількість різновидів. Це і сорбційні (абсорбційні / адсорбційні) та струмені (пароінжекторні) теплові машини, які застосовуються для утилізації надлишкового тепла; це і термоелектричні теплові насоси, які ми використовуємо у невеликих переносних автомобільних холодильниках. Але беззаперечно, домінуючим типом на ринку теплових насосів є паро-компресійні установки - практично всі побутові теплонасосні машини працюють за цим принципом. Робота паро-компресійного теплового насосу заснована на одному з фундаментальних положень термодинаміки - циклі Карно. Це єдиний оборотний цикл, що відбувається в замкнутій системі та може здійснюватися в прямому та зворотному напрямках. Відповідно установка на основі циклу Карно може працювати як кондиціонер чи тепловий насос, або поєднувати в одному пристрої функції опалення та охолодження. Компресійні теплові насоси застосовують механічну енергію, використовуючи електроенергію в якості джерела живлення.

Розглянемо більш детально будову та принцип роботи паро-компресійного теплового насосу, що використовує як джерело відбору тепла - навколишнє середовище. Конструкція паро-компресійного теплового насосу складається з таких основних компонентів:

- конденсатор,
- дросельний клапан,
- випарник,
- компресор.

В герметичному контурі теплового насосу знаходиться холодоагент (робоче тіло), в основному, використовуються фреони, що не містять хлору і є безпечними для озонового шару нашої планети. Робочий цикл теплового насосу заснований на перенесенні температури робочим тілом (холодоагентом) внаслідок зміни тиску та фазового переходу - з рідкого стану в газоподібний і навпаки, під впливом механічної дії.

Знаходячись під низьким тиском у випарнику холодоагент здатен кипіти при низькій температурі, що дозволяє відбирати тепло від низько-потенційного джерела енергії: повітря, ґрунту, води. Далі робоче тіло (газоподібний стан) надходить в компресор, де стискається внаслідок механічної дії, що призводить до різкого підвищення температури. Потім холодоагент подається на теплообмінник - конденсатор, де при високому тиску починає конденсувати. Внаслідок конденсування виділяється тепло, яке передається теплоносію системи опалення.



Після конденсатора робоче тіло проходить через дросельний клапан, який знижує тиск, що призводить і до зниження температури. На цьому термодинамічний цикл замикається і холодоагент знову готовий до кипіння та відбору тепла у випарнику. Таким чином теплова потужність теплових насосів на 80% складається з відновлювальної енергії навколишнього середовища і лише 20% енергії використовується для роботи самого теплового насосу. Теплові насоси забезпечують опалення приміщень та гаряче водопостачання. А за наявності в контурі теплового насосу реверсивного вентиля, здатні працювати в зворотному режимі - здійснювати охолодження приміщень.

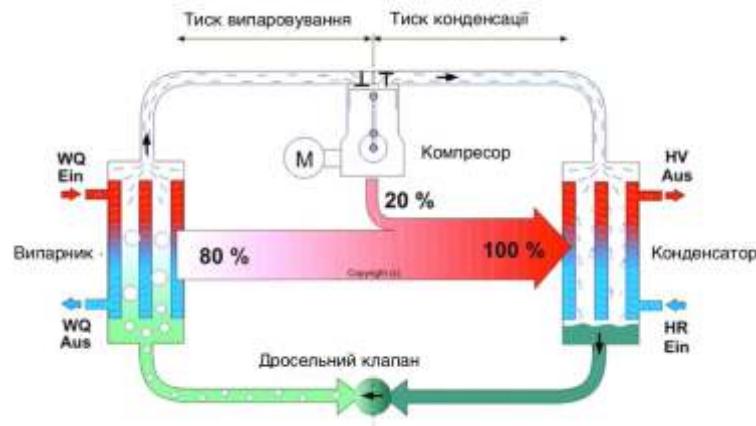


Рис. 161 Круговий процес теплового насосу

Серцем теплового насосу звичайно є компресор, від якого в основному і залежать технічні характеристики установки. Основні типи компресорів, що використовуються в парокомпресорних теплонасосних установках:



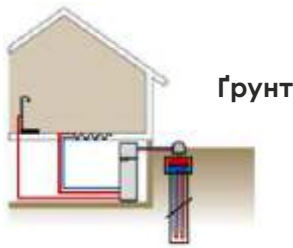
Рис. 162 Компресор теплового насосу

- роторні, в основному застосовуються для установок невеликої потужності. В сучасних повітряних теплових насосах найчастіше використовуються двороторні компресори, які характеризуються збільшеним ресурсом та надійністю. Завдяки такій конструкції компресор може працювати при низькій швидкості обертання, тим самим зменшуючи кількість циклів пуску та зупинок, що суттєво підвищує ефективність роботи теплових насосів; Застосування двох роторів також дозволяє знизити вібрацію та шум;
- спіральні, найпоширеніші для комплектації теплових насосів малої та середньої потужності. Переваги таких компресорів: висока ефективність, безшумність під час роботи, довговічність, висока надійність (незначна кількість рухомих деталей); Застосування інверторної техніки дозволяє забезпечувати високу ефективність теплових насосів із спіральними компресорами у всьому діапазоні потужності. Для будівництва теплових насосів середньої та більшої потужності використовується поєднання двох компресорів, так званий тандем. Такі установки гарантують високу ефективність при зміні теплового навантаження, оптимально пристосовуючись до умов експлуатації;
  - поршневі, для установок середньої та великої потужності;
  - гвинтові, для систем великої потужності до 1000 кВт.

### Класифікація теплових насосів за джерелом енергії (тепла)

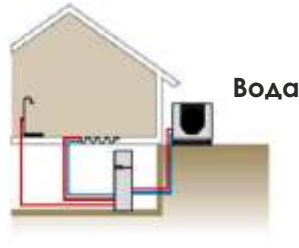
Умовою роботи теплового насосу є наявність джерела енергії, тепло з якого буде відбиратись для забезпечення процесу кипіння робочого тіла у випарнику. За типом джерела тепла насоси поділяються на наступні групи:

- геотермальні: використання тепла ґрунту або підземних вод
- повітряні: використання тепла навколишнього повітря
- окремо можна виділити теплові насоси, що використовують вторинне тепло іншого теплового процесу, яке потребує утилізації - наприклад, тепло технологічного процесу чи стічні води.



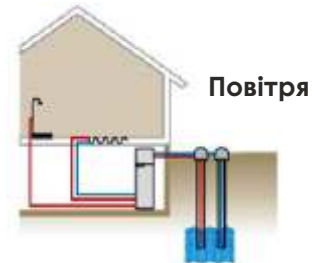
Ґрунт

Рис. 163 Джерело тепла Ґрунт



Вода

Рис. 164 Джерело тепла Повітря



Повітря

Рис. 165 Джерело тепла Вода



Рис. 166  
Ґрунтовий зонд



Рис. 172 Освоєння ґрунтових вод за допомогою колодязної установки

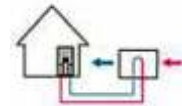


Рис. 174  
Зовнішнє повітря



Рис. 167  
Ґрунтовий колектор



Рис. 175  
Відпрцьоване повітря

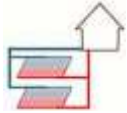


Рис. 168  
Компактний колектор



Рис. 176  
Абсорбер

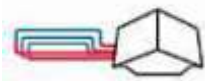


Рис. 169  
Котлований колектор



Рис. 177  
Енергетичні паркани



Рис. 170  
Енергетичні корзини



Рис. 171  
Енергетичні сваї

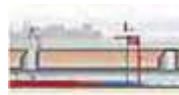


Рис. 173  
Стічні води

## СОНЯЧНІ КОЛЕКТОРИ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

### ЕНЕРГІЯ СОНЦЯ

Сонце - це найбільше джерело енергій в Україні.

Енергії сонця, яка протягом 15 хвилин потрапляє на поверхню нашої планети, може забезпечити річну потребу енергії людства.

Сонячна енергія, керує усіма природними процесами, що відбуваються на нашій планеті: дощ, вітер, фотосинтез, океанічні течії, тощо. Вископні види палива - такі як газ, нафта та вугілля, з'явилися в результаті впливу енергії сонця.

Глобальне сонячне випромінювання складається з прямого і розсіяного світла. На його шляху до поверхні Землі трапляються молекули повітря, частинки пилу, хмари, які заломлюють та розсіюють світлові промені, таке випромінювання називається дифузним. Частина променів, яка досягла поверхні без зміни напрямку називається прямим випромінюванням.

В Україні частина дифузного (розсіяного) випромінювання становить 40% в травні і 80% в грудні. Сумарна кількість сонячної енергії, яка потрапляє на поверхню країни в річному діапазоні, варіюється від 1400 кВт\*год/м<sup>2</sup> (Крим) до 1000 кВт\*год/м<sup>2</sup> (Полісся).



Рис .178 Сума річної інсоляції (1994-2010)

### ГЕЛІОТЕРМІЧНА УСТАНОВКА

Геліотермічні установки використовуються для нагріву води санітарного призначення, для підтримки системи опалення, а також для підігріву води в басейні. За допомогою типової геліотермічної установки, можна забезпечити до 80% річної потреби гарячої води. В залежності від стану утеплення будинку, можна забезпечити до 40% потреби теплової енергії для опалення, в приватному будинку можливо навіть і на 100% опалюватися за рахунок енергії сонця. Сучасна система опалення приватного будинку, являє собою комбінацію з різних джерел теплової енергії, як правило комбінують газовий котел, тепловий насос або палетний камін з геліотермічною установкою.

Екологічність і дуже низькі експлуатаційні витрати - це основні аргументи, які спонукають до інвестицій для влаштування геліотермічної установки. Збільшення екологічної свідомості серед населення, а також постій ріст цін на вископні енергоносії, безумовно позитивно впливають на розвиток ринку геліоенергетики в нашій державі.

Використання сонячної енергії - це суттєвий крок на шляху до сталого енергозабезпечення і повинна підтримуватися на державному рівні.

### КОМПОННТИ ГЕЛІОТЕРМІЧНОЇ УСТАНОВКИ

#### Сонячний колектор

Технологічний розвиток сонячних колекторів практично досягнув свого найбільшого розвитку і в найближчому майбутньому не передбачається великих змін, особливо в його конструкції. Виробники намагаються знайти потенціал для оптимізації саме у зменшенні вартості матеріалів, які використовуються для виготовлення колектору. Тому, на даний момент, науковий світ тягнеться до розширення сфери застосування геліотермічних установок. Наприклад, вже стало можливо використовувати теплову сонячну енергію для отримання холоду. Хоча, спеціальні холодильні машини, які виробляють холод з тепла були винайдені в середині минулого століття, проте використання сонячної енергії в даній технології з'явилося лише декілька років тому. Деякі виробники пропонують такі концептуальні рішення, як контрольоване вироблення пари в сонячному колекторі (вакуумного типу з дзеркальним концентратором) для певних виробничих процесів.

На вітчизняному ринку представленні два основних типи сонячних колекторів - плоскі та вакуумні. Ці два типи колекторів відрізняються будовою та різними показниками продуктивності. Продуктивність сонячного колектору залежить від декількох основних факторів, по перше це - технічні характеристики самого колектора: коефіцієнт корисної дії та коефіцієнти тепловтрат; по друге це - потужність сонячного випромінювання, зовнішня температура і робоча температура колектора.

Серцем будь-якого колектору - є абсорбер. За його допомогою сонячне світло перетворюється в теплову енергію. Абсорбер - це спеціальне покриття, темно-синього кольору, яке наноситься (напилюється) на внутрішню поверхню сонячного колектору. Високоселективне покриття забезпечує максимальне перетворення сонячного світла в тепло, будова колектора повинна забезпечити мінімальні втрати теплової енергії з поверхні абсорбера. Селективний шар поглинає до 95% сонячної інсоляції. Абсорбуючий шар може бути виконаний на основі чорного хрому або оксиду титану і кремнію. До кожного сонячного колектору підводяться трубопроводи по яких подається теплоносій, що забезпечує передачу теплової енергії від колектора до системи опалення.

### Плоский сонячний колектор

Плоский сонячний колектор складається з корпусу, в основі якого знаходиться теплоізолюючий матеріал, який зменшує втрати тепла через нижню частину колектора. Система трубопроводів розташована над теплоізоляцією, далі знаходиться абсорбер у вигляді металевої пластини на яку нанесений високо-селективний матеріал.

На поверхні розташоване спеціальне скло з низьким вмістом заліза, що дає змогу зменшити рефlectorну здатність скляної поверхні.

Розміри стандартного плоского колектору становлять 2 - 2,5 м<sup>2</sup>. Більшість виробників, пропонують різні види кріплень для будь-яких типів даху та виду покрівлі.

### Вакуумний колектор

Принцип перетворення сонячного світла в теплову енергію у плоского колектора і у вакуумного - абсолютно ідентичний. Основна відмінність полягає в якості теплоізоляції, оскільки вакуумний колектор складається з багатьох вакуумних колб, які виконані за принципом термосу.

Абсорбуюче покриття нанесене на внутрішню трубку колби. Вакуум характеризується відмінними теплоізолюючими якостями, що дозволяє використовувати колектор даного типу для вироблення високотемпературного теплоносія. Приклади застосування даної технології зустрічаються в побутових системах опалення, а також в промислових виробничих процесах для отримання високотемпературного теплоносія або навіть пари.

Вакуумні колектори відрізняються за будовою і таким чином поділяються на два основних типи: колектори з тепловою трубкою (Heat-Pipe) і колектори проточного типу з «U» подібною трубкою (U-Pipe). Також, слід розрізняти поняття «апертурна площа», «загальна площа» і «площа абсорбера». Продуктивність сонячного колектору залежить від величини площі абсорбера або апертурної площі, загальна площа описує зовнішні розміри колектору.

### Вакуумний колектор типу теплової трубки (HEAT-PIPE)

Особливість даного типу колекторів полягає у використанні теплової трубки, тобто це герметична мідна трубка, в середині якої вакуум. Ця трубка заповнена невеликою кількістю рідини, яка починає випаровуватися при потраплянні сонячних променів на площину абсорбера. Пар піднімається у верхню частину мідної трубки, передає тепло вторинному теплоносієві, конденсує і повертається в рідкій формі в початкове положення.

Сонячне випромінювання: пряме і розсіяне

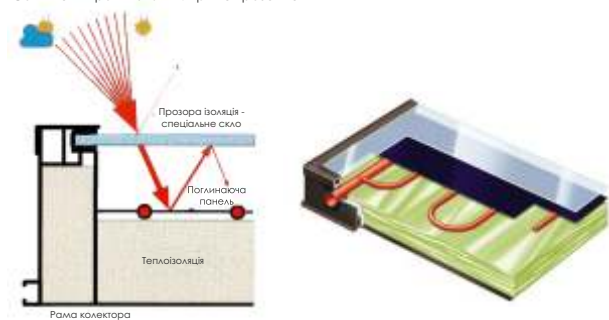


Рис. 179 Будова плоского сонячного колектора



Рис. 180 Показники продуктивності колектору



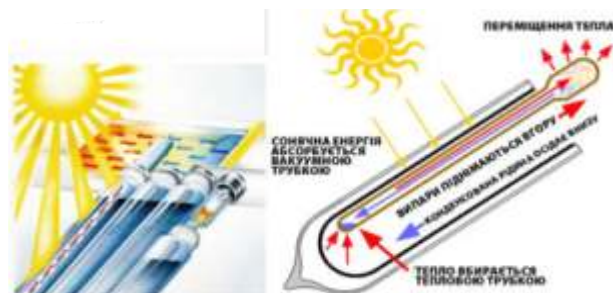


Рис.181 Колектор типу теплової трубки Heat Pipe

### Вакуумний колектор з U-подібною трубкою

Система трубопроводів, в колекторі даного типу, виконана таким чином, що вторинний теплоносій відразу нагрівається сонячними променями. Як правило колектори встановлюються під певним кутом нахилу та з певною орієнтацією стосовно сторін світу, без можливості зміни цих параметрів в процесі експлуатації установки. Сонячні промені потрапляють на площину колектора під різним кутом протягом дня впродовж всього року, особливі відмінності спостерігаються між літнім та зимовим періодами.

Ряд європейських виробників оснащують свої колектори параболічним дзеркальним концентратором, який розташовується під вакуумними трубками. Це дає змогу сфокусувати сонячні промені на всій площині вакуумної трубки. Такі переваги особливо помітні в хмарну погоду при великій кількості розсіяних променів.

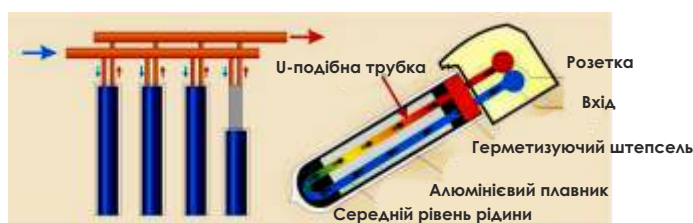


Рис.182 Колектор проточного типу



Рис.183 Параболічний дзеркальний концентратор

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОСКИХ І ВАКУУМНИХ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Таблиця 5

Вакуумні сонячні панелі	Плоскі сонячні панелі
<b>Переваги:</b>	
Низькі тепловтрати	Здатність очищатися від снігу та інію
Працюють в холодну пору року до $-30^{\circ}\text{C}$	Висока продуктивність влітку
Здатність генерувати високі температури	Можливість установки під будь-яким кутом
Тривалий період часу роботи протягом доби	Відмінне співвідношення ціна/продуктивність для південних широт та теплого клімату
Зручність монтажу	Менша початкова вартість
Низька парусність	
Відмінне співвідношення ціна/продуктивність для помірних широт та холодного клімату	
<b>Недоліки:</b>	
Неспроможність до самоочищення від снігу	Високі тепловтрати
Відносно висока початкова вартість проекту	Низька працездатність в холодну пору року
Робочий кут нахилу не менше $20^{\circ}$	Складність монтажу, пов'язана з необхідністю доставки на дах зібраного колектора
	Висока парусність

### Теплоносій

Оскільки сонячний колектор встановлюється ззовні будівлі, то в зимовий період, особливо вночі, він може зазнавати впливу низьких температур. Переважна більшість виробників для запобігання замерзання колектора використовує спеціальний антифриз. Незамерзаюча рідина - це суміш поліпропеленгліколя з водою. Температура замерзання цієї рідини залежить від концентрату суміші. Зазвичай постачальник готує суміш незамерзаючої рідини у відповідності з кліматичними умовами регіону, де встановлюється геліотермічна установка.

Використання спеціальної рідини вимагає застосування додаткового теплообмінника, що дозволяє відділити сонячну установку від системи опалення. Тому було розроблено спеціальний алгоритм антизамерзання, що запобігає замерзання теплоносія в колекторі. Використання даної технології можливе лише з вакуумними колекторами проточного типу. Оскільки вони характеризуються низькими тепловтратами і витрати енергії на функцію антизамерзання будуть найнижчими.

### Теплоакуююча ємність

Загальна ефективність геліотермічної установки залежить не лише від сонячного колектора, а також від характеристик теплоакуючої ємності. Вона повинна бути підібрана таким чином, щоб забезпечити збереження теплової сонячної енергії протягом декількох днів. Для реалізації цього завдання ємність повинна мати низькі показники тепловтрат. Добре ізольована ємність дає можливість краще використовувати сонячну енергію.

### Бойлер непрямого нагріву



Рис. 184 Бівалентний бойлер непрямого нагріву

Для нагріву води санітарного призначення (гаряче водопостачання) використовується бойлер непрямого нагріву. В класичній схемі виконання геліотермічної установки використовується бойлер з двома змієвиками (бівалентний бойлер).

Бойлери такого типу зустрічаються в більшості випадків в будинках приватного типу, де кількість використання гарячої води відносно не велика.

Нижній теплообмінник використовується для приготування гарячого водопостачання за рахунок геліотермічної установки.

### Комбінована теплоакуююча ємність

Як правило, для реалізації проекту з облаштування геліотермічної установки на підтримку системи опалення і приготування гарячого водопостачання, використовується комбінована теплоакуююча ємність. В середині ємності знаходиться теплоносій системи опалення, тобто та сама вода, що і в котлі чи радіаторах. Проте в даному випадку, вона може нагріватися не тільки за допомогою котла, а також за допомогою сонячних колекторів. Повноцінне опалення за рахунок сонячної енергії можливе лише в період міжсезоння, тобто восени або на весні. В зимовий період, продуктивність сонячного колектору буде суттєво меншою, в першу чергу - це обумовлено тривалістю світлового дня, а також низькою зовнішньою температурою.

Конструкція комбінованої теплоакуюючої ємності виконана таким чином, що котел нагріває теплоносій тільки у верхній частині, звідки відбувається розбір теплоносія на систему опалення, та приготування гарячої води, а геліотермічна установка нагріває весь об'єм ємності.



Рис. 185 Комбінована теплоакуююча ємність з зовнішнім теплообмінником для приготування гарячої води



Рис. 186 Комбінована теплоакуююча ємність з внутрішнім резервуаром для нагрівання гарячої води

## Насосна станція

Транспортування сонячної енергії від колектора до ємності відбувається за допомогою циркуляційного насоса. Оперуючи показниками датчиків температури і об'ємного потоку, регулятор самостійно визначає необхідний алгоритм роботи установки. Облік продуктивності установки визначає за принципом теплового лічильника. В разі необхідності автоматика проводить само діагностику для визначення порушення в роботі системи. Регулятор може самостійно виправляти невеликі несправності, наприклад самостійно запускати програму розповітряння, коригувати час або змінювати швидкість об'ємного потоку.

## Мембранний розширювальний бак

Завдання мембранного розширювального баку полягає в тому, щоб компенсувати розширення теплоносія, яке відбувається під час його нагріву та охолодження і запобігти спрацюванню запобіжного клапану. В разі стагнації (кипіння) геліотермічної установки, збільшується тиск в геліоконтурі теплоносії витискається паром з сонячного колектору, який також компенсується в розширювальному баку.

## Система трубопроводів

Основним матеріалом для виконання траси геліотермічної установки являється гофрований трубопровід з нержавіючої сталі. Характерною перевагою гофрованого трубопроводу над мідним - є його гнучкість. Слід також звернути увагу на характеристики теплоізоляції, оскільки під час стагнації температура в геліоконтурі може сягати понад 130°C, тому ізоляція має бути виконана з матеріалу, який здатен витримувати високі температурні навантаження (мінімум 150°C). Зовнішні частки теплоізоляції повинні бути стійкими до ультрафіолетового випромінювання.

## Геліотермічна установка

За основним призначенням геліотермічні установки, які використовуються в приватних будинках можна розділити на два основних типи:

- геліотермічна установка для приготування гарячого водопостачання;
- геліотермічна установка для підтримки системи опалення та приготування гарячого водопостачання.

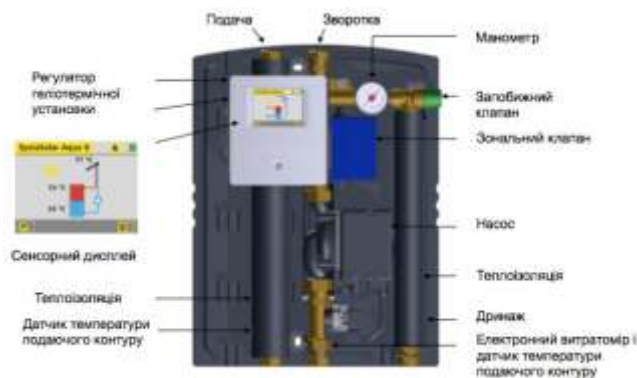
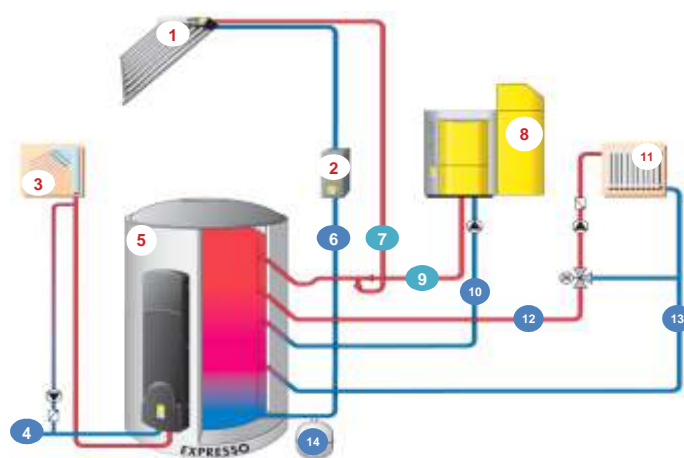


Рис. 187 Сонячна насосна станція



Рис. 188 Мембранний розширювальний бак

1. Сонячний колектор
2. Насосна станція сонячної установки
3. Гаряча вода
4. Вхід холодної води
5. Комбінована теплоакumuлююча ємність
6. Зворотній трубопровід геліоконтуру
7. Подаючий контур геліоконтуру
8. Котел (газовий/електричний/пелетний)
9. Подаючий трубопровід котлового контуру
10. Зворотній трубопровід котлового контуру
11. Контур опалення
12. Подаючий трубопровід опалювального контуру
13. Зворотній трубопровід опалювального контуру
14. Мембранний розширювальний бак

Рис. 189 Геліотермічна установка для підтримки системи опалення та приготування гарячого водопостачання

## ВИКОНАННЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ ПО ВСТАНОВЛЕННЮ ГЕЛІОТЕРМІЧНОЇ УСТАНОВКИ

Кожен з виробників сонячних установок пропонує власні інструкції з монтажу. Хоча будова різних геліотермічних установок дуже схожа, проте, необхідно уважно ознайомитися з вимогами виробника, щодо виконання монтажних робіт. Тому що, не тільки правильна робота установки залежить від якості монтажу, а також виконання гарантійних умов можливе лише при дотриманні всіх правил монтажу, які вказані в інструкції виробника.

Далі наведено приклади виконання монтажних робіт з встановлення вакуумних сонячних колекторів торгової марки Paradigma (Німеччина).

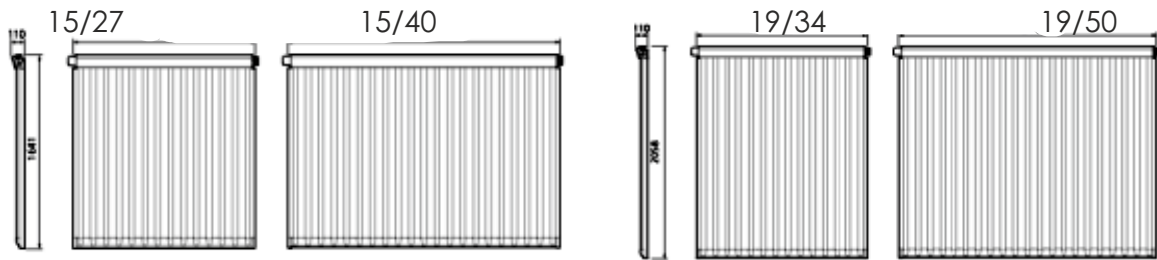


Рис. 190 Сонячний колектор

При виконанні монтажних робіт необхідно дотримуватися наступних правил з монтажу та з техніки безпеки:

- забезпечити наявність, міцність і стійкість огорожувальних конструкцій, риштувань, настилів, драбин, для безпечного пересування по даху. Забезпечити працівників необхідними засобами захисту та використовувати їх за призначенням;
- монтаж геліотермічної установки відбувається тільки за допомогою оригінальних компонентів кожної компанії – виробника;
- при можливості виконати максимальну кількість робіт на землі;
- встановлення сонячного колектору здійснюється з орієнтацією на південь;
- кут встановлення, відносно горизонту, становить  $15^{\circ}$ -  $90^{\circ}$ ;
- слід уникати затінення сонячного колектору;
- сонячний колектор встановлюється вакуумними трубками донизу;
- використання поліпропіленових трубопроводів та пресових з'єднань не дозволяється;
- сонячний колектор постачається з спеціальним захисним чохлам, який знімається лише після вводу в експлуатацію;
- гідравлічні з'єднання, геліотермічного контуру, виконуються тільки за допомогою цангових з'єднань або паяного з'єднання з твердим припоєм;
- при виконанні робіт з пайки твердим припоєм необхідно дотримуватися правил пожежної безпеки, а також забезпечити в приміщенні провітрювання;
- гідравлічне підключення сонячного колектору з трубопроводами геліоконтуром може відбуватися з лівої або з правої сторони.

### Варіанти встановлення сонячних колекторів

**Розташування на похилому даху:** при розташуванні сонячного колектору один над одним, мінімальна відстань між колекторами повинна становити 15 см, щоб забезпечити доступу до кожного окремого колектору для здійснення монтажу та проведення сервісного обслуговування.

**Розташування на плоскому даху:** при розташуванні колекторів один за одним необхідно враховувати мінімальну відстань між колекторами, таким чином, щоб попередній колектор не затіняв наступного. Мінімальна відстань залежить від висоти колектору і від кута нахилу.

**Розташування на фасаді:** монтаж сонячних колекторів на фасаді будівлі здійснюється лише у горизонтальній площині.

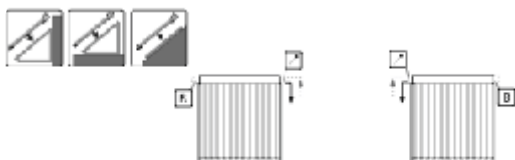


Рис. 191 Один колектор з правим або лівим підключенням

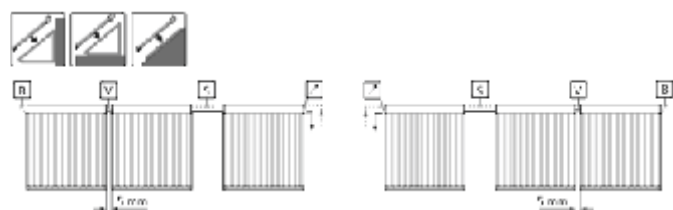


Рис. 192 Розташування декількох колекторів в горизонтальній площині (з правим або лівим підключенням)



### Монтаж колекторів на похилій дах

Розташування сонячних колекторів на похилому даху здійснюється з урахуванням мінімальних відступів до краю покрівлі.

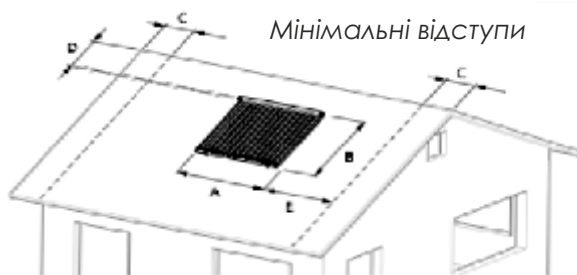


Рис. 193 Розташування сонячних колекторів на похилому даху здійснюється з урахуванням мінімальних відступів до краю покрівлі

На прикладі колекторів AQUA PLASMA 15/27 мінімальні відступи мають такі значення.

Кількість колектрів	1	2	3	4	5	6
Розмір А	1,63 м	3,26 м	4,89 м	6,53 м	8,16 м	9,79 м
Розмір В	1,64 м	3,43 м	5,22 м	7,00 м	8,81 м	10,60 м
Розмір С	Розмір С відповідає розміру вильоту даху над стіною					
Розмір D	Розмір D відповідає розміру трьох черепиць від «гребінця» даху					
Розмір E	Розмір E відповідає розміру двох або трьох черепиць ліворуч або праворуч від сонячного колектору, цей простір необхідний для прокладення трубопроводів від колектора до теплоакуючої ємності					

## УМОВНІ ГРАФІЧНІ ЗОБРАЖЕННЯ І ПОЗНАКИ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА ДСТУ Б А.2.4-8:2009

Умовні графічні зображення елементів загального застосування наведені в таблиці 7.

**Таблиця 7**

Найменування	Зображення
1 Фільтр	
2 Підігрівач	
3 Охолоджувач	
4 Охолоджувач і підігрівач (терморегулятор)	
5 Теплоутилізатор	
6 Сушувач повітря	
7 Зволожувач повітря	
8 Конденсатвідвідник (конденсаційний горщик)	
9 Відбірний пристрій* для установлення контрольно-вимірювального приладу	

\* Позначення покладено на трубопроводі

Умовні графічні зображення елементів систем внутрішніх водопроводу і каналізації наведені в таблиці 8.

**Таблиця 8**

Найменування	Умовне зображення	
	на видах зверху і на планах	на видах спереду або збоку, на розрізах і схемах
1 Труба опалювальна гладка, реєстр із гладких труб*		
2 Труба опалювальна ребриста, реєстр із ребристих труб, конвектор опалювальний*		
3 Радіатор опалювальний		
4 Прилад опалювальний стельовий для променевого опалювання		
5 Агрегат повітряно-опалювальний**		
6 Повітровід		
7 Повітровід (при спрощеному графічному зображенні двома лініями): а) круглого перерізу***		
б) прямокутного перерізу		
8 Отвір (решітка) для забирання повітря**		
9 Отвір (решітка) для випускання повітря**		
10 Повітророзподільник**		
11 Місцева витяжка** (відсмоктувач)		
12 Дефлектор**		
13 Зонт**		
14 Заслінка (клапан) вентиляційна**		
15 Шибер**		
16 Клапан зворотний вентиляційний**		
17 Клапан вогнезатримувальний вентиляційний**		
18 Лючок для замірів параметрів повітря і (або) чищення повітроводів**		

Умовні графічні зображення елементів систем опалення, вентиляції і кондиціонування наведені в таблиці 9.

Таблиця 9

Найменування	Умовне зображення	
	на видах зверху і на планах	на видах спереду або збоку, на розрізах і схемах
1 Труба опалювальна гладка, реєстр із гладких труб*		
2 Труба опалювальна ребриста, реєстр із ребрих труб, конвектор опалювальний*		
3 Радіатор опалювальний		
4 Прилад опалювальний стельовий для променевого опалювання		
5 Агрегат повітряно-опалювальний**		
6 Повітровід		
7 Повітровід (при спрощеному графічному зображенні двома лініями): а) круглого перерізу***		
б) прямокутного перерізу		
8 Отвір (решітка) для забирання повітря**		
9 Отвір (решітка) для випускання повітря**		
10 Повітророзподільник**		
11 Місцева витяжка** (відсмоктувач)		
12 Дефлектор**		
13 Зонт**		
14 Заслінка (клапан) вентиляційна**		
15 Шибер**		
16 Клапан зворотний вентиляційний**		
17 Клапан вогнезатримувальний вентиляційний**		
18 Лючок для замірів параметрів повітря і (або) чищення повітроводів**		
19 Вузол проходу вентиляційної шахти**		
20 Камера вентиляційна припливна (кондиціонер)**		
21 Глушник шуму**		
22 Грязьовик		
23 Канал підділговий		

\* У зображенні на видах, розрізах і схемах указують графічно дійсну кількість труб.  
 \*\* Умовне графічне зображення застосовують тільки на схемах.  
 \*\*\* Для повітроводів круглого перерізу діаметром до 500 мм включно допускається на кресленнях систем осьову лінію не вказувати.










**Примітка 1.** Указані в пункті 4 позначення приладу допускається зображати спрощено.

**Примітка 2.** Указані в пунктах 5, 8-21 елементи систем на видах зверху, планах, видах спереду або збоку і на розрізах зображають спрощено.

**Примітка 3.** Указані в пунктах 4-18 зображення наведені на повітроводі системи.










Умовні графічні зображення напрямку потоку рідини, повітря, лінії механічного зв'язку, регулювання, елементів приводу наведені в таблиці 10

Таблиця 10

Найменування	Умовне зображення
1 Напрямок потоку рідини	
2 Напрямок потоку повітря	
3 Лінія механічного зв'язку	
4 Регулювання	
5 Привід:	
а) ручний	
б) електромагнітний	
в) електромашинний	
г) мембранний	
д) поплавковий	








Умовні графічні зображення баків, насосів, вентиляторів наведені в таблиці 11.

Таблиця 11

Найменування	Умовне зображення
1 Бак:	
а) відкритий під атмосферним тиском	
б) закритий з тиском вище атмосферного	
в) закритий з тиском нижче атмосферного	
2 Форсунки	
3 Насос ручний	
4 Насос відцентровий	
5 Насос струминний (ежектор, інжектор, елеватор)	
6 Вентилятор:	
а) радіальний	
б) осьовий	

Умовні графічні зображення елементів трубопроводів санітарно-технічних систем наведені у таблиці 12.

Таблиця 12

Найменування	Умовне зображення
1 Сифон (гідрозатвор)	
2 Вставка:	
а) амортизаційна	
б) звукоізолююча	
в) електроізолююча	
3 Ревізія	
4 Підвід рідини під тиском	
5 Підвід повітря під тиском	



Умовні графічні зображення трубопровідної арматури наведені в таблиці 13.

Таблиця 13

Найменування	Умовне зображення		
1 Вентиль (кран) запірний:			
а) прохідний			
б) кутовий			
2 Вентиль (кран) триходовий			
3 Вентиль (кран) регулюючий:			
а) прохідний			
б) кутовий			
4 Клапан зворотний*			
а) прохідний			
б) кутовий			
5 Клапан запобіжний:			
а) прохідний			
б) кутовий			
6 Клапан дросельний			
7 Клапан редукційний**			
8 Клапан повітряний автоматичний (вантуз)			
9 Засувка			
10 Затвор поворотний			
11 Кран:			
а) прохідний			
б) кутовий			
12 Кран триходовий:			
а) загальне зображення			
б) з Т-подібною пробкою			
в) з Г-подібною пробкою			
13 Кран чотирьохходовий			
		повне	спрощене
14 Кран кінцевий:			
а) загальне зображення			
б) водорозбірний			
в) самозапірний для умивальника			
г) туалетний для умивальника			
д) банний			
е) пісуарний			
ж) змінний контактної дії			
з) лабораторний			
и) пожежний:			
– для приєднання одного шланга			
– для приєднання двох шлангів			
к) погивальний			
15 Кран подвійного регулювання			
16 Змішувач:			
а) загальне зображення			
б) з поворотним зливом			
в) з душовою сіткою			
г) із самозапірним краном для умивальника			
д) медичний лктьовий			
17 Відомір			

\* Рух робочого середовища крізь клапан повинен бути спрямований від білого трикутника до чорного.  
 \*\* Вершина трикутника повинна бути спрямована в бік підвищеного тиску.

Умовні позначення елементів будівлі		Умовні позначення санітарно-технічного і побутового обладнання		Умовні позначення виробничого обладнання	
	Стіна на фасаді, плані і розрізі		Печі газові/електричні на твердому паливі на газі		котли паровий
	Двері: одностільна двостільна		Плита на плані		відкриття у чанок для розчилю
	Перегороджувальний одинарний подвійний		Раківина ванна/умивальник		складово-два сітківка-шклина
	Отвір		Мийна машина		середній конвектор
	Димохід		Унітаз		азтотлар
	Канали вентиляційні у стіні		Ванна		двоступінчастий трансформатор з регуляцією швидкості
			Шафа	<b>Нанесення відміток рівня</b>	
			Ліжко		
			Стілець Столи прямокутний круглий		
			Стілець		
			Диван		
			Крісло		

Рис.194 Умовні графічні позначення і конструктивні елементи будівлі

Умовні графічні зображення при монтажі сонячних колекторів наведені в таблиці 14.

Таблиця 14

Символ	Значення	Символ	Значення
	Розташування колектора на похилому даху		Датчик температури
	Розташування колектора на плоскому даху		Комплект з'єднання двох колекторів
	Розташування колектора на фасаді будівлі		Траса геліоконтур
	Зворотній трубопровід		180° - кінцеве гідравлічне закінчення
	Подаючий трубопровід		Мінімальна відстань

# РОБОЧИЙ ЗОШИТ

## ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Яким чином людина витрачає найбільше тепла? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Тепловиділення в залежності від виду активності людини \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

3. Визначте поняття тепловий комфорт \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

4. Назвіть фактори теплового комфорту \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

5. Межі теплового комфорту \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

6. Як ви відчуваєте тепловий комфорт? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

## ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ОПАЛЕННЯ

Надайте відповіді на такі питання:

1. За допомогою чого зігрівалася первісна людина? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Як називалася система опалення часів Римської Імперії? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Який винахід був справжнім проривом в опаленні житлових будинків?

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Коли була винайдена батарея? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

5. В якому році почала застосовуватись система водяного опалення? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Яким чином здійснювався підігрів води в XIX сторіччі? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---



## КЛАСИФІКАЦІЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ТА ПАРОВОГО ОПАЛЕННЯ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Що таке радіатор? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Назвіть види передачі тепла від джерела в навколишній простір \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

3. Надайте визначення конвекції \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

4. Намалюйте схематично шляхи та напрями руху повітря в кімнаті

5. Надайте визначення випромінюванню \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

6. Намалюйте приклад випромінювання \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

7. Класифікуйте радіатори за матеріалом виготовлення \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---



## БУДОВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ВИДИ АЛЮМІНІЄВИХ РАДІАТОРІВ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Алюмінієві радіатори опалення це: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Основні технічні характеристики алюмінієвих радіаторів \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Яка модель алюмінієвих радіаторів найпоширеніша? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Переваги алюмінієвих радіаторів опалення \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Недоліки алюмінієвих радіаторів опалення \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Чому алюмінієві радіатори опалення найбільш затребувані на сьогоднішньому ринку?

---

---

---

---

---

---

---

---

## БУДОВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ВИДИ БІМЕТАЛЕВИХ РАДІАТОРІВ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Біметалеві радіатори опалення це: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Технічні характеристики біметалічних радіаторів \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Накресліть схематично біметалевий радіатор в розрізі

4. Переваги біметалевих радіаторів опалення \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Недоліки біметалевих радіаторів опалення \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## БУДОВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАВУННИХ РАДІАТОРІВ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Чавунні радіатори опалення це: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Технічні характеристики чавунних радіаторів: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Технічні характеристики однієї секції чавунних радіаторів: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Накресліть схематично чавунний радіатор в розрізі

5. Переваги чавунних радіаторів опалення \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Недоліки чавунних радіаторів опалення \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---



## СПОСОБИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

**Надайте відповіді на такі питання:**

1. Скільки існує способів підключення опалювальних приладів? Назвіть їх \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Схематично зобразіть діагональне підключення радіаторів та тепловтрати при ньому
3. Схематично зобразіть одностороннє підключення радіаторів та тепловтрати при ньому
4. Схематично зобразіть нижнє підключення радіаторів та тепловтрати при ньому
5. Схематично зобразіть підключення радіаторів з нижньою подачею та тепловтрати при ньому
6. Схематично зобразіть підключення радіаторів з нижнім підключенням поряд та тепловтрати при ньому

## ВИМОГИ ДО РОЗМІЩЕННЯ РАДІАТОРІВ

**Надайте відповіді на такі питання:**

1. Назвіть тепловтрати при встановленні радіаторів опалення під підвіконням та схематично зобразіть \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Назвіть тепловтрати при встановленні радіаторів опалення в ніші та схематично зобразіть

---

---

---

---

---

3. Назвіть тепловтрати при встановленні радіаторів опалення за екраном та схематично зобразіть

---

---

---

---

---

4. Як розрахувати кількість радіаторів опалення по площі?

---

---

---

---

---

5. Який зазор треба витримувати від радіатора до підвіконної кришки? Зобразіть.

---

---

---

---

---

6. Який зазор треба витримувати від радіатора до підлоги? Зобразіть.

---

---

---

---

---

7. Назвіть тепловтрати при встановленні радіаторів опалення

- під підвіконням \_\_\_\_\_

- в ніші \_\_\_\_\_

- за екраном \_\_\_\_\_

## ВУЗЛИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Назвіть види підключень радіаторів: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Які ви знаєте види бокового підключення зі стіни? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

3. За допомогою яких труб та фітингів виконується бокове підключення зі стіни?

---

---

---

---

---

---

---

4. Назвіть, які бувають нижні підключення з підлоги? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

5. Що використовують для нижнього підключення з підлоги (без вентилів і з вентилями)?

---

---

---

---

---

---

---

6. Які фітинги знадобляться для нижнього підключення зі стіни – безпосередньо полімерною (металопластиковою) трубою? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

7. Для чого потрібна регулююча арматура? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

## ТЕПЛОНОСІЙ ДЛЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ: ВОДА І ВОДОПІДГОТУВАННЯ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Теплоносій для системи опалення це: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Назвіть теплоносії для системи опалення \_\_\_\_\_

---

---

---

---

3. Переваги використання води в якості теплоносія \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

4. Недоліки використання води в якості теплоносія \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

5. Визначте поняття водопідготування для системи опалення \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

6. Що таке механічний фільтр? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

7. Назвіть, що таке коагулянти \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

## ОПАЛЮВАЛЬНІ КОТЛИ, ЇХ ПРИЗНАЧЕННЯ І БУДОВА

Надайте відповіді на такі питання:

1. Опалювальний котел призначений для: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Роботу опалювального котла характеризують показники: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

3. За конструкцією котли поділяються на: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

4. По виду використовуваного палива опалювальні котли класифікують наступним чином:

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Опалювальний котел на твердому паливі може використовувати у своїй роботі:

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Двоконтурний котел вирішує завдання

---

---

---

---

---

---

---

---

7. Одноконтурна схема дозволяє вирішити питання \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## НАСОСИ У СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ

Надайте відповіді на такі питання:

1. З якою метою використовуються насоси? \_\_\_\_\_

---

---

---

2. Конструктивно насос включає в себе \_\_\_\_\_

---

---

---

3. Існує два види насосів: \_\_\_\_\_

---

---

---

4. «Сухий» ротор не контактує з носієм тепла – \_\_\_\_\_

---

---

---

5. Коефіцієнт корисної дії насоса з «мокрим» ротором досягає: \_\_\_\_\_

---

---

---

6. Принцип дії насосу системи опалення \_\_\_\_\_

---

---

---

7. Переваги і недоліки насосів різного типу? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

## ВИДИ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Назвіть види систем опалення: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Радіаторні системи водяного опалення. Переваги та недоліки. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

3. Тепла водяна підлога. Переваги та недоліки. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

4. Плінтусні системи водяного опалення. Переваги та недоліки. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

5. Водяне опалення теплими стінами. Переваги та недоліки. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

6. Опишіть принцип роботи системи опалення. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

7. Назвіть основні складові системи опалення \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

8. Нарисуйте схему системи опалення з природною циркуляцією

9. Системи опалення з природною циркуляцією. Переваги та недоліки. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

10. Нарисуйте схему системи опалення з примусовою циркуляцією

11. Нарисуйте схему системи опалення з примусовою циркуляцією

**12.** Система опалення з примусовою циркуляцією. Переваги та недоліки.

---

---

---

---

**13.** Назвіть системи опалення за способом приєднання приладів до опалювальних систем : \_\_\_\_\_

---

---

**14.** Однотрубна система опалення. Переваги та недоліки \_\_\_\_\_

---

---

---

**15.** Нарисуйте схему горизонтальної однотрубної системи опалення

**16.** Нарисуйте схему вертикальної однотрубної системи опалення

**17.** Двотрубна система опалення. Переваги та недоліки \_\_\_\_\_

---

---

---

---

**18.** Нарисуйте схему горизонтальної двотрубної системи опалення

**19.** Нарисуйте схему вертикальної двотрубної системи опалення

## МОНТАЖ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Опишіть покроковий порядок монтажу радіаторів

1. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

12. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## ПІДЛОГОВЕ ОПАЛЕННЯ

**Надайте відповіді на такі питання:**

**1.** Види систем ВТП (водяної теплої підлоги) \_\_\_\_\_

---

---

---

**2.** Водяна тепла підлога. Переваги та недоліки. \_\_\_\_\_

---

---

---

**3.** Коли застосовується бетонна система ВТП? \_\_\_\_\_

---

---

---

**4.** Коли застосовується безбетонна система ВТП? \_\_\_\_\_

---

---

---

**5.** Опишіть конструкцію бетонної системи водяної теплої підлоги \_\_\_\_\_

---

---

---

**6.** Послідовність монтажу ВТП \_\_\_\_\_

---

---

---

**7.** Нарисуйте схеми прокладання трубопроводів ВТП

## НАСТІННЕ ОПАЛЕННЯ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Що таке настінне опалення? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Настінне опалення. Переваги та недоліки \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Умови застосування настінного опалення \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Переваги теплих стін \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Елементи системи настінного опалення \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Послідовність монтажу настінного опалення \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Нарисуйте схему прокладання трубопроводів настінного опалення

## ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ

**Надайте відповіді на такі питання:**

**1.** Які бувають джерела тепла? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

**2.** Що таке теплові мережі? \_\_\_\_\_

---

---

---

**3.** Назвіть види теплових мереж: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

**4.** Що таке прхідний канал? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

**5.** Чому частіше використовують непрохідні канали? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

**6.** Чому безканальний спосіб прокладання трубопроводів самий дешевий? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

**7.** Нарисуйте схему прокладання непрохідного каналу із збірних залізобетонних плит і стінових блоків

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ТЕПЛОВІ ПУНКТИ ТА ВУЗЛИ ВВОДУ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Коли використовували елеваторний вузол? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Що таке ТЕЦ? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

3. Назвіть переваги та недоліки елеваторних вузлів: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

4. Що таке індивідуальний тепловий пункт (ІТП)?

---

---

---

---

---

---

---

5. Коли застосовуються ІТП? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

6. Переваги та недоліки ІТП?

---

---

---

---

---

---

---

7. Нарисуйте схему теплового пункту («залежна» схема підключення до теплової мережі)

## ТЕХНОЛОГІЯ ПРОКЛАДАННЯ ТРУБОПРОВОДІВ ОПАЛЕННЯ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Назвіть види прокладання трубопроводів опалення \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Зовнішнє прокладання внутрішнього трубопроводу. Переваги та недоліки

---

---

---

---

---

3. Приховане прокладання внутрішнього трубопроводу. Переваги та недоліки

---

---

---

---

---

4. Опишіть технологію зовнішнього прокладання трубопроводів \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

5. Опишіть технологію прихованого прокладання трубопроводів \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## ПРОЕКТ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ОПАЛЕННЯ

**Надайте відповіді на такі питання:**

**1.** Дайте визначення системі індивідуального (поквартирного) опалення (теплопостачання)

---

---

---

**2.** Індивідуальне опалення. Переваги та недоліки \_\_\_\_\_

---

---

---

---

**3.** Нарисуйте схему індивідуального опалення











## ДЖЕРЕЛА ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Що таке тепловий насос? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Опишіть будову теплового насосу \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Занотуйте принцип дії теплового насосу \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Склад теплової потужності теплового насосу \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Що таке холодоагент (або робоче тіло) теплового насосу? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Які ви знаєте джерела енергії для теплового насосу? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## СОНЯЧНІ КОЛЕКТОРИ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ БУДИНКУ

Надайте відповіді на такі питання:

1. Дайте визначення геліотермічній установці \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

2. Назвіть види сонячних колекторів \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

3. Чим відрізняються різні види сонячних колекторів? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

4. Які ви знаєте різновиди вакуумних колекторів? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

5. Як відбувається транспортування сонячної енергії від колектора до ємності? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

6. Правила з монтажу сонячних колекторів \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

7. Які мінімальні відступи від краю покрівлі при монтажі колекторів на похилий дах \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яким чином людина витрачає найбільше тепла?
2. Що таке радіатор?
3. Назвіть види передачі тепла від джерела в навколишній простір.
4. Які ви знаєте типи сталевих радіаторів опалення?
5. Назвіть переваги та недоліки алюмінієвих радіаторів опалення.
6. Накресліть схематично біметалевий радіатор в розрізі.
7. Назвіть технічні характеристики чавунних радіаторів
8. Скільки існує способів підключення опалювальних приладів? Назвіть їх.
9. Назвіть тепловтрати при встановленні радіаторів опалення під підвіконням та схематично зобразіть.
10. Назвіть теплоносії для системи опалення.
11. Вкажіть основні конструктивні елементи системи опалення.
12. Які показники характеризують роботу опалювального котла?
13. Назвіть види опалювальних котлів за конструкцією.
14. Дайте визначення запірно-регулюючій арматурі.
15. Де у системах водяного опалення використовуються запірні кульові крани?
16. Визначте основне завдання зворотних клапанів.
17. Що таке автоматичний термостатичний клапан?
18. Які пристрої відносяться до змішувально-регулювальної арматури?
19. З якою метою використовуються насоси?
20. Опишіть конструкцію водяного насосу.
21. Визначте принцип дії насосу системи опалення.
22. Назвіть види систем опалення.
23. Опишіть принцип роботи системи опалення.
24. Назвіть основні складові системи опалення.
25. Нарисуйте схеми систем опалення з природною та примусовою циркуляцією.
26. Назвіть схеми монтажу систем опалення.
27. Опишіть переваги та недоліки однотрубною системи опалення.
28. Нарисуйте схему горизонтальної двотрубною системи опалення.
29. Опишіть покроковий порядок монтажу радіаторів.
30. Назвіть види систем водяної теплої підлоги.
31. Опишіть конструкцію бетонної системи водяної теплої підлоги.
32. Визначте послідовність монтажу водяної теплої підлоги.
33. Що таке настильне опалення? Його переваги та недоліки.
34. Назвіть види прокладання трубопроводів опалення.
35. Опишіть технологію зовнішнього прокладання трубопроводів.
36. Що таке елеваторний вузол опалення?
37. Опишіть послідовність технології монтажу однотрубною опалювальною системи.
38. Опишіть послідовність технології монтажу двотрубною опалювальною системи.
39. Назвіть технологічну послідовність запуску системи опалення.
40. Що таке гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення?
41. Які елементи і вузли перевіряються при технічному обслуговуванні системи опалення?
42. Що таке тепловий насос?
43. Занотуйте принцип дії та будову теплового насосу.
44. Які ви знаєте джерела енергії для теплового насосу?
45. Дайте визначення геліотермічній установці.
46. Назвіть види сонячних колекторів.
47. Як відбувається транспортування сонячної енергії від колектора до ємності?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Альбом технических решений (12 выпуск) [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <https://termoros.com.ua>
2. Барановский В. А. Слесарь-сантехник / В. А. Барановский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 384 с.
3. Благодарна Г. І. Водопостачання та водовідведення. Конспект лекцій / Г. І. Благодарна, І. О. Гуцал. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 101 с.
5. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: ДБН В.2.5-64:2012. – Офіц. вид. – Київ: М-во регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013 – 113 с.
6. Грингауз Ф.И. Санитарно-технические работы / Ф.И. Грингауз. – М.: Высшая школа, 1979. – 429 с.
7. Журнал «Акватерм» – К., №1-2, 4 2005.
8. Журнал «Акватерм» – К., №1-3, 2006.
9. Журнал «Акватерм» – К., №1-3, 6, 2008.
10. Журнал «Акватерм» – К., №2-3, 5, 2007.
11. Журнал «Монтаж + Технологія» – К., №2-4, 2007.
12. Журнал «Монтаж + Технологія» – К., №3-5, 2006.
13. Журнал «Монтаж + Технологія» – К., №3-6, 2008.
14. Журнал «Монтаж + Технологія» – К., №4-6, 2005.
15. Исаев В.Н. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий / В.Н. Исаев, В.И. Сасин. – М.: Высшая школа, 1989. – 352 с.
16. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-75:2013. – Київ: М-во регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013 – 214 с.
17. Каталог типових проектів [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.buderus.ua/>
18. Класифікація опалювальних котлів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://tisam.ru>
19. Костенко Е.М. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий / Е.М. Костенко. – К.: Основа, 2000. – 232 с.
20. Котлы. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://greenergy.com.ua/>
21. Кравченко В. С., Садлій Л. А., Давидчук В. І., Інженерне обладнання будинків. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfiles.net>
22. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація / В.С. Кравченко. – К.: Кондор, 2003. – 288 с.
23. Насосная азбука Wilo. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://wilo-eswo.com.ua/>
24. Нисис М. Н. Монтаж санитарно-технических систем / М. Н. Нисис. – К.: Высшая школа, 1992. – 212 с.
25. Парові і водогрійні котли – класифікація пристроїв [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://dovidkam.com/>
26. Подключение радиаторов отопления, схемы обвязки, монтаж. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://otoplenie-expert.com/>
27. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. – Офіц. вид. – Київ: Мінрегіон України: М-во регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017 – 47 с.
28. Проектування та монтаж водопостачання та каналізації з пластикових труб: ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 44 с.
29. Рідкопаливні котли для опалення: [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://remontu.com.ua>
30. Система опалення будинку [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://opalennia.com/>
31. Системы очистки стоков [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://www.graf-voda.com.ua/sistemy\\_ochistki\\_stokov/](http://www.graf-voda.com.ua/sistemy_ochistki_stokov/) [Дата звернення 05.06.2018].
32. Сифоны с сухим гидрозатвором [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://santehmarka.ru/p73327263-sifon-suhim-zatvorom.html> [Дата звернення 05.06.2018].
33. Словарь терминов. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://3-w.name/slovar-terminov/>
34. Сравнение твердотопливных котлов. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ibud.ua/>
35. Труби безнапірні з поліпропілену, поліетилену, непластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для зовнішніх мереж каналізації будинків і споруд та кабельної каналізації. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.5-32:2007. – Київ: М-во регіонального розвитку та будівництва України, 2007. – 115 с.
36. Труби чавунні каналізаційні і фасонні частини до них. Технічні умови: ДСТУ Б.В.2.5-25:2005. – Київ: Держбуд України, 2005. – 26 с.
37. Чупраков Ю. И. Разновидности наполнительных арматур с сервоуправлением / Ю. И. Чупраков. // Сантехника отопление кондиционирование. – 2013. – №12. – Режим доступу: <http://c-o-k.ru/articles/raznovidnosti-napolnitel-nyh-armatur-s-servoupravleniem>