

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ**

КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Кваліфікаційна робота

другий магістерський
(рівень вищої освіти)

на тему: «Дослідження сучасних інсталяційних рішень в комбінованих
системах теплозабезпечення будівлі»

Виконав: студент II курсу,
групи 8.1441-з-дн
спеціальності теплоенергетика
освітньої програм теплоенергетика
Данильченко Артур Віталійович
(ініціали та прізвище)

Керівник доц. каф., к.т.н. Ільїн С.В.
(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент доц., к.т.н., Осаул О.І.
(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Теплоенергетики та гідроенергетики
Рівень вищої освіти другий магістерський
Спеціальність 144 Теплоенергетика
Освітня програма Теплоенергетика
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« 5 » 12 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Данильченко Артур Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)





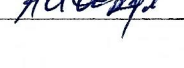
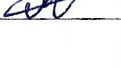
Тема роботи (проекту) Дослідження сучасних інсталяційних рішень в комбінованих системах теплозабезпечення будівлі а керівник роботи Осаул Олександр Іванович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від «25» жовтня 2022 року № 1454-С

- 1 Строк подання студентом роботи: 05 грудня 2022 р.
- 2 Вихідні дані до роботи: характеристики будинку, характеристики обладнання системи опалення, параметри системи ГВП.
- 3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Сучасні централізовані системи теплопостачання. Основні види енергії і джерела тепла, які використовуються для теплопостачання. Клапани балансувальні автоматичні. Клапани балансувальні ручні. Головки термостатичні.
- 4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Ручні балансувальні вентиля HERZ. Автоматичні регулятори HERZ. Схема однотрубною системи радіаторного опалення та системи "тепла підлога" з комбі-регулятором витрати 4006. Схема системи тепло-холодопостачання

файнколів або калориферів приточно-витяжних установок з комірцем регулятором витрат 4006. Гідравлічна схема модулю приготування гарячої води HERZ


5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Осаул О.І		
Розділ 2	Осаул О.І		
Розділ 3	Осаул О.І		

6 Дата видачі завдання 5 травня 2022 р.

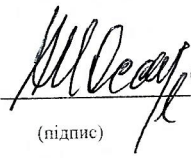
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Огляд літературних джерел	25.06.2022	Виконано
2	Сучасні централізовані системи теплопостачання	01.08.2022	Виконано
3	Основні види енергії і джерела тепла, які використовуються для теплопостачання	01.10.2022	Виконано
4	Клапани балансувальні автоматичні. Клапани балансувальні ручні Головки термостатичні	25.11.2022	Виконано
5	Оформлення кваліфікаційної роботи згідно нормативним вимогам	05.12.2022	Виконано

Студент  А.В. Данильченко

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  О.І. Осаул

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  С.Є. Чижов

(підпис)

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Данильченко А.В. «Дослідження сучасних інсталяційних рішень в комбінованих системах теплозабезпечення будівлі».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». Науковий керівник – канд. техн. наук, доцент Осаул О.І. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету. Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2022 р.

Проаналізовано різні джерела наукової літератури, з метою доцільності використання новітніх інсталяційних рішень в житлових будинках. Аналіз показав, що в Україні є можливість та доцільність модернізації систем опалення. Були аргументовані переваги використання регулюючої та балансувальної арматури. Описані технічні характеристики обраного обладнання та проведено теплотехнічний розрахунок загальних тепловтрат будинку.

Ключові слова: СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ, ТИСК, РЕГУЛЮЮЧИЙ КЛАПАН, БАЛАНСУВАЛЬНИЙ КЛАПАН, ТЕПЛОНОСІЙ, ВОДОПОСТАЧАННЯ, ТРУБОПРОВІД, ТЕПЛОВТРАТИ, ОПАЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ, РАДІАТОР, ЖИТЛОВА БУДІВЛЯ, ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ.

Список публікацій магістранта:

1. Данильченко А.В., Бердишев М.Ю., Проблеми системи опалення житлових будинків та їх вирішення за допомогою сучасного інсталяційного обладнання: зб. тез доп. І всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 19-21 жовт 2021 р.
2. Данильченко А.В., Осаул О.І., Вирішення проблем енергозбереження в умовах війни за допомогою термомодернізації і сучасного інсталяційного обладнання: зб. тез доп. ІІ всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 18-20 жовт 2022 р.

ANNOTATION

Danylchenko A.V. "Research of modern installation solutions in combined building heat supply systems".

Qualifying thesis for obtaining a master's degree in specialty 144 "Heat power engineering". Research supervisor - candidate. technical of Sciences, associate professor Osaul O.I. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni Zaporizhzhia National University. Department of Heat and Hydropower, 2022.

Various sources of scientific literature were analyzed with the aim of expediency of using the latest installation solutions in residential buildings. The analysis showed that there is an opportunity and expediency to modernize heating systems in Ukraine. The advantages of using regulating and balancing fittings were argued. The technical characteristics of the selected equipment are described and the thermal engineering calculation of the total heat losses of the building is carried out.

Key words: HEATING SYSTEM, PRESSURE, CONTROL VALVE, BALANCING VALVE, HEAT CARRIER, WATER SUPPLY, PIPELINE, HEAT LOSSES, HEATING DEVICES, RADIATOR, RESIDENTIAL BUILDING, HEAT LOAD.

List of publications of the master's student:

1. Danylchenko A.V., Berdyshev M.Yu., Problems of the heating system of residential buildings and their solution with the help of modern installation equipment: coll. theses add. And Ukrainian science and practice conference, Zaporizhzhia, October 19-21, 2021
2. Danylchenko A.V., Osaul O.I., Solving the problems of energy saving in the conditions of war with the help of thermal modernization and modern installation equipment: coll. theses add. II All-Ukrainian science and practice conference, Zaporizhzhia, October 18-20, 2022.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Аналіз сучасних засобів регулювання опалення	9
1.1 Балансувальна арматура.....	9
1.1.1 Балансувальний клапан Strömax 4017	15
1.1.2 Автоматичні регулятори перепаду тиску 4002/4202	18
1.1.3 Обмежувачі витрати комбі - клапани 4006/4206.....	23
1.2 Термостатичні головки та клапана	26
1.2.1. Клапан TS-90-V	26
1.2.2 Термостатична головка	30
2 Розрахунок системи опалення	36
2.1 Вибір оптимальної системи опалення	36
2.2 Склад будівельних елементів зовнішніх огорожень.....	36
2.3 Визначення тепловтрат через огорожуючі конструкції	37
2.3.1 Визначення тепловтрат через зовнішні стіни.....	38
2.3.2 Визначення тепловтрат через перекриття - підлоги	40
2.3.3 Визначення тепловтрат через перекриття - стелі.....	41
2.3.4 Визначення тепловтрат через вікна	42
2.3.5 Визначення тепловтрат через двері	43
2.4 Підбір обігрівальних приладів для системи опалення.....	45
2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення.....	46
2.6 Система гарячого водопостачання	48
2.6.1 Підбір обладнання для системи гарячого водопостачання.....	48
2.6.2 Визначення розрахункових витрат холодної та гарячої води	51

2.6.3	Визначення розрахункових витрат теплових потоків на потреби гарячого водопостачання	52
2.6.4	Моделювання гідравлічного режиму системи холодного водопостачання.....	53
2.6.5	Моделювання гідравлічного режиму системи гарячого водопостачання.....	54
2.6.6	Визначення тепловтрат і циркуляційних витрат у подаючих трубопроводах системи ГВП	54
2.7	Принципова дія системи опалення, що прийнята до експлуатації	49
2.7.1	Технічні характеристики основного обладнання.....	58
2.7.2	Експлуатація на весь період служби системи	59
2.7.3	Пуск, випробування та налагодження робочих режимів системи та її елементів.....	60
2.7.4	Технічне обслуговування системи.....	65
2.7.5	Оцінка надійності та довговічності	66
2.7.6	Пристрої опалення	66
2.7.7	Витрата води для даної системи	67
2.7.8	Принципова дія системи, що прийнята до експлуатації.....	69
2.7.9	Визначення умов експлуатації.....	70
2.7.10	Технічні характеристики основного обладнання.....	71
2.7.11	Технічне обслуговування системи.....	71
2.7.12	Оцінка надійності та довговічності	72
2.8	Обґрунтування енергозбереження.....	74
	Висновки.....	79
	Список джерел інформації.....	80

Вступ

Системи водяного опалення у порівнянні з іншими видами опалення мають найбільш широке застосування у практиці проектування сучасних будівель різного призначення. У якості теплопроводу систем опалення, залежно від конкретних умов, застосовуються сталеві труби, труби з мідних сплавів, труби з полімерних матеріалів. Різноманітність типів трубопроводів доповнюється десятками видів сучасної запірної та регулюючої арматури, адаптованої до різних варіантів виконавчих пристроїв і автоматичних регуляторів. Така різноманітність технологічних пристроїв дозволяє реалізувати опалювальні автоматизовані системи для будь-яких архітектурно-планувальних рішень.

Але у більшості проектних рішень систем водяного опалення вказані можливості не використовуються. Першопричиною є нерозуміння проектувальниками основних принципів автоматизованого управління мікрокліматом приміщень.

При проектуванні автоматизованих систем водяного опалення як об'єкт регулювання розглядається опалювальне приміщення або зона приміщення. Регульованим параметром є температура повітря, яка вимірюється датчиком, встановленим у контрольній точці приміщення або зоні приміщення.

Якщо в приміщенні проектуються більше двох опалювальних приладів, то в переважній більшості має місце неправильне проектне рішення – як правило, проектують у приміщенні безліч опалювальних приладів з термостатами для кожного з них. Правильне рішення можливе лише за умови застосування одного регулятора у приміщенні з багатьма опалювальними приладами..

Гідравлічний баланс витрат води у сучасній системі підтримується за рахунок високого опору балансової та регулюючої арматури порівняно з опором трубопроводів. Відповідно і загальний опір сучасної системи опалення в 3...5 разів вище, ніж у раніше проєктованих системах опалення, для яких наявний циркуляційний напір задавався не більше 15 кПа.

У сучасній системі необхідний гідравлічний баланс створюють балансові та регулюючі клапани, що встановлюються на ділянках циркуляційних кілець, що регулюються.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ОПАЛЕННЯ

1.1 Балансувальна арматура

За принципом регулювання системи теплоспоживання можна поділяти на **статичні** та **динамічні**.

Статичні (постійний гідравлічний режим) – системи зі сталою витратою теплоносія. В цих системах не здійснюється регулювання тепловіддачі опалювальних приладів шляхом зменшення або збільшення витрати теплоносія, тобто:

- не встановлені термостатичні або радіаторні клапани;
- не встановлені 2-ходові регулювальні клапани;
- під час експлуатації окремі опалювальні прилади, гілки або стояки не відключаються.

$$G = \text{Const}$$

В статичних системах може бути застосовано тільки якісне регулювання потужності (шляхом змінення температури теплоносія). Наприклад, за допомогою 3-ходових або 4-ходових змішувальних клапанів шляхом змішування гарячого теплоносія від джерела тепла (котельні) та холодного теплоносія зі зворотного трубопроводу системи опалення в подавальній магістралі підтримується необхідна температура. При цьому витрата теплоносія через систему опалення залишається постійною.

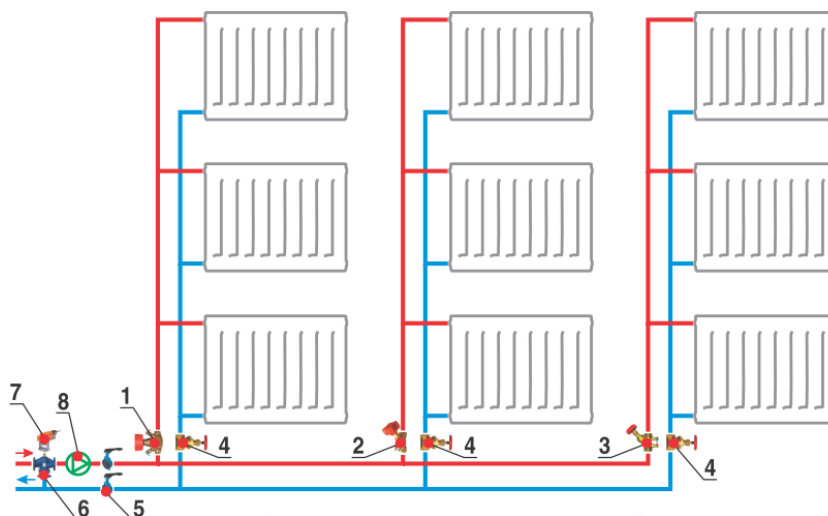


Рис. 1 – Статична двотрубна схема опалення

1, 2, 3 – балансувальні клапани; 4 – запірний клапан;

5 – засувка типу «батерфляй»; 6 – 3-ходовий змішувальний клапан; 7 – привід клапана; 8 – насос

Мета гідравлічного балансування – забезпечення розрахункових (номінальних) витрат теплоносія на опалювальних приладах і як результат рівномірний нагрів всіх радіаторів.

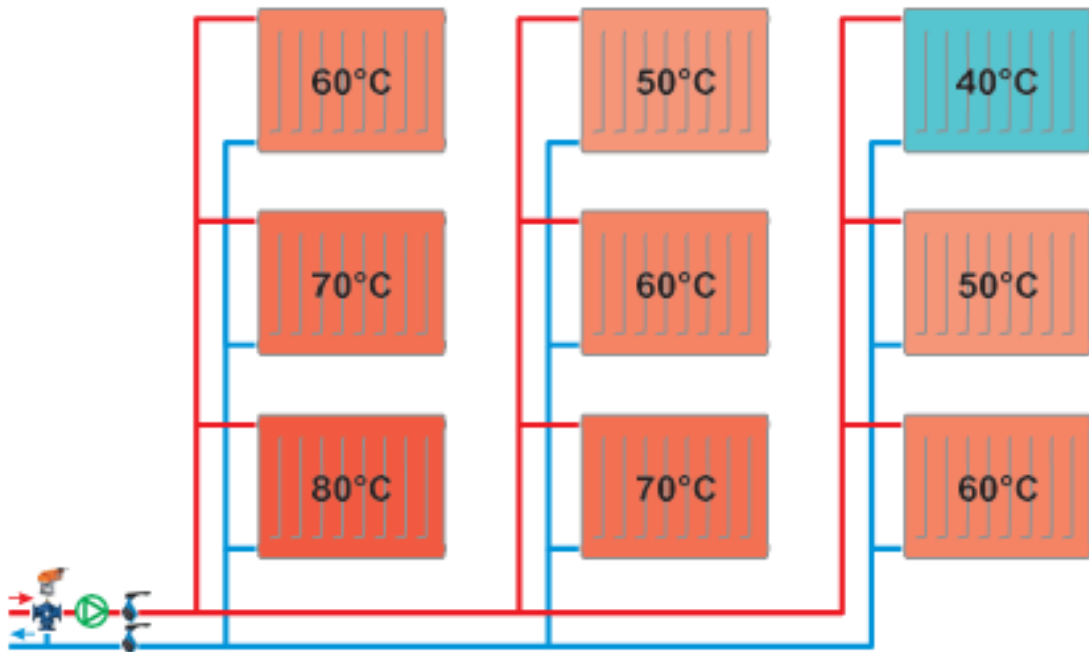


Рис. 2 – Незбалансована система опалення

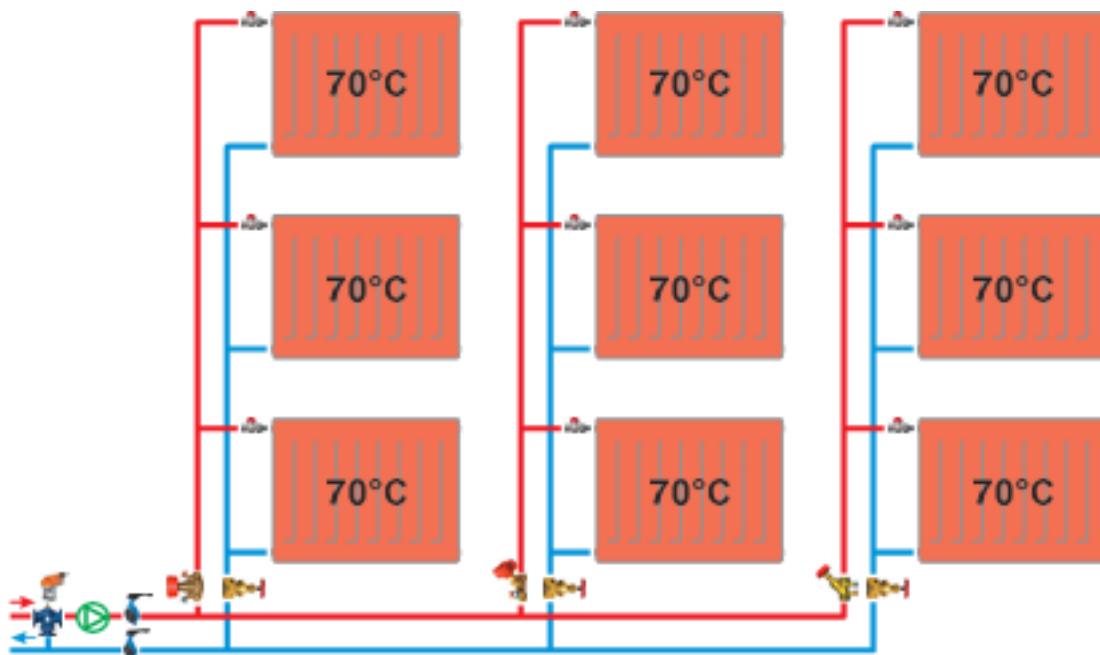


Рис. 3 – Збалансована система опалення

Для балансування статичних систем застосовуються **ручні балансувальні клапани** (дросельний опір), які налаштовуються на розрахункову витрату теплоносія для даного стояка, гілки або споживача.



Рис. 4 – Види балансувальних клапанів

Ручні балансувальні клапани виконують функцію дросельних шайб для зменшення надлишкового тиску і відповідного регулювання витрати в системах опалення, вентиляції, кондиціонування, холодопостачання, а також у системах гарячого водопостачання.

Ручний балансувальний клапан встановлюється відповідно до проекту на подавальному або зворотному трубопроводі. На протилежній стороні передбачається запірний клапан, кран або засувка.

Якщо після налаштування балансувальних клапанів (гідравлічного налаштування) у статичній системі змінити витрату теплоносія (перекрити частину радіаторів, стояк або гілку, додати секції в радіатор або підключити додаткові радіатори, збільшити або зменшити протік води через радіатор, застосувавши радіаторну арматуру, і т.ін.), то це призведе до порушення збалансованості, тобто система стане гідравлічно розбалансованою. Як результат не будуть забезпечені розрахункові температурні режими, наприклад, опалювальних приміщень.

Ступені налаштування ручних балансувальних клапанів визначаються з допомогою програми для гідравлічного розрахунку систем опалення HERZ CO.

Програма HERZ CO визначає, як має бути відкритий кожний ручний регулювальний клапан у системі для того, щоб всі радіатори отримали необхідну кількість теплоносія.

Динамічні (змінний гідравлічний режим) – системи зі змінною витратою теплоносія. Дані системи передбачають регулювання тепловіддачі опалювальних приладів, тобто:

- встановлені радіаторні терморегулятори (термостатичні клапани з термостатичними головками або приводами) або ручні радіаторні регулювальні клапани;
- встановлені 2-ходові регулюючі клапани або комбі-клапани (на фанкойлах);
- під час експлуатації можливе відключення окремих споживачів, гілок, стояків.

$$G = \text{Variable}$$

У динамічних системах може бути застосоване якісне (змінення температури) та кількісне (змінення витрати) регулювання потужності. З цією метою застосовуються регулювальні та змішувальні клапани (2-х, 3-х, 4-ходові). Під час регулювання витрата води через систему змінюється.

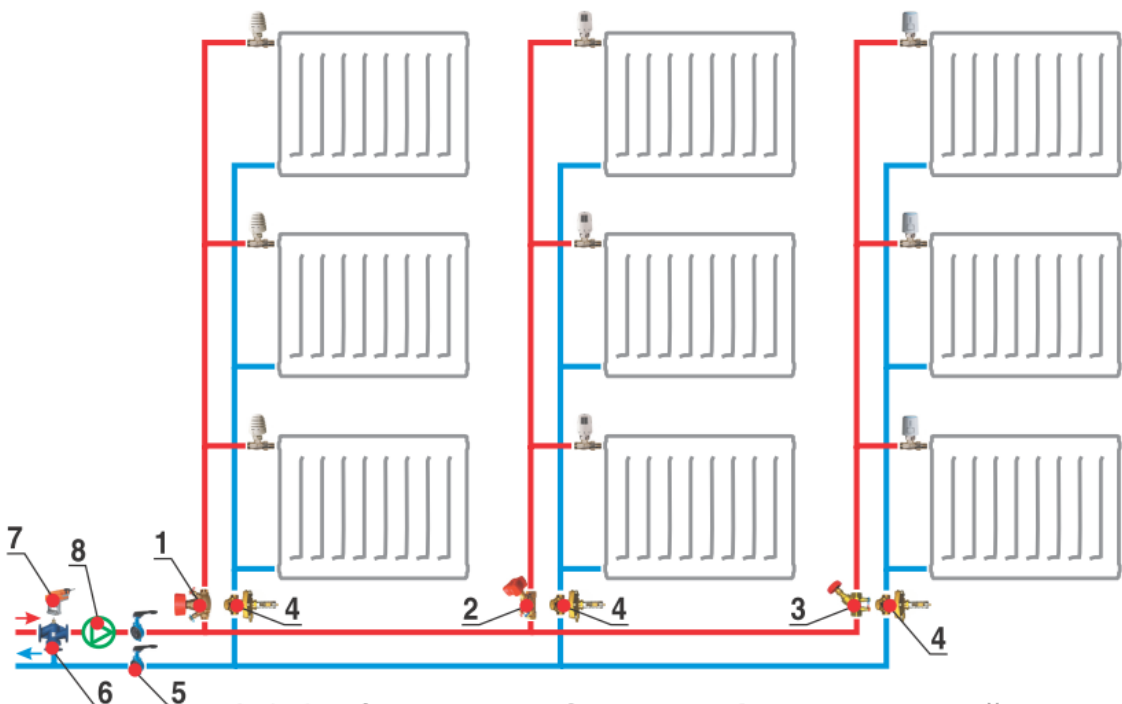


Рис. 5 – Динамічна двотрубна схема опалення

- 1, 2, 3 – балансуючі клапани; 4 – автоматичний регулятор перепаду тиску; 5 – засувка типу «батерфляй»;
6 – 3-ходовий змішувальний клапан; 7 – привід клапана; 8 – насос

Мета встановлення автоматичних регуляторів перепаду тиску (АРПД) – енергоефективне регулювання та безшумна робота термостатичних клапанів на всіх радіаторах.

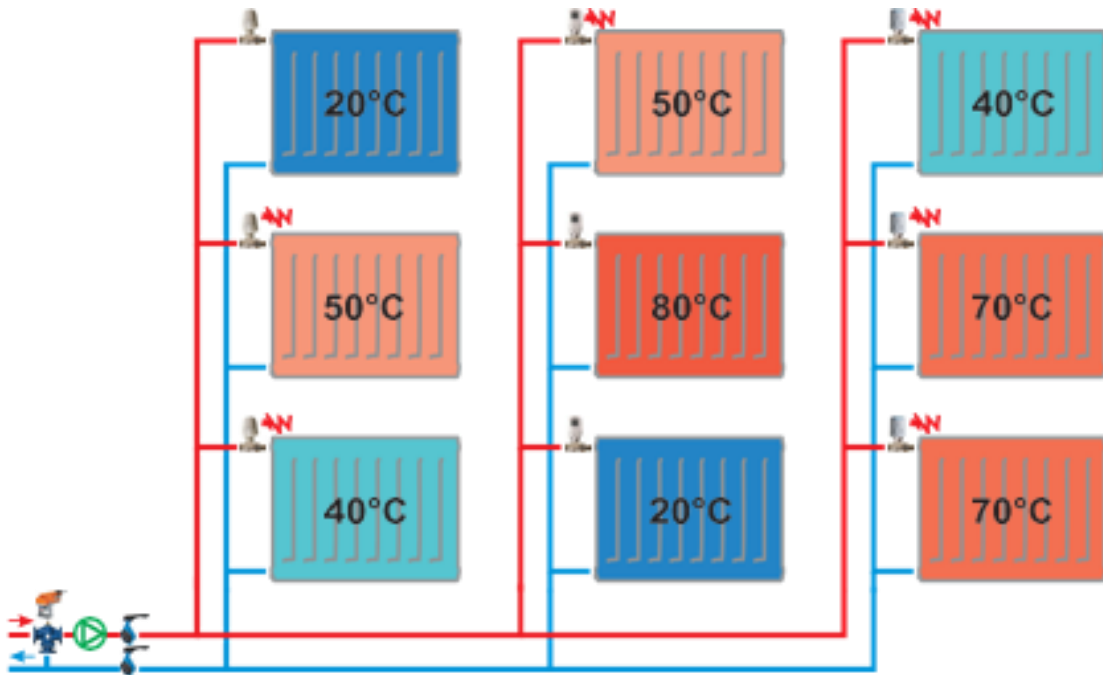


Рис. 6 – Система без балансування та АРПД

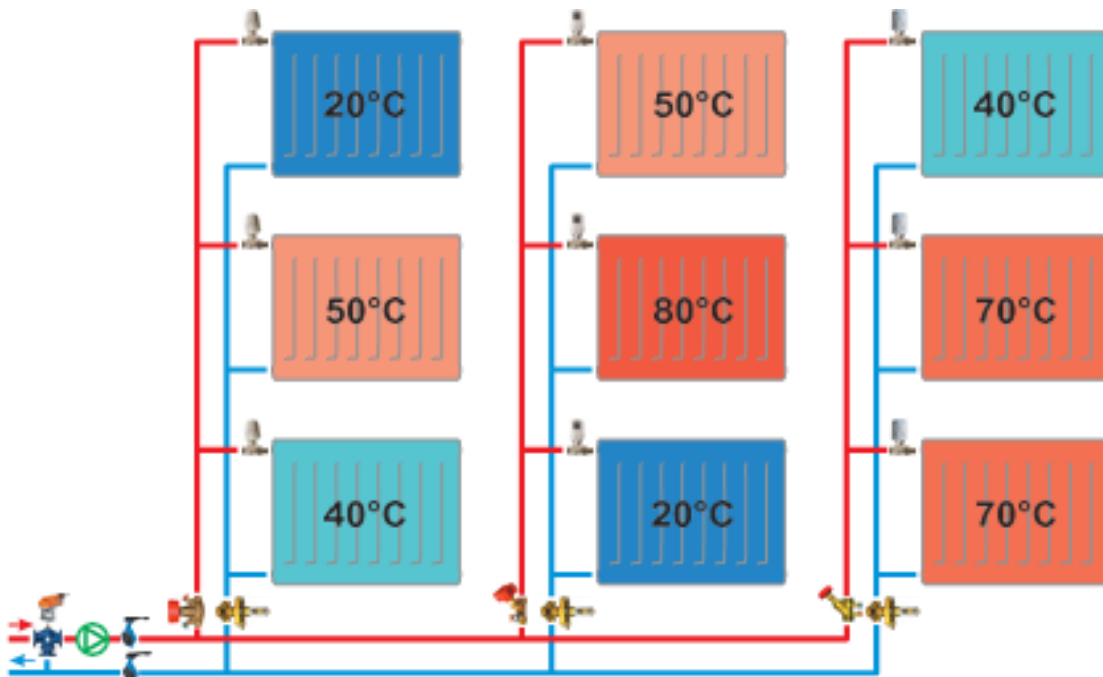


Рис. 7 – Система з балансуванням та АРПД

Для гідравлічного балансування динамічних систем призначені автоматичні балансувальні клапани, які налаштовуються на розрахункові витрату тепло-/холодоносія, перепад тиску для групи споживачів, гілки, стояка.

Автоматичні балансувальні клапани застосовуються на горизонтальних гілках, стояках двотрубних, однотрубних систем опалення з використанням термостатичних клапанів.

Автоматичний регулятор перепаду тиску для двотрубних систем, як правило, застосовується спільно з клапаном «супутником» (ручний балансувальний або запірний клапан з можливістю підключення імпульсної трубки).



Рис. 8 – Балансувальний клапан, регулятор перепаду тиску та імпульсна трубка
 Ручний клапан встановлюється **на подавальному** трубопроводі, регулятор перепаду тиску – **на зворотному**.

Переваги застосування

Автоматичні регулятори перепаду тиску підтримують постійний перепад тиску в локальних підсистемах, на яких вони встановлені, при регулюванні теплової потужності; запобігають перевищенню максимально допустимого тиску на термостатичних клапанах і відповідно шумоутворенню; забезпечують енергоефективну роботу системи та спрощують роботи з налагодження системи.

Система, яка обладнана автоматичними балансувальними клапанами і налаштована, забезпечує параметри енергоефективної роботи під час зміни гідравлічного режиму внаслідок регулювання, наприклад, температурних параметрів приміщень, і підтримує номінальні параметри при поверненні системи в розрахунковий режим роботи.

1.1.1 Балансувальний клапан Strömax 4017

Застосування

Для гідравлічного балансування в системах опалення і холодопостачання; регулювання витрати води в розподільчих стояках, гілках, споживачах
 $Kvs = 0,46 - 33,0$ м³/год

Підключення

Клапан Strömax 4017 встановлюється на подавальному або зворотному трубопроводі, в разі застосування разом з регулятором перепаду тиску (підключення імпульсної трубки, контроль витрати) клапан Strömax 4017 встановлюється на подавальному трубопроводі.

Монтаж відбувається за допомогою гайкового ключа. Для запобігання деформації накладних гайок заборонено застосування для монтажних операцій самозатискних ключів (газовий, сантехнічний, трубний тощо).

Для забезпечення достовірних значень витрати у випадку проведення контрольних вимірювань необхідно передбачити прямі ділянки трубопроводу (без місцевих опорів – трійники, кутники і т.п.) $10 \times DN$ до та $5 \times DN$ після клапана.

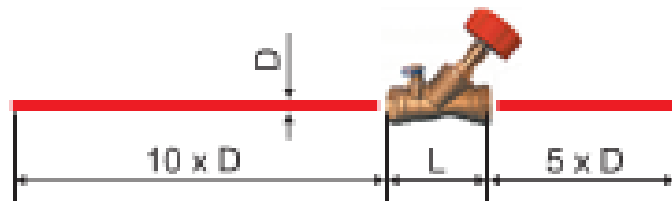


Рис. 9 – Схема підключення балансувального клапана до трубопроводу

Монтаж

Напрямок руху теплоносія відповідно до маркування на корпусі клапана. Монтажне положення – регламентується вимогами доступу. Важливо забезпечити вільний доступ до маховика, зчитування показників з барабанів лімбу налаштувань, до вимірювальних клапанів (мін. 150 мм над вимірювальним клапаном). Зусилля монтажного інструменту прикладати до шестигранників муфт.

У випадку обмеженого простору під час монтажних робіт кран-букса клапана може бути демонтована. Кільце кран-букси виключає необхідність у додаткових ущільнювальних матеріалах та надмірному затягуванні різьбового з'єднання в разі повторного монтажу кран-букси.

Для змащування різі необхідно застосовувати засоби на основі силікону. Мінеральні мастила руйнують ущільнювальні кільця та прокладки. Не можна застосовувати для ущільнення різі арматури з латуні льняні волокна. Аміак, наявний у льняному волокні, може призвести до корозії корпусу клапана.

Запирання клапана

Клапан перекривається маховиком за годинниковою стрілкою. Під час повторного відкриття маховик зупиниться в положенні попереднього налаштування, якщо була здійснена процедура фіксації попереднього налаштування.

Попереднє налаштування

Попереднє налаштування відбувається шляхом плавного обмеження ходу шпинделя. Ступінь налаштування зчитується з лімбу. Чорні цифри – кількість цілих обертів відкриття, червоні – десяті частини.

Послідовність налаштування

1. Обертаючи маховик, встановити проектне значення ступеня налаштування на цифровому лімбі.
2. Викрутити гвинт кріплення маховика, маховик не знімати.
3. Закрутити до упору гвинт фіксації попереднього налаштування (розташований в отворі для гвинта кріплення маховика, викрутка L 3÷4 мм).
4. Встановити та закрутити гвинт кріплення маховика.
5. Позначити на пластиковому маркері ступінь налаштування (видалити зубки над значеннями цілих та десятих ступеня налаштування). Закріпити маркер на клапані.

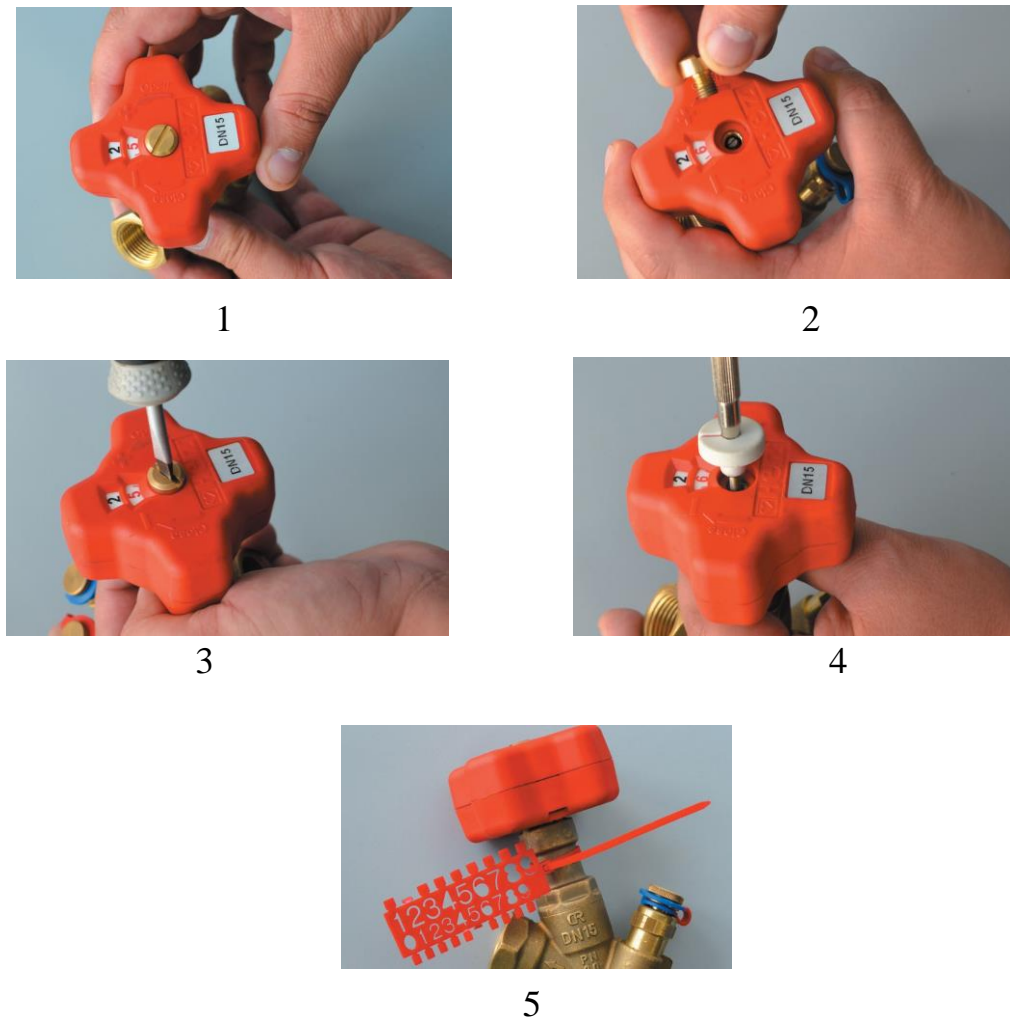


Рис. 10 – Метод налаштування балансувального клапану

Показник (ступінь) налаштування визначається у проекті за результатами гідравлічного розрахунку. Швидкий підбір балансувальних клапанів HERZ можна зробити в додатках HERZ STRÖMAX-R для Android та IOS.

Будова клапана

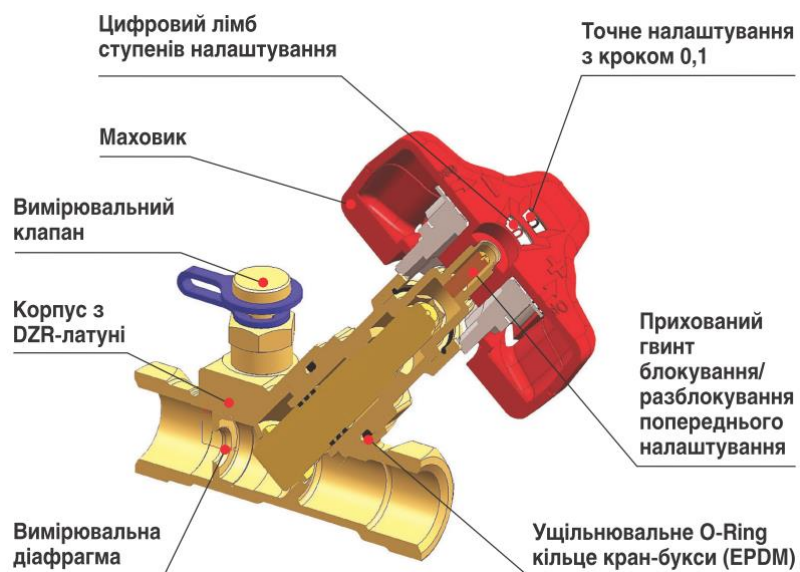


Рис. 11 – Будова балансувального клапана

1.1.2 Автоматичні регулятори перепаду тиску (АРПТ) 4002/4202

Застосування

Пропорційний регулятор перепаду тиску прямої дії для систем опалення і холодопостачання.

Перепад тиску (діапазон налаштування):

1 4002/4202 4X 5 – 30 кПа

1 4002/4202 6X 25 – 60 кПа

1 4002 7X 45 – 80 кПа

Витрата: 50 – 10000 л/год, Ду 15-50



Підключення

Рис. 12 – Регулятор перепаду тиску 4002/4202

Клапани 4002/4202 встановлюються на зворотному трубопроводі. Імпульсна трубка приєднується до подавального трубопроводу (безпосередньо або до запірного/регулювального клапана з відповідним отвором під штуцер трубки).



Рис. 13 – Схема підключення регулятора тиску

Монтаж

Напрямок руху теплоносія відповідно до маркування на корпусі клапана. Монтажне положення регламентується: вимогами доступу до мембранного блоку, імпульсної трубки. Зусилля монтажного інструменту прикладати до шестигранників муфт.

- Клапани із зовнішньою різьєю підключати роз'ємними з'єднувачами з урахуванням типу ущільнення (конус/переліжка).
- Застосовувати фільтри з коміркою 0,5 – 0,75 мм.
- Доцільно застосовувати запірну арматуру для зручності технічного обслуговування або ремонтних робіт.

На горизонтальних ділянках трубопроводу для запобігання засміченню або повітряним прошаркам уникайте підключення імпульсної трубки знизу або згори.

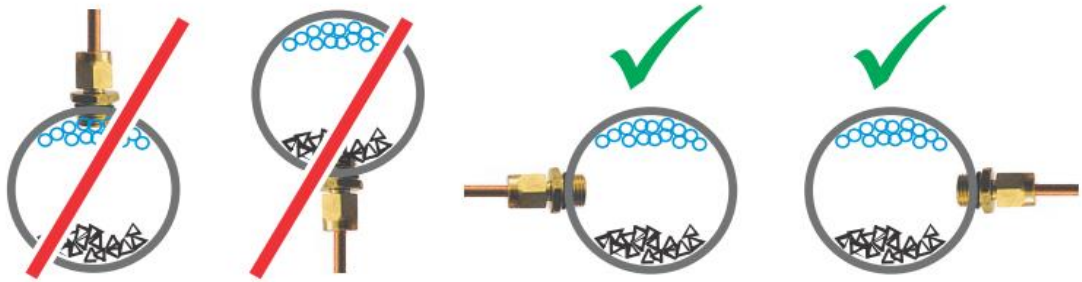


Рис. 14 – Метод підключення імпульсної трубки

Зважайте на довжину імпульсної трубки при розміщенні арматури з відбором імпульсу тиску від подавального трубопроводу. Запобігайте заламуванню імпульсної трубки.

Запирання клапана

Клапани 4002/4202 FIX TS не призначені для реалізації запірної функції. Рекомендується застосовувати кульові запірні крани HERZ та кульовий кран для імпульсної трубки 1 4007 78.

Заповнення системи

АРПТ обладнані пружиною та мембраною, яка розділяє зони тиску від подавального та зворотного трубопроводів. Відхилення різниці тиску на мембрані від налаштованої генерує переставне зусилля, яке передається на закрив і відповідно зменшує/збільшує прохідний отвір регулятора (клапана). Допустимий перепад тиску на мембрані 2 бар. У випадку перевищення допустимого перепаду тиску на мембрані (наприклад, під час заповнення системи) є ризик пошкодження мембранного вузла.

1. Перед заповненням системи з АРПТ необхідно пересвідчитися, що імпульсні трубки регуляторів встановлені та підключені.

2. Заповнення системи необхідно здійснювати із забезпеченням поступового (повільного відкриття запірної арматури) одночасного надходження теплоносія в подавальний та зворотний трубопроводу циркуляційного контуру, уникаючи різкого перепаду тиску на мембрані.

Попереднє налаштування

Ступінь налаштування вказаний у проектній документації і визначається у відповідності з перепадом тиску гілки (стояка), системи (квартири) та з номінальною витратою. Діаграми для визначення ступеня налаштування наведені також у нормалях. Необхідний перепад тиску досягається стисненням пружини задавача до відповідної установки (ступеня) налаштування, які нанесені на шкалі регулятора.

1. Встановити ключ 1 4006 02 внутрішнім квадратом на квадрат хвостовика шпінделя налаштування.



2. Обертати шпіндель (візирний/задавальний циліндр утримувати від прокручування) до суміщення розмічальної риски циліндра з цифрою ступеня налаштування на шкалі.



3. Зняти ключ.

Рис. 15 – Метод налаштування регулятора

Попереднє налаштування 1,0 – 7,5

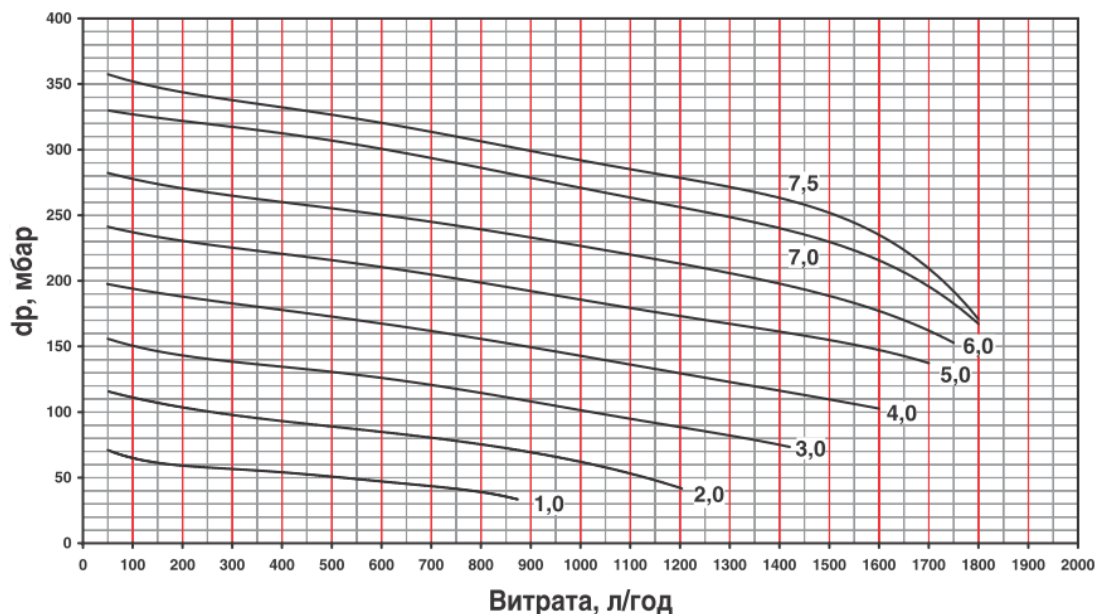


Рис. 16 – Графік попереднього налаштування регулятора

Захист попереднього налаштування

Захист та пломбування доступу до попереднього налаштування можна здійснити з допомогою ковпачка.

Запасні частини

- 1) **1 0273 09** – нарізна пробка 1/4"
- 2) **1 4007 79** – імпульсна трубка для регулятора перепаду тиску з перехідником, довжина 1 м, 1,5м, 2м
- 3) **1 4007 78** – кран кульовий для імпульсної трубки, зовн. 1/8" x внутр. 1/8"
- 4) **1 0269 19** – перехідник для імпульсної трубки 1/8" x 1/4"
- 5) **1 0284 02** – вимірювальний клапан для балансувальних клапанів, червоний маркер (відбір тиску до діафрагми або закриву).
- 6) **1 0284 01** – вимірювальний клапан для балансувальних клапанів, синій маркер (відбір тиску після діафрагми або закриву).
- 7) **1 0284 12** – вимірювальний клапан для балансувальних клапанів, червоний маркер (відбір тиску до діафрагми або закриву). Подовжена модель для ізольованих клапанів, ізоляція до 40 мм.
- 8) **1 0284 11** – вимірювальний клапан для балансувальних клапанів, синій маркер (відбір тиску після діафрагми або закриву). Подовжена модель для ізольованих клапанів, ізоляція до 40 мм.

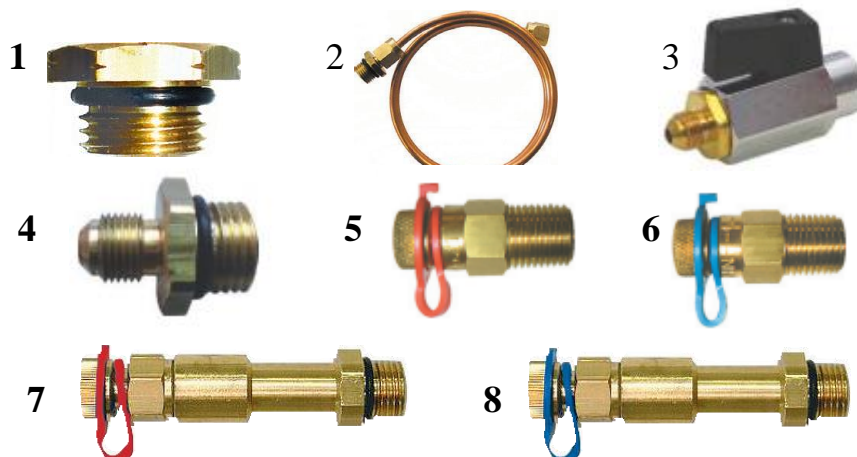


Рис. 17 – Запасні частини

Вимірювальні прилади

1 8904 04 – вимірювальний комп'ютер HERZ з інтегрованим датчиком перепаду тиску і обчислювачем витрати.

1 8904 02 – вимірювальний комп'ютер HERZ Smart-2 з інтегрованим датчиком перепаду тиску і обчислювачем витрати. Передача даних на смартфон по каналу Bluetooth.



Рис. 18 – Вимірювальні комп'ютери HERZ

Будова клапана

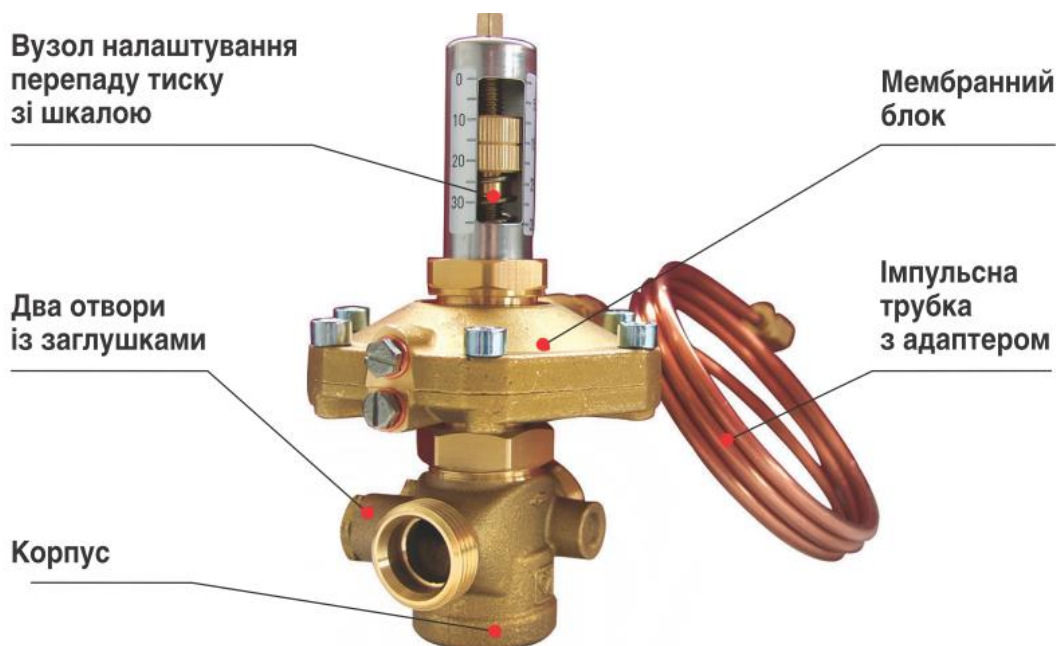


Рис. 19 – Будова регулятора перепаду тиску

1.1.3 Обмежувачі витрати комбі - клапани 4006/4206

Застосування

Автоматичне керування витратою та обмеження її максимального значення в системах тепло - холодопостачання.

Перепад витрати: 1 4006/4206 XX, Ду15 – 50, 20 – 5000 л/год

Для невеликих діапазонів витрати LF (20 – 100 л/год), MF (40 – 200 л/год);

Підключення

- Клапани 4006/4206 встановлюються переважно на зворотному трубопроводі.
- Різь підключення термо-/електроприводу M28 x 1,5

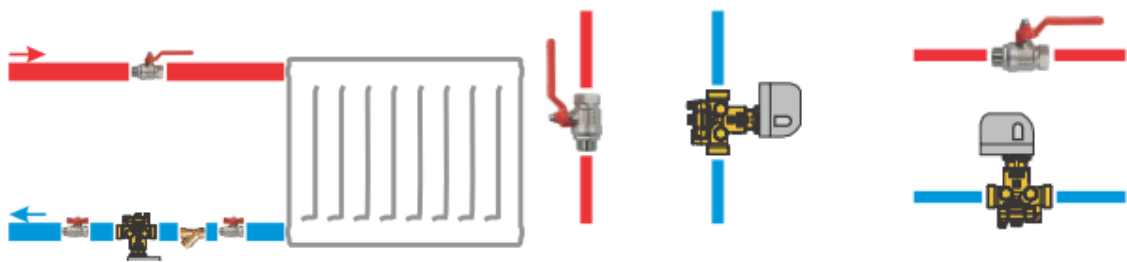


Рис. 20 – Схема підключення обмежувачів витрати

Монтаж

Напрямок руху теплоносія відповідно до маркування на корпусі клапана.

Монтажне положення регламентується:

- вимогами зручного доступу до шкали налаштування, імпульсної трубки (за наявності), розмірами приводу;

- для приводів HERZ 7708, 7711 допустима орієнтація $0 \dots \leftrightarrow \updownarrow \dots 360^\circ$.

Зусилля монтажного інструменту прикладати до шестигранників муфт.

Рекомендації

- Клапани із зовнішньою різью підключати роз'ємними з'єднувачами з врахуванням типу ущільнення (конус/переліжка).
- Застосовувати фільтри з коміркою 0,5 – 0,75 мм.
- Доцільно застосовувати запірну арматуру для зручності техобслуговування або ремонтних робіт.

Запирання клапана

Перекрити клапани 4006/4206 можна ключем 1 4006 02:



Рис. 21 – Ключ 1 4006 02



Рис. 22 – Шкала витрати клапана

1. Записати поточне значення попереднього налаштування клапана.
2. Встановити ключ у шестигранний отвір.
3. Повернути за годинниковою стрілкою до суміщення виєму з уставкою шкали «0%».
4. При відкриванні клапана сумістити виїм зі значенням попереднього налаштування

Попереднє налаштування

Попереднє налаштування комбі-клапана визначається за діаграмами в залежності від витрати. Також за діаграмою визначається перепад тиску на клапані. Уставки налаштувань позначені в «%» від максимальної витрати клапана. Діапазон налаштувань від 5% до 100%. Оптимальний діапазон 20% – 80%.

- Необхідну уставку налаштування можна визначити також як частку у відсотках від максимальної витрати комбі-клапана наступним чином:
- Комбі-клапан необхідно налаштувати на витрату 80 л/год.
- Прийнятна модель 4006 MF DN 15 1 4006 29 з діапазоном витрати 40 – 200 л/год.
- Налаштування $N\% = (80 \text{ л/год.} \cdot 100\%) / 200 \text{ л/год.} = 40\%$.

Діаграма

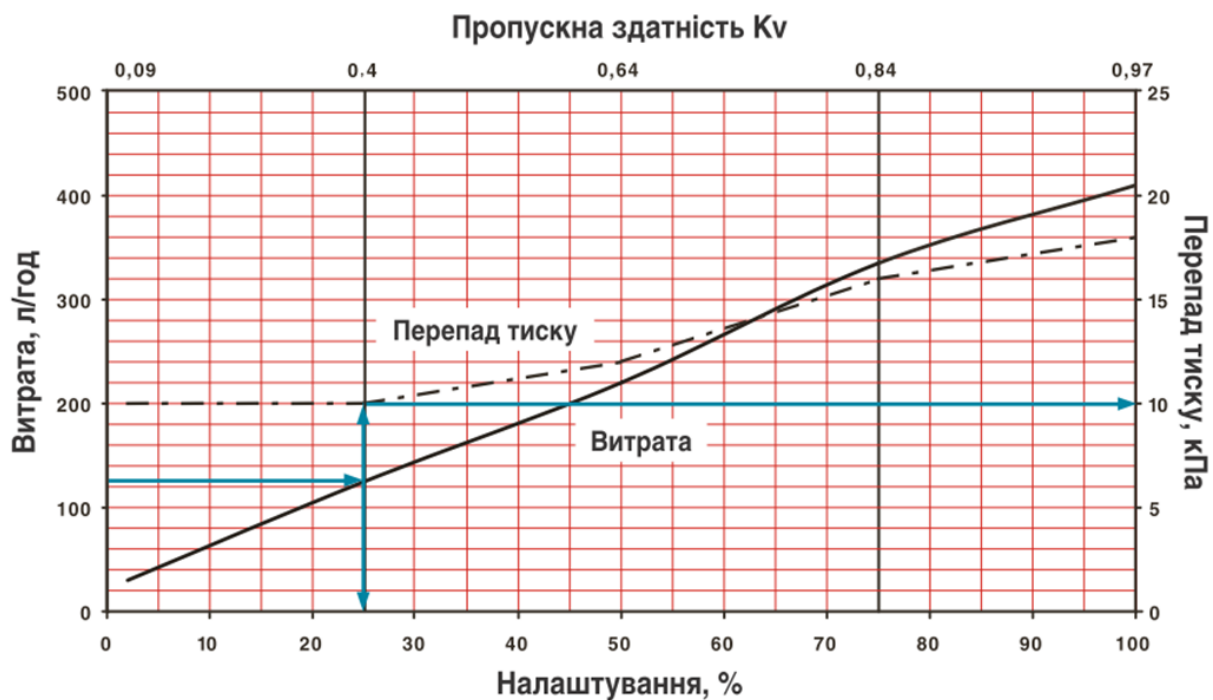


Рис. 23 – Діаграма витрат та пропускної здатності клапана

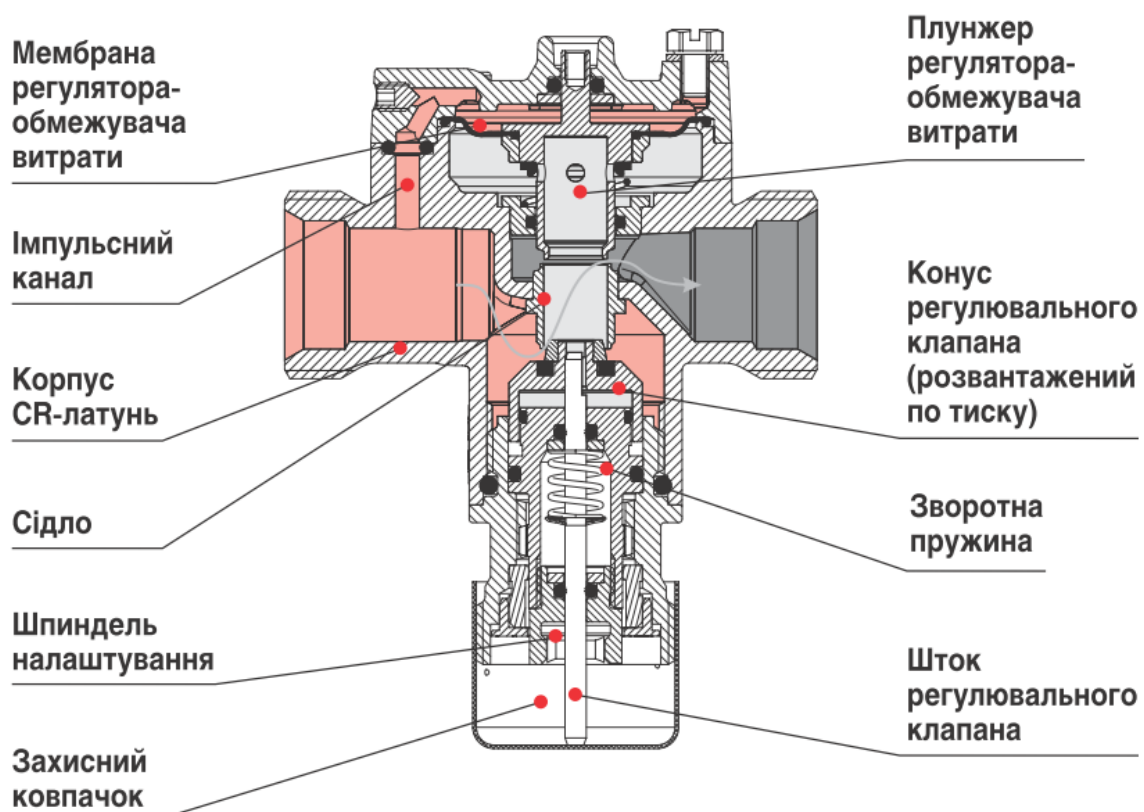


Рис. 24 – Будова обмежувача витрати

1.2. Термостатичні головки та клапана

1.2.1. Клапан TS-90-V

Застосування

Двотрубні насосні системи опалення, в яких необхідне гідравлічне налаштування $K_{vs} = 1,0; 1,1; 1,2; 1,3$ м³/год, $K_{v2} = 0,03 - 0,55$ м³/год

Підключення радіатора

- термостатичний клапан TS-90-V (приховане плавне попереднє гідравлічне налаштування) встановлюється на подавальному трубопроводі радіатора
- на клапан може бути встановлена будь-яка термостатична головка HERZ з різью M28 x 1,5

Роз'ємне з'єднання (штуцер) вкрутити в радіатор за допомогою ключа 1 6680 00 або шестигранника SW 13 мм із застосуванням ущільнюючого матеріалу. Під'єднати та зафіксувати клапан накидною гайкою (ключ S 30 мм)

У випадку застосування термостатичних головок із вбудованим датчиком («традиційне» виконання) підбір моделі та монтаж мають забезпечити горизонтальне положення штоку клапана.

Герметичне перекриття термостатичного клапана здійснюється латунним ковпачком 1 6329 30. Накрутити за годинниковою стрілкою до упору на різь для встановлення термостатичної головки.



Рис. 25 – Метод підключення термостатичного клапана

Попереднє налаштування

Попереднє налаштування являє собою створення додаткового гідравлічного опору за допомогою дросельного елемента – втулки, яка розташована навколо конуса клапана. Під час налаштування втулка зменшує прохідний отвір клапана. В залежності від ступеня налаштування забезпечується необхідна гідравлічна характеристика. Встановлений ступінь налаштування захищений від несанкціонованого втручання (змінення).

Попереднє налаштування здійснюється з допомогою ключа 1 6809 67, який встановлюється на різь шийки клапана (M22 x 1,5).

Для швидкого підбору ступеня попереднього налаштування в залежності від потужності можна використати відповідну таблицю. Для більш точного визначення налаштування клапана рекомендовано виконати гідравлічний розрахунок системи опалення.

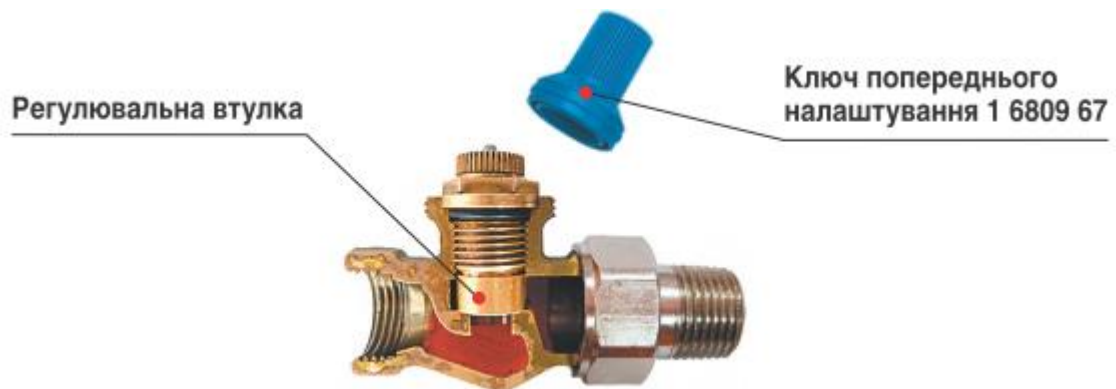


Рис. 26 – Терморегулюючий клапан в розрізі

Попереднє налаштування здійснюється за допомогою втулки, яка пересувається співосно з конусом затвору клапана та дозволяє додатково обмежувати прохідний переріз клапана. Відповідний додатковий опір знижує надлишковий тиск насоса для приладів із зайвою витратою теплоносія. Ця кількість теплоносія перерозподіляється до більш віддалених опалювальних приладів, в яких термостатичні клапани налаштовані на менший опір. За цим алгоритмом забезпечуються проектні потужності радіаторів.

Процес гідравлічного налаштування

1. Зняти в залежності від встановленого виробу:
 - захисний ковпачок (червоний);
 - термостатичну головку;
 - ручний привід.
2. Викрутити та зняти втулку/ковпачок з подовжніми шліцами.
3. Встановити ключ на шийку клапана та зафіксувати шляхом закручування нижньої кромки ключа на зовнішній різі шийки клапана.
4. Ввести в зачеплення шліцьове з'єднання ключа із повідною втулкою механізму налаштування.
5. Обертаючи маховик ключа за годинниковою стрілкою, перекрити прохідний переріз клапана.
6. Відтягнути маховик ключа догори та вивести із зачеплення шліцьове з'єднання ключа та клапана.
7. Сумістити поз. « 0 » з показником « ▲ » та ввести в зачеплення шліцьове з'єднання, перемістивши маховик ключа до корпусу клапана.
8. Обертаючи маховик ключа проти годинникової стрілки (в бік відкриття), сумістити необхідний ступінь налаштування із показником відліку « ▲ ».
9. Зняти (скрутити) ключ налаштування з клапана. Для зберігання встановленого ступеня налаштування попередньо вивести із зачеплення шліцьове з'єднання ключа та клапана.
10. За допомогою тильної сторони ключа закрутити втулку/ковпачок з подовжніми шліцами. Зусилля закручування обмежено спрацьовуванням тріскача.

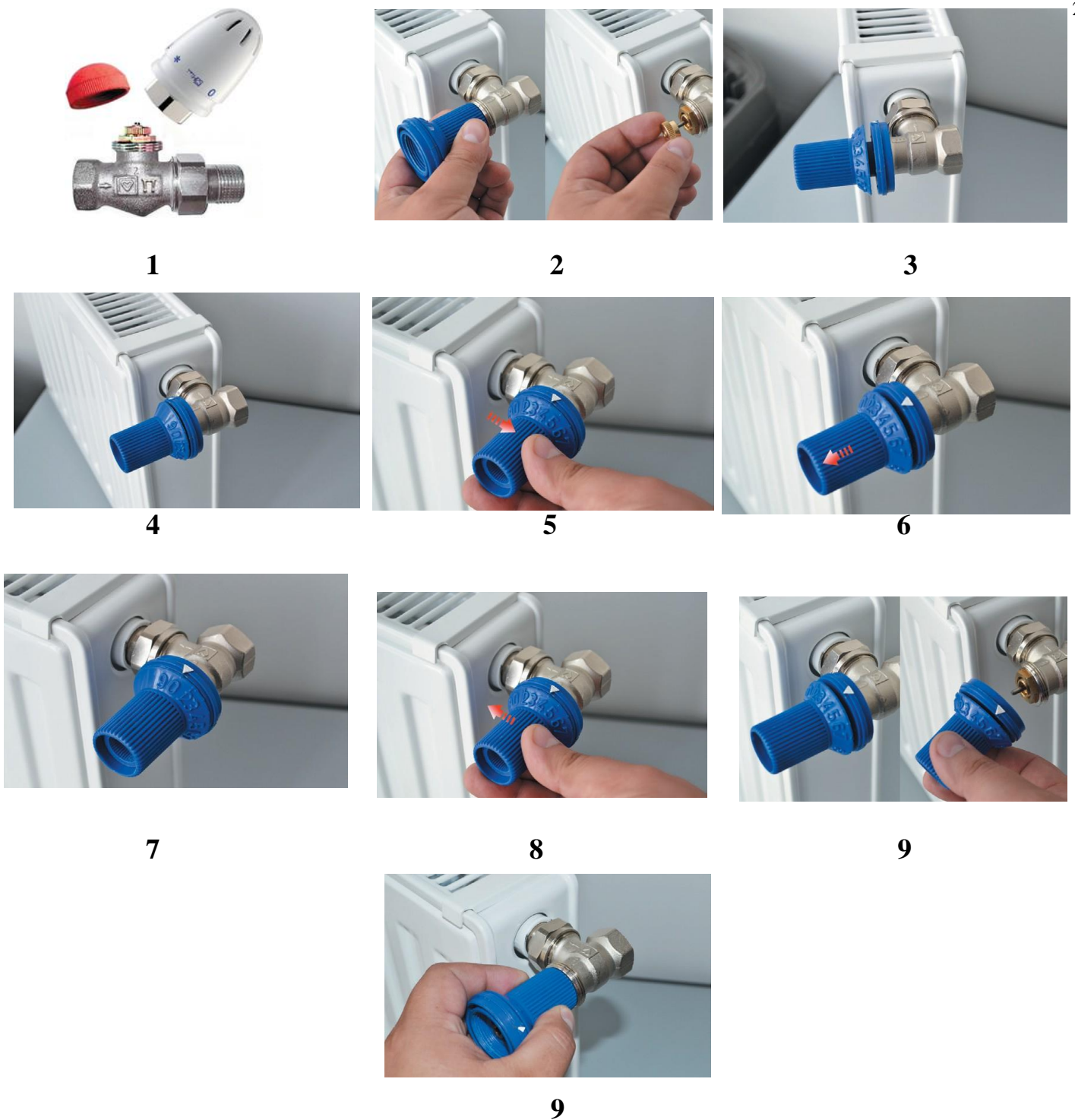


Рис. 27 – Метод гідравлічного налаштування

Заміна букси

Для заміни букси клапана без зливу води із системи може бути застосовано ключ ChangeFix.

Якщо клапан не під тиском, то можна замінити буксу ключем **TS-90**.

1.2.2. Термостатична головка

Термостатична головка HERZ є пропорційним регулятором температури прямої дії з сильфонним або толоковим датчиком. Шпindelь клапана приводиться в дію завдяки зміні об'єму рідини в датчику термоголовки відповідно до зміни температури повітря, що призводить до зміни кількості теплоносія, який надходить в опалювальний прилад.

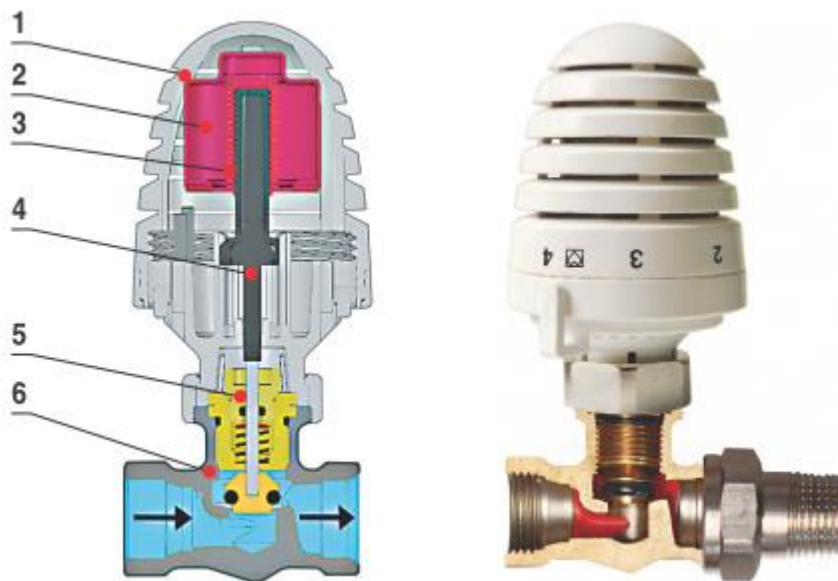


Рис. 28 – Терморегулюючий клапан в розрізі

1. Маховик: задає значення регульованої температури повітря в приміщенні
2. Датчик: реагує на зміну температури (регульована величина)
3. Сильфон датчика
4. Виконавчий елемент: перетворює зміни температури на рух штоку клапана
5. Кран-букса
6. Клапан

Термостатична головка, встановлена безпосередньо на опалювальний прилад, повинна знаходитися у горизонтальному положенні.



Рис. 29 – Термостатична головка в вертикальному положенні

Термостатична головка з виносним датчиком може встановлюватися в будь-якому положенні. Застосовується там, де температура повітря в місці установки термоголовки не дорівнює температурі приміщення (попадання сонячних променів на термоголовку, протяги, радіатор за шторами, клапан встановлений поза приміщенням тощо).



Рис. 30 – Термостатична головка з виносним датчиком

Термостатична головка з дистанційним регулюванням. Встановлюється на важкодоступні опалювальні прилади (радіатори, закриті декоративними решітками або щільними шторами; внутрішньопідлогові конвектори; розподільчі шафи з колекторами для радіаторів або теплої підлоги).



Рис. 31 – Термостатична головка з дистанційним регулюванням

Не рекомендовано встановлювати термоголовку із вбудованим датчиком температури у вертикальному положенні. У вертикальному положенні термоголовка працює некоректно.

Тепловий потік від термостатичного клапана піднімається вгору і нагріває термоголовку, в той час як в самому приміщенні задана температура ще не досягнута.

В результаті термоголовка закриває термостатичний клапан, а приміщення залишається холодним.

Чим вища температура теплоносія, тим більший недогрів приміщення.



Рис. 32 – Схема підняття теплового потоку

У термоголовці є спеціальні отвори для циркуляції повітря з приміщення через датчик температури для швидкого реагування клапана. Горизонтальне розташування термостатичної головки забезпечує оптимальний теплообмін датчика з повітрям приміщення.



Рис. 33 – Отвори для циркуляції повітря

Для коректної роботи термоголовки необхідно витримати мінімальну відстань від огорожувальних конструкцій для забезпечення циркуляції повітря через датчик температури термоголовки.

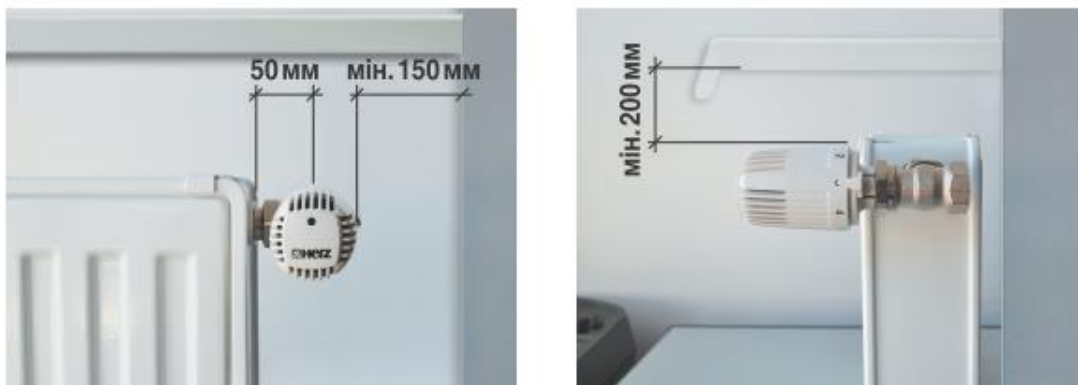


Рис. 34 – Метод розташування термоголовки

Розташування радіаторів зі стандартними терморегуляторами та підключення до трубопровідної мережі повинні забезпечити:

- Відсутність попадання сонячних променів на термоголовку.
- Відстань від підвіконня не менше 200 мм та відсутність інших конструкцій безпосередньо над радіатором.
- Горизонтальне положення термостатичної головки
- Відсутність перед радіатором штор або незнімних декоративних решіток.

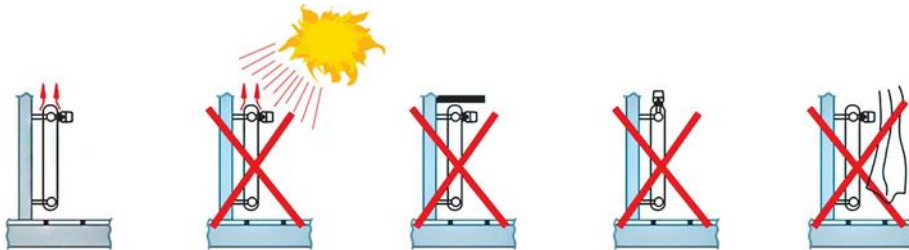


Рис. 35 – Схема розташування радіаторів

Для обмеження діапазону налаштування температури або блокування фіксованого значення налаштування, застосовуються спеціальні штифти (арт. 1 9551 XX), які встановлюються у відповідні отвори в нижній частині термоголовки.

1 Встановити маховик на бажане значення налаштування температури повітря в приміщенні.

2. Для обмеження максимального значення температури повітря в приміщенні штифт встановити ліворуч від позиції налаштування.

3. Для обмеження мінімального значення температури повітря в приміщенні штифт встановити праворуч від позиції налаштування.

4. Для блокування діапазону налаштування температури повітря в приміщенні встановити по одному штифту праворуч від нижньої межі та ліворуч від верхньої межі налаштування.

Для монтажу стандартної термоголовки (із вбудованим датчиком температури) необхідно виконати такі дії:

1. Відкрутити захисний ковпачок з термостатичного клапана радіатора.

2. Термостатичну головку встановити в положення «повністю відкрито», що відповідає положенню «max» (заводське налаштування). Повернути термостатичну головку таким чином, щоб покажчик налаштування був згори.

3. Встановити термоголовку на кран-буксу клапана та затягти рукою накидну гайку. Не докладаючи зайвих зусиль, затягти гайку за допомогою ключа SW 30.

4. Перевірити функціонування термоголовки за допомогою обертання маховика і встановити бажану температуру.



1



2



3



4

Рис. 36 – Метод монтажу термоголовки з датчиком температури

При необхідності встановлення термоголовки в громадських місцях рекомендовано використовувати модель Herzcules. Дана модель має захист від зміни налаштування, крадіжки і пошкодження.

Налаштування

1. Зубчасте кільце (2) повернути до збігу прорізів на кільці з отворами під стопорні гвинти в гайці (1).

2. Ключ для налаштування накласти на зубчасте кільце так, щоб клини були спрямовані від клапана, а виступ по центру ключа був навпроти отвору в кільці (2).

3. Засунути ключ для розблокування налаштування до упору в проміжок між кільцем (2) і циліндричною обичайкою (3).

4. Зсунути обичайку в напрямку до клапана. При цьому відкривається шкала налаштування температури. Ключ можна прибрати.

5. Утримуючи обичайку (3) обертати рукоятку до тих пір, поки бажане маркування налаштування температури не співпаде з пазом обичайки.

6. Обичайку (3) зсунути в напрямку від клапана до клацання, поки шкалу маховика не буде закрито.

7. Повернути кільце (2), закривши отвір в гайці. Температуру виставлено.

Термоголовку заблоковано.

Маховик може обертатися в обох напрямках, при цьому налаштування температури не зміниться.



Рис. 37 – Метод налаштування термоголовки

2. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

2.1 Вибір оптимальної системи опалення

Серед існуючих варіантів проектування системи опалення у багатоповерховому житловому будинку, зваживши всі переваги та недоліки даних систем, можна зробити висновок, що найефективнішою та перспективнішою в даний час є горизонтальна двотрубна поквартирна система опалення.

Поквартирні системи опалення в багатоповерхових житлових будинках - це новий вид інженерних систем в нашій країні. Поквартирні системи опалення - це такі системи, які можуть управлятися мешканцями квартири, без зміни теплового режиму сусідніх помешкань та забезпечувати поквартирний облік витрати теплової енергії. Це спроба одночасного вирішення двох суперечливих завдань - підвищення теплової комфортності житла й енергозбереження. Актуальність вирішення цієї задачі усвідомлюють і проектувальники, і будівельники, і муніципальні служби, і навіть політики, ратуючи за житлово-комунальну реформу.

Для того, щоб порівняно просто організувати поквартирний облік тепла, необхідно забезпечити одне введення в квартиру подаючого та зворотного трубопроводів і приєднати до них всі опалювальні прилади, розміщені в квартирі.

2.2 Склад будівельних елементів зовнішніх огорожень

Теплозахисні якості огорожень характеризуються величиною теплопередачі R_o , що чисельно дорівнює температурі, при охолодженні теплового потоку, рівного 1 Вт через 1 м³ огороження.

Так як м. Харків знаходиться в I кліматичному районі, то для огорожуючих конструкцій (зовнішніх стін, вікон, дверей, перекриттів) використовують певні опори теплопередачі R_o , що наведено в таблиці 2.1[8,9]

Таблиця 2.1 - Опори теплопередач захисних конструкцій $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

Найменування	Значення опору теплопередачі, $R_o, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
Зовнішня стіна	2,8
Підлога	3,5
Стеля	3,3
Вікно	0,5
Двері	0,44

2.3 Визначення тепловтрат через огорожуючі конструкції

Для визначення потужності опалювального устаткування і інших розрахунків усіх елементів системи (кількість котлів, поверхні опалювальних приладів а також розрахункових витрат теплоносія і потрібних для нього перерізів трубопроводів) виконується розрахунок тепловтрат усіх приміщень будинку.

Тепловтрати через зовнішні огороження будівлі при заданому тепловому режимі визначаються величиною теплового потоку у Вт і залежать від конструкції і теплофізичних властивостей будівельних матеріалів огорожень і від архітектурно-планувальних рішень будинку.

Таким чином, вірний вибір теплозахисних зовнішніх огорожень дозволяє отримати економічне розрахункове теплове навантаження на опалювальну установку [10].

Система опалення повинна компенсувати теплові втрати через будівельні огороження, втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить через відчинені двері, прорізи, щілини притворів і незачинені зимою двері (інфільтрацію).

Теплообмін через огороження між суміжними приміщеннями, які опалюються, при розрахунках тепловтрат враховуються тільки при різниці температур внутрішнього повітря цих приміщень більше 5 °C .

Загальні тепловтрати приміщень $Q_3, \text{Вт}$

$$Q_3 = kF(t_b - t_3)(1 + \beta) + 0,337 F_{\text{пр}} h_{\text{пр}} (t_b - t_3), \quad (2.1)$$

де F – розрахункова площа огорожувальної конструкції, м^2 ;

k – коефіцієнт теплопровідності даної огорожувальної конструкції, Вт/(м²·°C);

R_0 - опір теплопередачі конструкції, (м²·°C)/Вт;

t_b – розрахункова температура повітря, °C;

t_3 - розрахункова температура зовнішнього повітря, °C;

n – коефіцієнт, який враховує положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій, по відношенню до зовнішнього повітря;

β - додаткові тепловтрати в долях від основних втрат;

$F_{пр}$ – розрахункова площа приміщення, м²;

$h_{пр}$ - висота приміщення, м.

2.3.1 Визначення тепловтрат через зовнішні стіни

Маючи величини опору теплопередачі $R_0=2,8$ (м²·°C)/Вт для м. Харків підбираємо товщину зовнішньої стіни, шару утеплювача, перекриття і покриття, тип заповнення світлових прорізів та дверей, що мають дійсний опір теплопередач, але не менше необхідного, тобто

$$R^{\phi}_o > R^{\Pi}_o, \quad (2.2)$$

де R^{ϕ}_o - фактичний опір передачі.

Проводимо облік додаткових тепловтрат огороження. Всі приміщення на плані поверху нумеруємо тризначними цифрами.

Розміри тепловіддаючих огорож визначаємо згідно правил обміру. Східцеві клітки вважаємо як одне приміщення. Визначаємо поправочні коефіцієнти до розрахункової різниці температур. Одержаними даними заповнюємо відповідні графи таблиці.

Розрахунок тепловтрат визначаємо за формулою,Вт

$$Q = \frac{1}{R_0} * F * (t_g - t_o) \cdot n, \quad (2.3)$$

де F - тепловіддаюча поверхня, m^2 ;

R_0 - повний термічний опір огорожі, $(m^2 \cdot 8C)/Вт$.

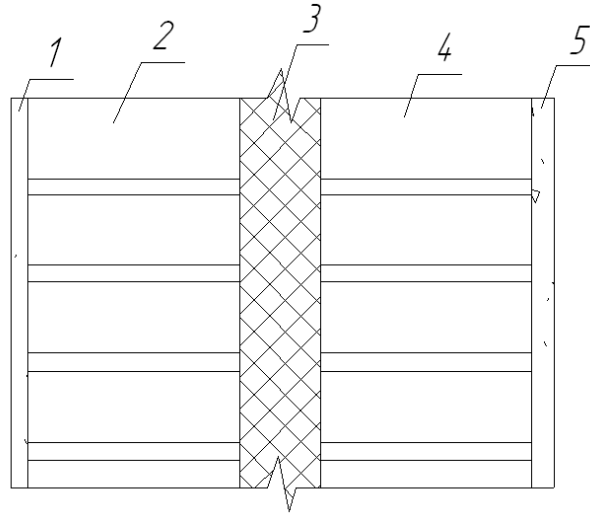


Рисунок 2.1 – Схема до розрахунку тепловтрат через зовнішні стіни

На рис. 2.1 прийнято наступні позначення:

1 шар – фактурний шар: штукатурка з вапняно – піщаної суміші ($\delta_1 = 0,015$ м; $\lambda_1 = 0,7$ Вт/($m^{\circ}C$); $\gamma_1 = 1600$ кг/ m^3);

2 шар, 4 шар – стіна: керамзитобетонна цегла ($\delta_{2,4} = 0,19$ м; $\lambda_{2,4} = 0,52$ Вт/($m^{\circ}C$); $\gamma_{2,4} = 1400$ кг/ m^3);

3 шар – утеплювач: екструзійні пінополістирольні плити ($\delta_3 = 0,073$ м; $\lambda_3 = 0,041$ Вт/($m^{\circ}C$); $\gamma_3 = 20$ кг/ m^3);

5 шар – листи гіпсові обшивні: суха штукатурка ($\delta_5 = 0,020$ м; $\lambda_5 = 0,19$ Вт/($m^{\circ}C$); $\gamma_5 = 900$ кг/ m^3).

Визначаємо термічний опір за формулою, $(m^2 \cdot 8C)/Вт$

$$R = \delta / \lambda, \quad (2.4)$$

$$R_1 = 0,015 / 0,7 = 0,21,$$

$$R_2 = R_4 = 0,19 / 0,52 = 0,37,$$

$$R_5 = 0,020 / 0,19 = 0,105.$$

Тоді необхідний термічний опір утеплювача, $(m^2 \cdot 8C)/Вт$:

$$R_{ум} = R_0 - \left(\frac{1}{\alpha_s} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s} \right), [M^2 \cdot 8C / Bm] \quad R_{ум} = R_0 - \left(\frac{1}{\alpha_s} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s} \right), [M^2 \cdot 8C / Bm] \quad (2.5)$$

$$R_{ym} = 2,8 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,021 + 0,37 + 0,37 + 0,105 + \frac{1}{23} \right) = 1,78 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)}.$$

$$R_{ym} = 2,8 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,021 + 0,37 + 0,37 + 0,105 + \frac{1}{23} \right) = 1,78 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)}.$$

Необхідна товщина утеплювача, м

$$\delta_{yt} = 1,78 \cdot 0,041 = 0,073.$$

Коефіцієнт теплопровідності визначається за формулою, Вт/(м² · °С)

$$k = \frac{1}{\alpha_{\varepsilon}} + \frac{1}{\sum R_i} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\varepsilon}} + \frac{1}{\sum R_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.6)$$

$$k = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{0,021+0,037+0,037+0,105+1,78} + \frac{1}{23} = 0,54$$

$$k = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{0,021+0,037+0,037+0,105+1,78} + \frac{1}{23} = 0,54$$

2.3.2 Визначення тепловтрат через перекриття – підлоги

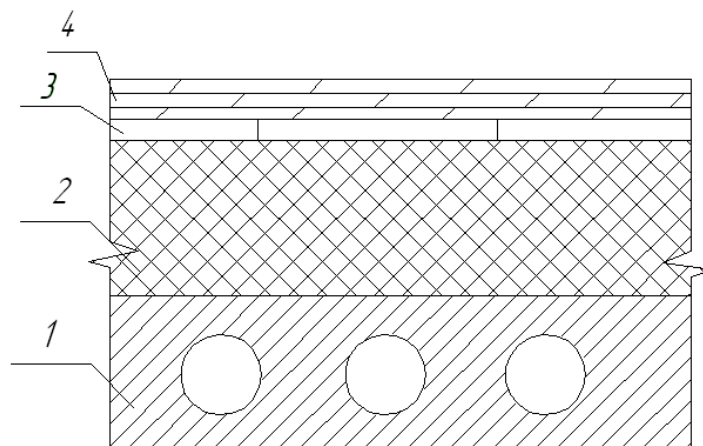


Рисунок 2.2 – Схема до розрахунку тепловтрат через перекриття підлоги

На рис. 2.2 прийнято наступні позначення:

1 – з/б плита ($\delta_1 = 0,15$ м; $\lambda_1 = 2,04$ Вт/(м·°С); $\rho_1 = 2500$ кг/м³);

2 – утеплювач: пінополістирол ($\lambda_2 = 0,05$ Вт/(м·°С); $\rho_2 = 35$ кг/м³);

3 – повітряний прошарок ($\delta_3 = 0,02$ м; $\lambda_3 = 0,15$ Вт/(м·°С); $\rho_3 = 1200$ кг/м³);

4 – доска дерев'яна: сосна поперек волокон ($\delta_4 = 0,04$ м; $\lambda_4 = 0,18$ Вт/(м·°С);

$\rho_4 = 500$ кг/м³).

Визначаємо термічний опір, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$

$$R_1 = 0,15/2,04 = 0,074,$$

$$R_3 = 0,02/0,15 = 0,13,$$

$$R_4 = 0,04/0,18 = 0,22.$$

Тоді необхідний термічний опір утеплювача, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$

$$R_{\text{ум}} = R_0 - \left(\sum \frac{\delta_i}{\lambda} \right), [\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}] \quad R_{\text{ум}} = R_0 - \left(\sum \frac{\delta_i}{\lambda} \right), [\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}] \quad (2.7)$$

$$R_{\text{ум}} = 3,5 - (0,074 + 0,13 + 0,22) = 3,07 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}).$$

$$R_{\text{ум}} = 3,5 - (0,074 + 0,13 + 0,22) = 3,07 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}).$$

Необхідна товщина утеплювача, м:

$$\delta_{\text{ут}} = 3,07 \cdot 0,05 = 0,154.$$

Коефіцієнт теплопровідності визначається за формулою, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$

$$k = \frac{1}{R_{\text{зан}}} k = \frac{1}{R_{\text{зан}}}, \quad (2.8)$$

$$k = \frac{1}{0,074 + 3,07 + 0,13 + 0,22} = 0,29 \quad k = \frac{1}{0,074 + 3,07 + 0,13 + 0,22} = 0,29$$

2.3.3 Визначення тепловтрат через перекриття – стелі

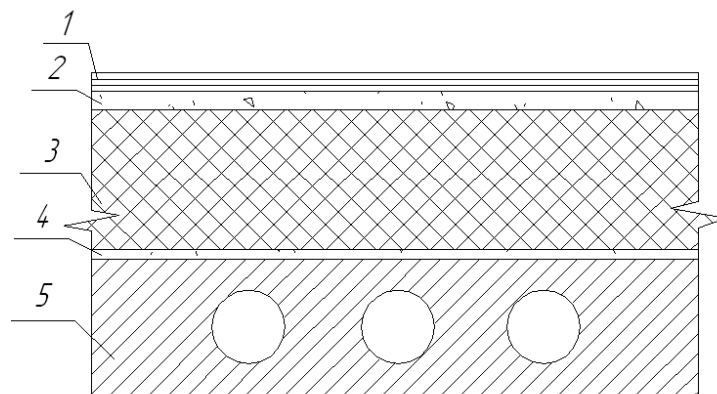


Рисунок 2.3 – Схема до розрахунку тепловтрат через перекриття стелі

На рис. 2.3 прийнято наступні позначення:

1 – повітроізоляційний шар в 3 шари руберойду ($\delta_1 = 0,02$ м;
 $\lambda_1 = 0,17$ $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$; $\rho_1 = 600$ $\text{кг}/\text{м}^3$);

2 – вирівнювальний шар цементно – піщаною розчину ($\delta_2 = 0,02$ м; $\lambda_2 = 0,81$ Вт/(м·°C); $\rho_2 = 1600$ кг/м³);

3 – утеплювач: пінополістирол ($\lambda_3 = 0,05$ Вт/(м·°C); $\rho_3 = 35$ кг/м³);

4 – пароізоляційний шар бітуму ($\delta_4 = 0,01$ м; $\lambda_4 = 0,27$ Вт/(м·°C); $\rho_4 = 1400$ кг/м³);

5 – з/б плита ($\delta_5 = 0,15$ м; $\lambda_5 = 2,04$ Вт/(м·°C); $\rho_5 = 2500$ кг/м³).

Визначаємо термічний опір, (м²·°C)/Вт:

$$R_1 = 0,02/0,17 = 0,12,$$

$$R_2 = 0,02/0,81 = 0,02,$$

$$R_4 = 0,01/0,27 = 0,037,$$

$$R_5 = 0,15/2,04 = 0,074.$$

Тоді необхідний термічний опір утеплювача, (м²·°C)/Вт

$$R_{ym} = 3,3 - (0,12 + 0,02 + 0,037 + 0,074) = 3,05 \text{ (м}^2\text{·°C/Вт)}.$$

$$R_{ym} = 3,3 - (0,12 + 0,02 + 0,037 + 0,074) = 3,05 \text{ (м}^2\text{·°C/Вт)}.$$

Необхідна товщина утеплювача, м

$$\delta_{yt} = 3,05 \cdot 0,05 = 0,153.$$

Коефіцієнт теплопровідності визначається за формулою, Вт/(м²·°C)

$$k = \frac{1}{0,12+0,02+0,037+0,074} = 0,3k = \frac{1}{0,12+0,02+0,037+0,074} = 0,3$$

2.3.4 Визначення тепловтрат через вікна

Необхідний термічний опір вікон для першої температурної зони

$$R_o = 0,5 \text{ (м}^2\text{·°C)/Вт [8,9]}.$$

Коефіцієнт теплопередачі вікна, Вт/(м²·°C):

$$k = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{0,5} = 2k = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{0,5} = 2$$

2.3.5 Визначення тепловтрат через двері

Необхідний термічний опір дверей для першої температурної зони

$$R_o = 0,44 \text{ (м}^2 \cdot \text{8С)/Вт [8,9].}$$

Коефіцієнт теплопередачі вікна, Вт/(м² ·°С):

$$k = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{0,44} = 2,27 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

2.4 Підбір обігрівальних приладів для системи опалення

Для опалення будинку застосовують двотрубну систему опалення із верхньою розводкою, яка підключається до модульної дахової котельні.

Опалювальні прилади є основними елементами системи опалення і повинні відповідати певним технологічним, санітарно-гігієнічними, техніко-економічним, архітектурно – будівельним вимогам.

В даному проекті пропонується встановити сталеві панельні радіатори DELTA. Радіатори DELTA мають гарантію 6 років з врахуванням експлуатації за призначенням. Строк експлуатації – не менше 10 років [4].

Основні технічні параметри радіаторів наведено у таблиці 2.2.

Переваги радіаторів DELTA:

- невеликий об'єм води сталевого панельного радіатора, швидкий нагрів і економія енергії;
- сучасний дизайн і високоякісна обробка поверхні;
- компактність при підвищенні теплової віддачі;
- висока стійкість матеріалів;
- зручність і простота монтажу.

Загальні тепловтрати в будинку, за даними теплотехнічного розрахунку, склали 3,9 кВт.

Таблиця 2.2 - Основні технічні параметри радіаторів DELTA (тип 22)[4]

Робочий тиск, МПа	до 0,87
Випробовуваний тиск, МПа	до 1,3
Максимальна температура	до 110

теплоносія, °С	
Температура навколишнього повітря, °С	0-90
Габаритна висота, мм	300, 400, 500, 600, 900
Міжцентрова відстань, мм	245, 345, 445, 545, 845
Габаритна довжина, мм	400-1200 (крок 100), 1200-3000 (крок 200)
Загальна маса, кг	27,2
Об'єм води, л	5,0
Коефіцієнт протока, м ²	1,0·10 ⁻⁴
Коефіцієнт місцевого опору	2,5

Таблиця 2.3 - Характеристика радіаторів DELTA [4]

Тип радіатора	Висота, мм	Довжина, мм	Загальна маса радіатора, кг	Об'єм води, л/секція
DELTA 22	500	600	15,8	3,2
	500	700	18,5	3,7
	500	800	21,1	4,2
	500	900	24,8	4,8
	500	1000	26,4	5,3
	500	1100	29,0	5,8
	500	1200	31,7	6,4
	500	1400	37,0	7,4

Для системи опалення 9-ти поверхового житлового будинку застосовуються дахова модульна котельня з 4 модулями нагріву марки МН – 120 фірми «Укрінтерм» 120 кВт кожний [2].

Схемою котельні передбачено приготування теплоносія для системи опалення і підігрів води для гарячого водопостачання. В якості палива використовується природній газ. Вихідні дані:

- розрахункові параметри теплоносія в системі опалення 90 – 70 °С.
- розрахункова температура гарячої води в системі ГВ 55 – 5 °С.
- система теплопостачання -закрита.

Характеристика дахової котельні наведена в таблиці 2.4. [2]

Таблиця 2.4 – Характеристика дахової котельні

Найменування	Одиниці вимірювання	Величина
Встановлювальні нагрівальні модулі МН – 120	компл.	4
Встановлена теплопродуктивність нагрівальних модулів	кВт	480
Годинна витрата палива	$\frac{м^3}{год}$	51,6
Річна витрата палива	$\frac{тис.м^3}{рік}$	535
Річна витрата умовного палива	тис. т.у.п./рік	615
Річний відпуск тепла	ГДж/рік	7774,8
Облік витрати газу лічильником РГК – 250 – Ех	шт	1
Газоаналізатор димових газів Дельта – 65	шт	1
Сигналізатор загазованості «Лелека»	шт	1

Нагрівальні модулі МН-120 складаються з окремих елементів, які являють собою проточні водонагрівачі, до складу яких входять газові пальники з електронним розпалюванням, теплообмінники для нагріву теплоносія, циркуляційні насоси, запірні і регулююча арматура.

Для регулювання температури теплоносія в системі опалення проектом передбачено модулі-регулятори температури АРД-65 які обладнані циркуляційними насосом ТРД65/240 і погодними регуляторами температури з трьохходовим клапаном з електроприводом.

Для нагріву гарячої води проектом передбачено модулі нагріву гарячої води

МГВ-2П, які обладнані циркуляційним насосом UPS50/180 первинного контуру і циркуляційним насосом UPS50/180 системи ГВ і регулятором температури з трьохходовим клапаном з електроприводом. Характеристика нагрівального модуля МН – 120 (по даним заводу виготовлювача) наведена в таблиці 2.5 [2].

Таблиця 2.5 – Характеристика нагрівального модуля МН – 120 [2]

Найменування	Одиниці вимірювання	Величина
Номінальна теплова потужність	кВт	120
Номінальна теплопродуктивність	кВт	108
Номінальний тиск газу	Па	1274
Максимальна витрата газу при $t=20^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{атм}}=760\text{мм.рт.ст.}$	$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	12,9
Коефіцієнт корисної дії, не менше	%	90
Робочий тиск теплоносія, не менше	МПа	0,6
Максимальна температура теплоносія, не більше	$^{\circ}\text{C}$	95
Діапазон регулювання температури на виході з модуля, не менше	$^{\circ}\text{C}$	50-95
Температура продуктів згорання на виході з модуля, не менше	$^{\circ}\text{C}$	110
Електрична потужність, не більше	Вт	500
Маса модуля	кг	170
Питома витрата газу	$\frac{\text{м}^3}{\text{МВт}}$	119,5

2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення

Системи опалення являють собою розгалужену мережу теплопроводів, які виконують важливу функцію – розподілення теплоносія по опалювальним приладам.

Метою гідравлічного розрахунку є визначення економічних діаметрів теплопроводів при заданих теплових навантаженнях і розрахунковому циркуляційному тиску, який встановлений для цієї системи.

Розрахунок трубопроводів проведено, коли визначено тепловтрати приміщень, вибрано і розміщено опалювальні прилади, складена схема теплопроводів в аксонометрії.

Гідравлічний розрахунок системи опалення складається з трьох етапів:

а. розбивання системи на ділянки і приймання діаметрів трубопроводів на цих ділянках;

б. по таблицям визначено швидкість руху теплоносія на даній ділянці, питомі втрати тиску і втрати тиску на місцевих опорах, визначають сумарні втрати тиску в системі;

в. виконано перевірку: якщо запас тиску не перевищує 10% то діаметри трубопроводів підібрано правильно, в іншому випадку виконують перерахунок.

Перший етап.

Розбиваємо систему на окремі ділянки і визначають витрату теплоносія по кожній ділянці. Значення витрат теплоносія кожної ділянки наносять на аксонометричну схему.

Витрати води визначаються за формулою, кг/год

$$G=0,86 \cdot (Q/(t_1-t_2)), \quad (2.9)$$

де Q – теплове навантаження, Вт;

t_1, t_2 – температура теплоносія, °С.

Другий етап.

Орієнтуючись на витрату води визначаємо діаметр трубопроводів, питомі втрати тиску на тертя на 1 м і швидкість руху води в трубопроводі, які заносять до таблиці гідравлічного розрахунку.

Витрати на місцевих опорах визначаємо за формулою

$$Z=\zeta \cdot h. \quad (2.10)$$

Третій етап.

Просумувавши втрати тиску в системі порівнюємо його з розрахунковим. При розрахунках величиною природного тиску нехтуємо, тоді:

$$P_p = P_{ш} = (80 | 100) \cdot \zeta. \quad (2.11)$$

2.6 Система гарячого водопостачання

2.6.1 Підбір обладнання для системи гарячого водопостачання

Для системи ГВП будинку застосовують установки приготування гарячої води, які розміщують у кожній квартирі.

УГВнс повинні відповідати певним технологічним, санітарно-гігієнічними, техніко-економічним, архітектурно – будівельним вимогам.

В даному проекті пропонується встановити настінні установки УГВнс фірми «Укрінтерм». УГВнс мають гарантію 3 роки з врахуванням експлуатації по призначенню. Строк експлуатації – не менше 10 років [1].

Основні технічні параметри УГВнс наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Основні технічні параметри УГВнс [1]

Найменування	Величина
Номінальна теплова потужність, кВт	90
Витрата гарячої води, л/хв	30
Максимальна температура води, що нагрівається, °С	60
Температура навколишнього повітря, °С	0-90
Максимальний тиск води, МПа	1
Напруга електроживлення, В/Гц	220/50
Максимальна електрична потужність, кВт	0,34
Максимальний струм, А	1,38
Габаритні розміри, мм	365x710x928
Маса, кг	30

Установки приготування гарячої води УГВнс мають такі основні функції: приготування гарячої води в необхідній кількості для споживання.

В конструкції тепло центру використовується паяний пластинчастий теплообмінник компанії Alfa Laval.

В установці теплоцентру УГВнс 90 встановлені насоси фірми Grundfos – насос первісного контуру UPS 25-80 , насос вторинного контуру UPS 25-40.

2.6.2 Визначення розрахункових витрат холодної та гарячої води

Максимальна секундна витрата води на розрахунковій ділянці мережі гарячого (холодного) водопостачання $q^{h(c)}$ при гідравлічному розрахунку подаючих трубопроводів визначається за формулою [11], л/с

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

де $q_0^{h(c)}$ – секундна витрата води, для житлових будинків з централізованим гарячим водопостачанням при наявності ванн, умивальників та мийок приймається $0,2 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}}\right)$;

α – коефіцієнт що приймається згідно [11, додаток 4], в залежності від добутку загальної кількості приладів N на розрахунковій ділянці, і ймовірності їхньої дії P .

Ймовірність дії санітарно-технічних приладів P в житлових будинках визначається по формулі [11]

$$P = \frac{q_{\text{hr,u}}^h U}{3600 q_0^h N}, \quad (2.13)$$

де $q_{\text{hr,u}}^h$ – витрата гарячої (холодної) води одним споживачем л/год, в години найбільшого водоспоживання (гарячої - 9,2 л/год, холодної – 10,5 л/год);

U – кількість споживачів (мешканців) в будинку ($U=220$ чол);

N – кількість водорозбірних приладів (N : гаряче водопостачання - 279шт., холодне водопостачання – 354 шт.).

Ймовірність дії санітарно-технічних приладів P в житлових будинках для гарячого водопостачання

$$P = \frac{9,2 \cdot 220}{3600 \cdot 0,2 \cdot 270} = 0,010076$$

$$N \cdot P = 279 \cdot 0,010076 = 2,811 \text{ приймаємо } \alpha = 1,763.$$

Ймовірність дії санітарно-технічних приладів P в житлових будинках для холодного водопостачання

$$P = \frac{10,5 \cdot 220}{3600 \cdot 0,2 \cdot 354} = 0,009063$$

$$N \cdot P = 354 \cdot 0,009063 = 3,208 \text{ приймаємо } \alpha = 1,917.$$

Максимальна годинна витрата гарячої води q_{hr}^h , $m^3/ч$, визначається за формулою, $m^3/год$

$$q_{hr}^h = 0,005 q_{o,hr}^h \alpha_{hr}, \quad (2.14)$$

де $q_{o,hr}^h$ – годинна витрата води водорозбірним приладом, $(\frac{l}{год})$, (для житлових будинків, що обладнані ваннами, умивальниками і мийками допускається приймати $q_{o,hr}^h = 200 (\frac{l}{год})$);

α_{hr} – коефіцієнт, що визначається згідно [11, додаток 4], в залежності від загальної кількості приладів N , які обслуговуються системою що проектується, на ймовірність їх використання P_{hr} , що визначається за формулою

$$P_{hr} = \frac{3600 P q_o^h}{q_{o,hr}^h}. \quad (2.15)$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 168 = 168.$$

Ймовірність використання

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,010076 \cdot 0,2}{200} = 0,03627$$

$$N \cdot P = 0,03627 \cdot 279 = 10,12 \quad \text{приймаємо } \alpha = 168.$$

Середньо годинна часова витрата q_T^h за період найбільшого водоспоживання T , визначається за формулою, м³/год

$$q_T^h = \frac{q_n^h U}{1000 T}, \quad (2.16)$$

де q_n^h – нормальна витрата гарячої води, л, одним споживачем в сутки найбільшого водоспоживання, приймаємо по додатку 3 [11];

U – кількість споживачів

$$q_T^h = \frac{110 \cdot 220}{1000 \cdot 24} = 1,008$$

Середня годинна витрата води за середні сутки $q_{T,m}^h$ визначається по формулі [11], л/доб

$$q_{T,m}^h = \frac{q_{n,m}^h U}{1000 T}, \quad (2.17)$$

де $q_{n,m}^h$ – витрата гарячої води, л/доб, одним споживачем в середні сутки, приймаємо по додатку 3 [11]

$$q_{Tm}^h = \frac{90 \cdot 220}{1000 \cdot 24} = 0,825$$

2.6.3 Визначення розрахункових витрат теплових потоків на потреби гарячого водопостачання

Середньогодинний тепловий потік за добу найбільшого водоспоживання Q_T^h визначається по формулі [12], кВт

$$Q_T^h = 1,16q_T^h(55 - t^c) + Q^{ht} \quad (2.18)$$

Розрахункова величина Q^{ht} може бути визначена в долях K^t від середнього динної витрати Q_T^h по формулі [12], кВт

$$Q^{ht} = K^t Q_T^h \quad (2.19)$$

де t^c – температура холодної води, °С, в системі водопроводу; при відсутності даних її необхідно приймати рівною 5 °С;

Q^{ht} – тепловтрати трубопроводами системи гарячого водопостачання, кВт.

При $K^t = 0,2$

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 1,008 \cdot (55 - 5) + 11,7 = 70,164$$

$$Q^{ht} = 1,16 \cdot 1,008 \cdot (55 - 5) \cdot 0,2 = 11,7$$

Середньогодинний тепловий потік за середні сутки, $Q_{T,m}^h$ визначається по формулі [12], кВт

$$Q_{T,m}^h = 1,16q_{T,m}^h(55 - t^c) + Q^{ht} \quad (2.20)$$

$$Q_{T,m}^h = 1,16 \cdot 0,825 \cdot (55 - 5) + 9,57 = 57,42$$

$$Q^{ht} = 1,16 \cdot 0,825 \cdot (55 - 5) \cdot 0,2 = 9,57$$

Максимальний тепловий потік на протязі часу найбільшого водоспоживання Q_{hr}^h визначається по формулі [12], кВт

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h(55 - t^c) + Q^{ht} \quad (2.21)$$

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 168 \cdot (55 - 5) + 1948,8 = 11692,8$$

$$Q^{ht} = 1,16 \cdot 168 \cdot (55 - 5) \cdot 0,2 = 1948,8$$

Сумарний тепловий потік визначається за формулою [12], кВт

$$\Sigma Q^{ht} = Q_T^h + Q_{T,m}^h + Q_{h,z}^h \quad (2.22)$$

$$\Sigma Q^{ht} = 70,164 + 57,42 + 11692,8 = 11820,4$$

2.6.4 Моделювання гідравлічного режиму системи холодного водопостачання

Для ділянки №1

$$q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,23 = 0,23$$

Втрати напору на ділянках трубопроводів систем холодного водопостачання необхідно визначати за формулою [11], м:

$$H = i l (1 + K_l) [м], \quad (2.23)$$

де i – питомі втрати напору, що приймаються по номограмі або таблиці [12, додаток 6];

l – довжина ділянки м;

K_l – коефіцієнт, який враховує втрати напору в місцевих опорах, значення якого необхідно приймати:

- 0,3 – в мережах господарсько – питних водопроводів житлових і громадських будівель;

- 0,2 – в мережах об'єднаних господарсько – протипожежних водопроводів житлових та громадських будівель, а також в мережах побутових водопроводів;

- 0,15 – в мережах об'єднаних продуктивних протипожежних водопроводів;

- 0,1 – в мережах протипожежних водопроводів.

$$H = 95,8 \cdot 3 \cdot (1 + 0,3) = 373,62$$

2.6.5 Моделювання гідравлічного режиму системи гарячого водопостачання

Для ділянки №1

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,2 = 0,2$$

Втрати напору на ділянках трубопроводів закритих систем гарячого водопостачання необхідно визначати з урахуванням заростання труб за формулою [11], м

$$H = i l (1 + K_l) \text{ [м]}, \quad (2.24)$$

де i – питомі втрати напору, що приймаються по номограмі або таблиці [6];

l – довжина ділянки м;

K_l – коефіцієнт, який враховує втрати напору в місцевих опорах, значення якого необхідно приймати [11]:

- 0,2 – для подаючих і циркуляційних розподільчих трубопроводів;
- 0,5 – для трубопроводів в межах теплових пунктів, а також трубопроводів водорозбірних стояків з рушник осушками;
- 0,1 – для трубопроводів водорозбірних стояків без рушникосушок і циркуляційних стояків.

$$H = 435 \cdot 1 \cdot (1 + 0,2) = 522$$

2.6.6 Визначення тепловтрат і циркуляційних витрат у подаючих трубопроводах системи ГВП

Циркуляційна витрата гарячої води q^{cir} , необхідно визначати по формулі [11], л/с

$$q^{\text{cir}} = \beta \frac{\sum Q^{\text{ht}}}{4,2 \Delta t} \quad (2.24)$$

де $\sum Q^{ht}$ – сумарні тепловтрати подаючими трубопроводами системи ГВС, кВт;

Δt – різниця температур в подаючих трубопроводах системи від водопідігрівача до найбільш віддаленої водорозбірної точки, °С;

β – коефіцієнт розрегулювання циркуляції.

Для даної системи приймаємо $\Delta t = 10$ °С і $\beta = 1$.

Для ділянки №1

$$q^{cir} = 1 \frac{13,5}{4,2 \cdot 10} = 0,321$$

Дані розрахунку заносимо до таблиці 2.7.

Тепловтрати ділянкою трубопроводу Q^{ht} визначаються за формулою, Вт

$$Q^{ht} = ql, \quad (2.25)$$

де q – тепловтрати на 1 м трубопроводу, Вт/м;

l – довжина ділянки трубопроводу, м.

Для ділянки №1

$$Q^{ht} = 13,5 \cdot 1 = 13,5(\text{Аò}).$$

Довжина водорозбірного поверхостояка повинна включати довжину рушникосушки. Значення q в залежності від умов прокладання приведені в [12, додаток 7].

Дані розрахунку заносимо до таблиці 2.7.

Секції	№ ділянки	Довжина L, м	Діаметр d, мм	Втрати теплоти			q^{cir} л/с	K_{cir}
				q , Вт/м	Q^{ht} , Вт	$\sum Q^{ht}$, Вт		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,1	1	1	15	13,5	13,5	13,5	0,321	0
	2	13,85	15	13,5	186,98	200,475	4,773	0
	3	6	15	13,5	81	281,475	6,702	0
	4	9,3	15	13,5	125,55	407,025	9,691	0
	5	4	15	13,5	54	461,025	10,98	0
1,2	1	1	15	13,5	13,5	13,5	0,321	0
	2	6	15	13,5	81	94,5	2,25	0
	3	13,85	15	13,5	186,98	281,475	6,702	0
	4	10,52	15	13,5	142,02	423,495	10,08	0
2,1	1	1	15	13,5	13,5	13,5	0,321	0
	2	2,5	15	13,5	33,75	47,25	1,125	0
	3	1	15	13,5	13,5	60,75	1,446	0
	4	10,5	15	13,5	141,75	202,5	4,821	0
	5	6,2	15	13,5	83,7	286,2	6,814	0
	6	2	15	13,5	27	313,2	7,457	0
2,2	1	1	15	13,5	13,5	13,5	0,321	0
	2	5,5	15	13,5	74,25	87,75	2,089	0
	3	3	15	13,5	40,5	128,25	3,054	0
	4	6,2	15	13,5	83,7	211,95	5,046	0
	5	2	15	13,5	27	238,95	5,689	0
2,3	1	1	15	13,5	13,5	13,5	0,321	0
	2	2,5	15	13,5	33,75	47,25	1,125	0
	3	1	15	13,5	13,5	60,75	1,446	0
	4	10,5	15	13,5	141,75	202,5	4,821	0
	5	6,2	15	13,5	83,7	286,2	6,814	0
	6	2	15	13,5	27	313,2	7,457	0
2,4	1	1	15	13,5	13,5	13,5	0,321	0
	2	6,2	15	13,5	83,7	97,2	2,314	0
	3	3	15	13,5	40,5	137,7	3,279	0
	4	10,7	15	13,5	144,45	282,15	6,718	0
	5	1	15	13,5	13,5	295,65	7,039	0
	6	2,5	15	13,5	33,75	329,4	7,843	0
	7	2	15	13,5	27	356,4	8,486	0

Таблиця 2.7 - Розрахунок тепловтрат і циркуляційних витрат

В даному розділі за результатами теплотехнічного розрахунку встановлено загальні тепловтрати будинку, які складають 386,89 кВт, а також підібрані обігрівальні прилади для системи опалення дев'ятиповерхового житлового будинку в місті Харків. Обігрівальні прилади та розводка трубопроводів системи опалення нанесені на типових поверхах будинку. На основі розроблених аксонометричних схем та за результатами моделювання гідравлічного режиму системи опалення підібрано діаметри трубопроводів, а також розраховано

сумарні витрати тиску в системі опалення, які склали 371,3 кПа.

В даному розділі були визначені розрахункові витрати холодної та гарячої води для кожної ділянки трубопроводу. Визначені розрахункові витрати теплових потоків на потреби гарячого водопостачання, які склали 11820,4 кВт. Розводка трубопроводів системи гарячого водопостачання нанесені на типових поверхах будинку. На основі розроблених аксонометричних схем та за результатами моделювання гідравлічного режиму систем холодного та гарячого водопостачання підібрано діаметри трубопроводів, а також розраховано втрати напору на ділянках. Сумарні втрати напору для ХВП склали 90,824 м. Сумарні втрати напору для ГВП: для секції 1,1 – 24 м; 1,2 – 22,6 м; 2,1 – 16,2 м; 2,2 – 11,1 м; 2,3 – 16,2 м; 2,4 – 21,1 м. Також, були розраховані тепловтрати і циркуляційні витрати у подаючих трубопроводах системи ГВП для кожної ділянки.

2.7 Принципова дія системи опалення, що прийнята до експлуатації

В проекті передбачається експлуатація та налагодження системи опалення житлового дев'ятиповерхового будинку з вбудованими приміщеннями. В будинку проектується індивідуальне опалення за допомогою дахової модульної котельні.

Конструкція зовнішніх стін: штукатурка з вапняно – піщаної суміші - 0,015м; керамзитобетонна цегла - 0,19 м; екструзійні пінополістирольні плити - 0,073 м; керамзитобетонна цегла - 0,19 м; листи гіпсові обшивні - 0,020 м.

Внутрішні системи водяного опалення виконані двотрубними стальними трубами $d_y15\text{мм}$, $d_y20\text{мм}$, $d_y32\text{мм}$, $d_y40\text{мм}$, $d_y50\text{мм}$, $d_y70\text{мм}$ в конструкції плінтуса з горизонтальною розводкою.

Система опалення будинку складається:

- а. нагрівальних приладів – сталеві радіатори «DELTA» типу 22РККР;
- б. в кожній квартирі розташований – датчик для регулювання температури;
- в. мережа трубопроводів;
- г. регулюючих пристроїв;
- д. опалення від дахової модульної котельні.

Опалювальні пристрої розташовують під вікнами, відстані до стін, підвіконня обумовлюються конструкцією приладів.

2.7.1 Технічні характеристики основного обладнання

Запроектовану систему опалення передбачено для забезпечення нормованих показників температур в житловій будівлі та підтримання їх незалежно від змін температури зовнішнього повітря.

Поквартирна двотрубна система опалення виконується за допомогою модульної дахової котельні. Котельня розміщена на даху, посередині будинку. В котельні має бути забезпечений вільний доступ до обладнання та арматури. Всі манометри необхідно встановити на одній висоті, щоб їхні показники було видно з підлоги. Модулі фіксуються за допомогою анкерних болтів на попередньо передбачені бетонні фундаменти.

Трубопроводи на систему опалення – подаючий та зворотній, виходять з модулів і кріпляться за допомогою хомутів на спеціальних опорах, які фіксуються анкерними болтами. Хомути за допомогою болтів надають надійне закріплення трубопроводів.

Для трубопроводів в котельні передбачена ізоляція з пінополіетилену фірми THERMAFLEX для захисту від замерзання теплоносія. Подальша розводка ізольованих трубопроводів виконується на даху будинку, які з'єднують 8 стояків. Система опалення по квартирна, то стояк передбачений в кожній з квартир. На стояку передбачена арматура для автоматичного регулювання перепаду тиску, яка разом с трубопроводами закривається у «коробці» з встановленням зорового лючка, який виготовлений з листової сталі і замком, що полегшує доступ до стоякової арматури. Прокладання трубопроводів у квартирі відбувається у плінтусній системі, яка являє собою спеціальний плінтус – профіль ПВХ, комплект нижнього підключення SL/VK1 для радіаторів, кріплення для трубопроводів, з послідовним підключенням радіаторів фірми DELTA типу 22 РКР, до радіаторів підводяться подаючий та зворотній трубопроводи, а також встановлюється терморегулятор для можливості регулювання температури у приміщенні.

2.7.2 Експлуатація на весь період служби системи

Експлуатація систем опалення повинна забезпечувати дотримання нормативних температурно – вологісних параметрів повітряного середовища у споживачів.

Види робіт для системи опалення: промивання системи проводиться після закінчення опалювального періоду, а також, після монтажу, капітального ремонту, текучого ремонту із заміною труб.

Системи промиваються водою в кількості, яка перевищує розрахункову витрату теплоносія в 3 – 5 разів, щороку після опалювального періоду, при цьому досягається повне освітлення води.

Для захисту від внутрішньої корозії системи повинні бути постійно заповненні хімічно очищеною водою або конденсатом.

Випробовування ні міцність і щільність обладнання систем проводяться щорічно після закінчення опалювального періоду для виявлення дефектів, а також перед початком опалювального періоду після закінчення ремонту.

Поточний ремонт систем проводить не рідше 1 разу на рік, як правило, у літній період, і закінчується не пізніше, ніж за 15 днів до початку опалювального періоду.

При експлуатації систем опалення забезпечується:

- рівномірне прогрівання всіх опалювальних приладів;
- залив верхніх точок системи;
- не перевищення допустимого для опалювальних приладів тиску води в системі;
- підтримання розрахункового коефіцієнта змішування на елеваторному вузлі або насосному змішувальному обладнанні;
- повна концентрація пари, яка поступає до нагрівальних приладів, виключення її прольотів;
- повернення конденсату з системи.

Для досягнення цих цілей необхідно виконання таких експлуатаційних вимог:

- тиск в зворотному трубопроводі для водяної системи встановлюється вище статичного не менше, ніж на 0,05 МПа (0,5 кгс/см²), але який не перевищує максимально допустимого тиску для найменш міцного елементу системи;
- в водяних системах при температурі вище 100⁰С тиск в верхніх точках системи повинен бути вище розрахункового не менше, ніж на 0,05 МПа для запобігання скипанню води при розрахунковій температурі теплоносія;
- заповнення і підживлення незалежних систем водяного опалення виконується пом'якшеною деаерованою водою з теплових мереж;
- максимальна температура поверхні опалювальних приладів повинна відповідати призначенню опалювального приміщення і встановленим санітарним нормам і правилам.

В процесі експлуатації опалювальних систем персоналу слідє виконувати наступні роботи:

- оглядати елементи систем, скритих від постійного нагляду, не рідше 1 раз на місяць;
- оглядати найбільш відповідальні елементи системи (насоси, арматуру тощо) не рідше 1 раз в тиждень;
- видаляти періодично повітря з системи опалення згідно інструкції с експлуатації;
- очищати зовнішню поверхню опалювальних приладів від пилу та бруду не рідше 1 раз в тиждень;
- промивати фільтри і грязьовики. Строки промивання грязьовиків встановлюються в залежності від ступеня забруднення, яка визначається по різниці показів манометра до і після грязьовика [46].

2.7.3 Пуск, випробування та налагодження робочих режимів системи та її елементів

Пускові випробування проводять після монтажу нових систем або капітального ремонту. Призначені вони для визначення придатності системи до експлуатації. В процесі експлуатації в трубах відкладається шлам. Допустима зміна різних характеристик системи періодично перевіряється експлуатаційними

випробуваннями. Всі види випробування проводять по спеціальній програмі, яка враховує цілі дослідження.

Пуск систем теплопостачання в експлуатацію проводить пускова бригада по програмі, складеній керівником прийомочної комісії. В програмі міститься пускова схема з описом планів пуску і розстановкою працюючих. За основу пускової схеми приймається виконавча схема змонтованої системи опалення. В плані пуску вказується послідовність операцій, тривалість видержки тиску в різні періоди. Пуск системи складається із операцій наповнення, промивки, прогріву і випробування.

Пуск системи починається з наповнювання водою через зворотний трубопровід. Відповідно на зворотному трубопроводі перекриваються всі спускні крани й засувки на відгалуженнях. Після заповнення всієї ділянки здійснюється витримка, в межах 2-3 год., для кінцевого виведення повітря, що накопичилося. В теплий період року система наповнюється холодною водою. При температурі зовнішнього повітря нижче $+1^{\circ}\text{C}$ воду рекомендується нагрівати до 50°C [10].

Наступним етапом є гідравлічне промивання системи опалення для видалення бруду і шламу. При цьому наповнити система водою з водопроводу, а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системи опалення за допомогою шланга. Під час наповнення системи водою повітря з системи випустити через повітровипускні крани до появи з них струменя води. Під час випробування системи опалення основним завданням є запуснути в дію якомога більше приладів і прогріти більше приміщень. Тому всі дрібні дефекти (течії, свищі та тріщини в трубах) усунути за допомогою простих тимчасових заходів: обмотуванням ізоляційною стрічкою, встановленням хомутів з гумовими прокладками тощо, фіксуючи при цьому місця де течії припинені цим способом.

Після зовнішнього огляду до початку малярних, тепло ізолювальних та інших робіт система опалення випробувати на міцність і герметичність. Для очного виявлення місць з дефектами кожен систему випробувати окремими ланками, а потім всю в цілому.

Щоб виявити дефекти спричинені температурним подовженням, перед початком випробувань систему заповнюється водою, прогріти до розрахункової

температури протягом доби, потім охолодити. Після цього відключити систему від трубопроводу.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробовувати систему водяного опалення гідростатичним методом – тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск ($P=0,75$ МПа), але не менше за 0,2 МПа в нижній точці системи опалення.

Гідравлічне випробування системи опалення виконати в два етапи: 1-й етап на протязі 30 хв. двічі піднімати тиск до розрахункової величини через кожні 10 хв. Наступні 30 хв. Падіння тиску в системі не повинно перевищувати 0,06 МПа. 2-й етап – наступні 2 год падіння тиску (від досягнутого на 1-му етапі) не повинно бути більше ніж 0,02 МПа.

В результаті виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, систему спорожнити і усунути дефекти, а потім гідравлічне випробування повторити. Після гідравлічного випробування водопровідну воду, що є в системі опалення, злити каналізацію.

Ефективність системи опалення визначити після її семигодинної безперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижче 50°C і робочим тиском.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Запущена в роботу система опалення має прогріватись протягом 24 год., після того провести її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В результаті огляду виявити рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевірити розрахункові температури теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях, проконтролювати безшумність системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

Завдання наладки є забезпечення безперебійного приготування тепла при всіх режимах навантаження і встановити максимальну відповідність між виробленням тепла і його використанням. Договорене навантаження всіх ланок системи опалення досягається наладкою.

Налагодження може проводитись після монтування системи або ремонту діючих, така наладка називається пусковою. Під час експлуатації наладка використовується з метою покращення режимів споживання тепла.

Пускове налагодження потрібне для забезпечення розрахункового розподілення теплоносія і економічність роботи радіаторів. Досвід експлуатації показує, що розрахункова витрата тепла не завжди співпадає з дійсною необхідністю.

Налагоджувальні роботи виконують в три етапи:

- а. діагностують та випробовують систему теплопостачання з розробленими заходами, які забезпечують ефективність її роботи;
- б. реалізують розроблені заходи;
- в. виконують регулювання системи.

Проведемо розрахунок для побудови графіку температури води в подавальному і зворотному трубопроводі системи опалення при індивідуальному якісному режимі регулювання. При цьому розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{\text{в.і}} = -22^{\circ}\text{C}$ температура в подавальному трубопроводі системи опалення $\tau_{03} = 90^{\circ}\text{C}$, температура води у зворотному трубопроводі системи $\tau_{02} = 70^{\circ}\text{C}$, внутрішня і розрахункова температура в приміщеннях рівна $t_{\text{а}} = t_{\text{а.д}} = 21^{\circ}\text{C}$.

Визначаємо перепад температур води в опалювальній системі при розрахунковому режимі, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Theta = \tau_{03} - \tau_{02}, \quad (2.26)$$

$$\Delta t_0 = 0,5(\tau_{03} - \tau_{02}) - t_{\text{а.д}}, \quad (2.27)$$

де τ_{03} і τ_{02} температура води в подаючому і зворотному трубопроводі системи опалення.

$t_{\text{а.д}}$ – внутрішня розрахункова температура приміщення.

$$\Theta = 90 - 70 = 20,$$

$$\Delta t_0 = 0,5(90 + 70) - 21 = 59.$$

Температура води в подавальному трубопроводі системи опалення визначається за формулою, $^{\circ}\text{C}$:

$$\tau_{03} = t_{\text{а.д}} + \Delta t_0 \cdot Q_0^{0,8} + 0,5 \cdot \Theta \cdot Q_0, \quad (2.28)$$

де Q_0 – відносне теплове навантаження системи опалення.

$$\tau_{03} = 21 + 59 \cdot Q_0^{0,8} + 10 \cdot Q_0.$$

Температура води у зворотному трубопроводі системи опалення визначається за формулою, °C

$$\tau_{02} = t_{a,d} + \Delta t_0 \cdot Q_0^{0,8} - 0,5 \cdot \Theta \cdot Q_0, \quad (2.29)$$

$$\tau_{02} = 21 + 59 \cdot Q_0^{0,8} - 10 \cdot Q_0.$$

Приймаючи значення Q_0 в діапазоні (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0) визначаємо τ_{03} і τ_{02} за формулами (2.28) і (2.29), а також визначаємо температуру зовнішнього повітря за формулою, °C

$$t_\varphi = t_{a,d} - (t_{a,d} - t_{\varphi,d}) \cdot Q_0, \quad (2.30)$$

$$t_\varphi = 21 - 43 \cdot Q_0.$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Розрахунок параметрів теплоносія

Q_0	t_3 °C	τ_{02} °C	τ_{03} °C
0	21	21	21
0,2	12,4	35,3	39,3
0,4	3,8	45,3	53,3
0,6	-4,8	54,2	66,2
0,8	-13,4	62,4	78,4
1	-22	70	90

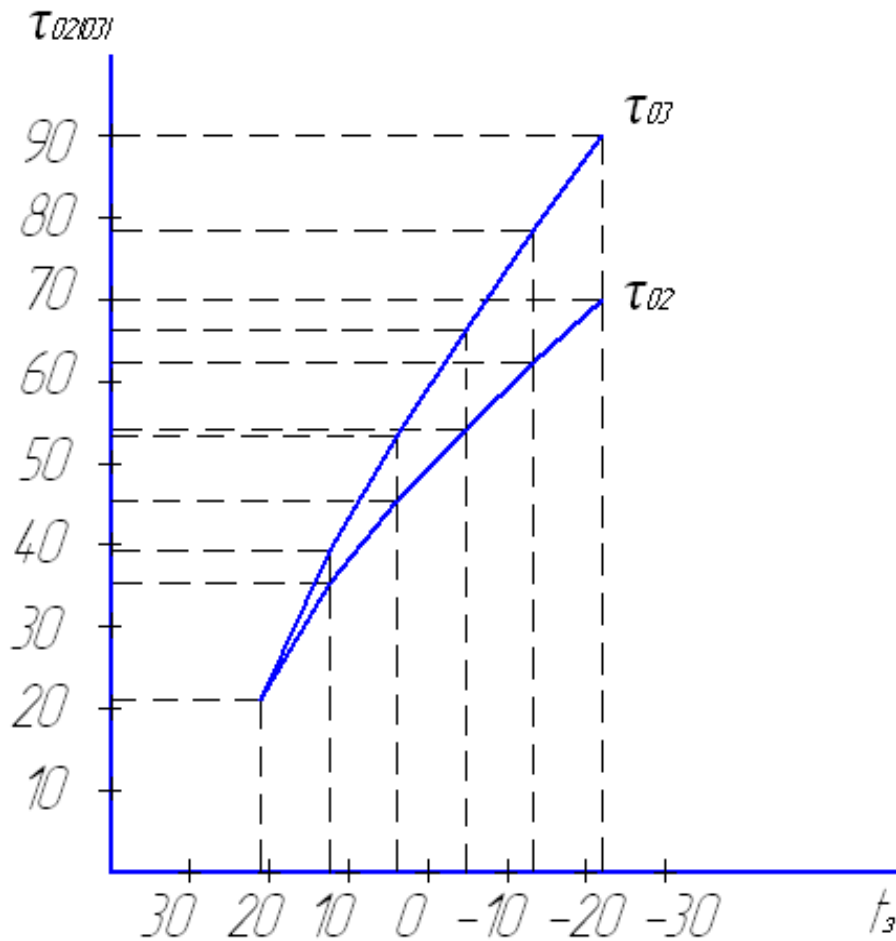


Рисунок 2.4 - Графік температури теплоносія в подаючому та зворотному трубопроводі

2.7.4 Технічне обслуговування системи

Систему опалення у 9-ти поверховому житловому будинку обслуговує бригада слюсарів-ремонтників, склад якої не менше двох осіб на закріплених за ними квартирами.

В об'єм робіт по обслуговуванню системи входять:

- підтримання в справному стані всього обладнання, будівельних та інших конструкцій теплових мереж шляхом проведення своєчасного їх огляду й ремонту;
- спостереження за роботою арматури та інших елементів обладнання із своєчасним усуненням несправностей;
- своєчасне відновлення зруйнованої ізоляції;
- усунення гідравлічних витрат в мережі, які перебільшують нормативні, за

рахунок регулярного промивання й очищення трубопроводів;

- прийняття заходів по попередженню, локалізації та ліквідації несправностей і аварій в мережі.

Обхід системи проводить один раз в місяць. Під час обходу виконують такі роботи: перевіряють затягнення болтів всіх фланцевих з'єднань, змазують штоки засувки, видаляють повітря з мережі.

2.7.5 Оцінка надійності та довговічності

Надійність є комплексною властивістю, яка залежить від призначення об'єкту, його специфіки та умов експлуатації може включати безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість або визначене поєднання цих властивостей – як для всього об'єкту, так і для його частин.

Вимоги по надійності системи опалення викладені в ГОСТ 27.002 обов'язковими показниками є:

- а. середня наробка обладнання на відмову;
- б. середній повний строк служби – 10 років;
- в. оцінка відповідності показника надійності, середню наробку, обладнання на відмову провести на етапі приймання, випробувань, експериментальним шляхом у відповідності з ГОСТ 27.410;
- г. на всі вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

Гарантійні строки експлуатації основного обладнання системи опалення:

- сталеві труби – 10-15 років;
- сталеві радіатори фірми “DELTA” – 10 років;
- регулюючі пристрої – більше 20 років;
- модулі котельні – більше 17 років;
- прилади контролю та обліку – більше 12 років.

Середні строки експлуатації складають: $(10+10+20+17+12)/5=14$ років.

2.7.6 Пристрої опалення

Для опалення житлового будинку застосовуються дахова модульна котельня з 4 модулями нагріву марки МН – 120 фірми «Укрінтерм» 120 кВт

кожний. Встановлені нагрівальні модулі МН – 120 обладнані автоматикою безпеки і регулювання.

По квартирна система опалення передбачає встановлення терморегуляторів на кожному опалювальному приладі для можливості регулювання температури у приміщенні. Для збалансування системи опалення на кожному стояку перед вводом у квартиру встановлено балансувальний вентиль з автоматичним регулятором перепаду тиску.

2.7.7 Витрата води для даної системи

Лічильник холодної води типу ВТГ – 50. Технічні характеристики:

Діаметр умовного проходу, мм – 50.

Витрата води, м³/год:

- Q_{\min} – мінімальна – 2,4;
- $Q_{\text{ном}}$ – номінальна – 15;
- Q_{\max} – максимальна – 30.

Поріг чутливості, м³/год – 1,0.

Габаритні розміри, мм:

- довжина монтажна – 155;
- висота – 214;
- ширина – 160.

Балансувальний вентиль ASV-M призначений, насамперед, для підключення імпульсної трубки балансувального клапана до подаючого стояка. Клапани ASV-P і ASV-M також дозволяють відключити стояк від розподільчих магістралей і спустити з нього воду через дренажний кран, змонтований на корпусі ASV-P. ASV-P і ASV-M можуть бути додатково забезпечені вимірювальними ніпелями для визначення фактичної витрати теплоносія у стояках системи опалення та регульованого перепаду тисків. Ніпелі встановлюються на клапани замість пробок на їх корпусах за відсутності води в системі, а також на дренажному крані.

Технічні характеристики [20]:

Максимальний робочий тиск – 10 бар

Випробуваний тиск – 16 бар

Максимальний перепад тиску на клапані – 1,2 бар (120кПа)

Максимальна температура теплоносія – 120⁰С

Матеріал деталей, що контактують з водою:

- корпус клапана, шпindel, конус та ін. – латунь
- діафрагма і кільцеве ущільнення – синтетичний каучук EPDM
- пружина – нержавіюча сталь.

Підбір балансувального вентиля ASV-M і автоматичного регулятора перепаду тиску ASV-P для одного із стояків двохтрубної водяної системи опалення. Вихідними даними для розрахунку є:

- розрахункова витрата теплоносія через стояк

$$G = 2156,041 \text{ кг/год} = 2,2 \text{ м}^3/\text{год};$$

- втрати тиску на стояку $\Delta P_{\text{ст}} = 0,05 \text{ бар} = 5440,976 \text{ Па} = 5,44 \text{ кПа};$
- умовний діаметр стояка $D_u = 35 \text{ мм};$
- тиск в магістральних трубопроводах в точці приєднання стояка, бар:

$$\Delta P_o = \Delta P_m + \Delta P_{\text{ст}} + \Delta P_{\text{бк}} = 0,3 + 0,05 + 0,1 = 0,45, \quad (2.31)$$

де ΔP_o – різниця тисків в магістральних трубопроводах;

ΔP_m – втрати тиску в клапані ASV-M;

$\Delta P_{\text{ст}}$ – перепад тиску на стояку;

$\Delta P_{\text{бк}}$ – втрати тиску в балансувальному клапані ASV-P.

В якості балансувального вентиля вибираємо клапан ASV-M. Вибираємо автоматичний регулятор перепаду тиску ASV-PV, так як перепад тиску, який він повинен підтримувати, рівний 0,05 бар, тобто знаходиться в діапазоні налаштування клапана до 0,1 бар. Діаметр обох клапанів приймаємо по діаметру стояка $D_u = 32 \text{ мм}.$

Втрати тиску на клапані ASV-M $D_y = 32 \text{ мм}$ розраховуються за формулою, бар

$$\Delta P_M = (G / K_v)^2 = (2,2/6,3)^2 = 0,12. \quad (2.32)$$

Втрати тиску в клапані ASV-P становлять, бар

$$\Delta P_{\text{бк}} = \Delta P_o - \Delta P_{\text{ст}} - \Delta P_M = 0,5 - 0,05 - 0,12 = 0,33. \quad (2.33)$$

Умови роботи клапана визначаються по діаграмі, для чого точка 2,2 м³/год на шкалі витрати G з'єднується лінією з точкою 0,33 бар на шкалі втрат тиску в балансувальному клапані $\Delta P_{\text{бк}}$. Далі ця лінія продовжується до шкали K_v , де рахується необхідна пропускна здатність клапана ASV-P, рівна 4 м³/год. Далі від цього значення K_v проводиться горизонтальна лінія до перетину з вертикальною шкалою значень K_v у % для клапана прийнятого діаметра $D_y = 32$ мм, де видна ступінь його відкриття – 60 %. На шкалі знизу діаграми напроти величини K_v у % можна знайти величину зони пропорційності $X_p = 0,2$ кПа (0,02 бар) для вибраного клапана при заданих умовах роботи.

Клапани ASV-P спроектований таким чином, що він підтримує перепад тиску, на який виконане налаштування, при відкритті клапана на 62,5%. При іншій ступені відкриття балансувальний клапан буде підтримувати перепад з відхиленням, рівним X_p .

2.7.8 Принципова дія системи, що прийнята до експлуатації

В даному проекті передбачається експлуатація та наладка системи водопостачання житлового дев'ятиповерхового будинку з вбудованими приміщеннями. В будинку проектується гаряче водопостачання за допомогою установок приготування гарячої води УГВнс.

Конструкція зовнішніх стін: штукатурка з вапняно – піщаної суміші - 0,015 м; керамзитобетонна цегла - 0,19 м; екструзійні пінополістирольні плити - 0,073 м; керамзитобетонна цегла - 0,19 м; листи гіпсові обшивні - 0,020 м.

Внутрішні системи холодного водопостачання виконанні за допомогою сталевих труб $d_y 20$ мм, $d_y 25$ мм, $d_y 32$ мм, $d_y 40$ мм в конструкції підлоги, попередньо

ізолювані. Внутрішні системи гарячого водопостачання виконані за допомогою поліетиленових труб RAUTITAN $d_y 15\text{мм}$ [6].

Система водопостачання будинку складається:

- а. установки приготування гарячої води УГВнс фірми «Укрінтерм» [1];
- б. мережа трубопроводів гарячої та холодної води;
- в. регулюючих пристроїв.

УГВнс розташовують на кухні біля стін, відстані до стін обумовлюються конструкцією приладів.

2.7.10 Визначення умов експлуатації

Основними задачами правильної експлуатації водопостачання являються:

- забезпечення якості води у відповідності з вимогами ГОСТ 28-74-82 і ТУ для очистки місцевих стічних вод;
- забезпечення надійності і безперебійної роботи споруд з заданим технологічним режимом їх роботи;
- ліквідація в найкоротші строки аварій і пошкоджень і вивчення причин їх появи з метою попередження в майбутньому;
- своєчасне і доброякісне проведення текучого і капітального ремонтів в порядку і в строки, встановлені діючими інструкціями про планово – попереджувальні ремонти;
- боротьба з витіками, втратами і нераціональним використанням води;
- забезпечення високої рентабельності роботи.

Після виконання всіх монтажних робіт систему піддають випробуванням на справність водорозбірної і запірної арматури, змивних та інших пристроїв обладнання і на герметичність. Випробування на герметичність виконують до закладення трубопроводів у стінах (при прихованій прокладці) і до накладення ізоляції і забарвлення. Випробовують трубопроводи гідравлічним способом відповідно до ГОСТ 3845-82 тиском, що перевищує робоче на 0,5 МПа, але не більше 1 МПа протягом 10 хв.; зниження тиску при цьому допускається не більше ніж на 0,1 МПа [46].

2.7.10 Технічні характеристики основного обладнання

Запроектвану систему водопостачання передбачено для забезпечення холодною та гарячою водою в житловій будівлі та підтримання необхідної температури гарячої води у кожній квартирі незалежно від інших.

Гаряче водопостачання виконується за допомогою установок приготування гарячої води, які розташовуються у кожній квартирі. УГВнс навішуються за допомогою кронштейнів.

Для сталевих трубопроводів холодного водопостачання передбачена ізоляція з пінополіетилену фірми THERMAFLEX. Водопровідна мережа будинку прийнята з нижньою розводкою. Основна магістраль прокладається нижче стелі підвалу на 0,5 м з уклоном 0,02 в сторону вводу.

До магістральної лінії приєднуються стояки. Стояки монтуються у санітарних кабінах біля входу. Від стояків передбачено розводку труб до водорозбірної арматури.

Підводки до санітарно – технічних приладів прокладаються на висоті 0,3 м від підлоги і вертикальними трубопроводами з'єднуються з водорозбірною арматурою.

2.7.11 Технічне обслуговування системи

Технічне обслуговування систем водопостачання забезпечувати безперебійну і надійну роботу всіх споруд при високих техніко-економічних і якісних показниках з урахуванням вимог охорони водойм від забруднення стічними водами і раціонального використання водних ресурсів.

З метою своєчасного виявлення можливих пошкоджень й інших недоліків на мережах або спорудах ВК їхнім власником повинні виконуватися відповідні технічні огляди.

Результати даних оглядів і профілактичного обслуговування фіксуються у встановленому законодавством порядку (складаються дефектні відомості), розробляється проектно-кошторисна документація і проводяться поточний і капітальний ремонти.

Технічна експлуатація мереж і споруд ВК може проводитись як власником мереж і споруд ВК (його окремими підрозділами), так і іншими організаціями на підставі цивільно-правових договорів з експлуатаційного обслуговування. З метою запобігання аварій і переривання в наданні послуг з водопостачання та водовідведення рекомендується укладати договори на технічне обслуговування зі спеціалізованим підприємством водопровідно-каналізаційного господарства.

Роботи з усіх видів ремонтів мереж і споруд ВК можуть виконувати підрядні будівельно-монтажні, ремонтно-будівельні організації, підприємства-виробники обладнання або підрозділи підприємства-замовника (власника мережі або споруди ВК), якщо вони мають обладнання, досвід та відповідні ліцензії на виконання цих робіт. З метою забезпечення якісного поточного та капітального ремонту рекомендується укладати відповідні договори зі спеціалізованим підприємством водопровідно-каналізаційного господарства.

Водопровідні вводи підприємств, відомчих, житлових будинків громадян, а також прилади й пристрої на них, у тому числі колодязі, запірні арматури, водолічильники, витратоміри та інші прилади обліку (надалі водолічильники), стабілізатори тиску й обмежувачі витрат, належать абонентові та ним експлуатуються.

Трубопроводи, прокладені вздовж стін усередині будинків, у техпідвалах і техканалах, пристрої та прилади на них належать абонентові та ним експлуатуються.

Водопровідні лінії, які проходять в техпідпіллях та приєднані до внутрішньої мережі будинку, повинні перебувати на балансі абонента, який відповідає за їхню технічну справність. Спеціалізоване підприємство водопровідно-каналізаційного господарства може надавати абонентові, за його рахунок, матеріально-технічну допомогу в ліквідації аварій.

2.7.12 Оцінка надійності та довговічності

Ступінь надійності залежить від складності інженерної системи і від надійності кожного елементу, який складає дану систему.

Визначення терміну служби конструктивних елементів.

Дана система складається з установок приготування гарячої води УГВнс,

сталевих трубопроводів, поліетиленових трубопроводів, болтів, гайок, гумових прокладок тощо. Відповідна якість кожного елемента забезпечує можливість довготривалої роботи. Поліетиленові труби не схильні до корозії і не засмічуються осіданнями.

Гарантійні строки експлуатації основного обладнання системи водопостачання:

- сталеві труби – 10-15 років;
- поліетиленові труби RAUTITAN – 50 років;
- УГВнс – більше 10 років;
- прилади контролю та обліку – більше 12 років.

Середні строки експлуатації складають: $(10+50+10+12)/4=20,5$ років.

Даний період визначає надійний строк служби системи.

Визначення технічного стану системи водопостачання, що експлуатується 2 роки.

Таблиця 2.9 - Оцінка щільності теплової мережі

Випадки протікання на 10 м теплової мережі	Оцінка , бали A ₁	Необхідний вид ремонту
Протікання не було	5	—

Таблиця 2.10 - Оцінка стану ізоляції

Стан ізоляційних покриттів	Оцінка , бали A ₂	Необхідний вид ремонту
Добрий	4	Ремонт окремих місць пошкоджень ізоляції

Таблиця 2.11 - Оцінка стану системи водопостачання

Стан металу	Оцінка , бали A ₃	Необхідний вид ремонту
Незначна корозія	5	Ремонт пошкоджених ділянок ізоляції з очисткою продуктів корозії

Загальна оцінка технічного стану теплової мережі визначається за сумарною кількістю балів :

$$A = A_1 + A_2 + A_3 = 5+4+5 = 14 \text{ балів}$$

Отже, за результатами оцінки надійності та довговічності системи, дана система водопостачання має задовільний стан та придатна до експлуатації .

2.8 Обґрунтування енергозбереження

В дипломній роботі розроблено проект пропозицій систем опалення та водопостачання 9-ти поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями. Передбачено двотрубну по квартирну систему водяного опалення від дахової котельні. Така система економна, оскільки вона найменш металоємна і найбільш прийнята для житлового будинку.

Прокладання трубопроводів у квартирі відбувається у плінтусній системі. Повітря випускається з системи за допомогою спускних кранів, які встановлені на нагрівальних приладах.

Створення необхідних параметрів мікроклімату досягається за допомогою підбраного обладнання для системи опалення та гарячого водопостачання.

Визначені параметри наводяться в таблиці 2.12. Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники наведені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.12 – Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	t_v	°C	20
Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_z	°C	-22
Розрахункова температура теплового горища	t_{BG}	°C	-
Тривалість опалювального	z	доба	189

періоду			
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{опз}$	°C	-1
Розрахункова кількість градусо – діб опалювального періоду	D_d	°C⊕доба	3750
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку			
Призначення		Житловий будинок	
Розміщення в забудові		Вбудовані приміщення	
Типовий проект, індивідуальний		Індивідуальний проект	
Конструктивне рішення		-	

Таблиця 2.13 – Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Назва показника	Позначення та розмірність показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1	2	3	4
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$F_{\text{вн}}, \text{м}^2$	14158,32 4	14158,324
В тому числі:			
- стін	$F_{\text{нп}}, \text{м}^2$	3731,88	3731,88
- вікон і балконих дверей	$F_{\text{сп}}, \text{м}^2$ $F_{\text{д}}, \text{м}^2$	434,28 29,4	434,28 29,4
- входних дверей	$F_{\text{пк}}, \text{м}^2$	8282,288	8282,288
- покриття	$F_{\text{пкх}}, \text{м}^2$	876,876	876,876
- горищних перекриттів	$F_{\text{ц}}, \text{м}^2$	1267,28	1267,28
- підлога по ґрунту			
Площа опалювальних приміщень	$F_{\text{в}}, \text{м}^2$	8282,288	8282,288
Площа житлових приміщень і кухонь	$F_{\text{жс}}, \text{м}^2$	7015,008	7015,008
Розрахункова площа (для громадських будинків)	$F_{\text{р}}, \text{м}^2$	1267,28	1267,28
Опалювальний об'єм	$V_{\text{в}}$	24846,86 4	24846,864
Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{\text{СК}}$	0,51	0,51
Показник компактності будинку	$\otimes_{\text{к.буд}}$	0,57	0,57

Продовження таблиці 2.13

Теплотехнічні та енергетичні показники			
Теплотехнічні показники			
1	2	3	4
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень - стін - вікон і балконних дверей - вхідних дверей, воріт - покриття - горищних перекриттів - перекриття над технічними підвалами	$R_{\text{опр}}$, $\text{м}^2\text{⊕К/Вт}$		
	$R_{\text{опрнт}}$,	2,8	2,8
	$R_{\text{опрспв}}$,	0,5	0,5
	$R_{\text{опрд}}$,	0,44	0,44
	$R_{\text{опрк}}$,	2,8	2,8
	$R_{\text{опргп}}$,	3,3	3,3
	$R_{\text{опрці}}$,	3,5	3,5
Розрахункові питомі тепловтрати	$q_{\text{буд}}$, кВт⊕год/м^2 [кВт⊕год/м^3]	51,1 [29,12]	
Максимально допустиме значення питомих тепловтрат на опалення	E_{max} , кВт⊕год/м^2 [кВт⊕год/м^3]	79 [29]	
Клас енергетичної ефективності		C	
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам		відповідає	
Необхідність доопрацювання проекту будинку		немає	

Для енергозбереження житлового 9-ти поверхового будинку з вбудованими приміщеннями проведено теплотехнічний розрахунок загальних тепловтрат на 1 м^2 при повному фактичному термічному опорі огорожувальної конструкції $R_{0n}^1 = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, а також перераховані тепловтрати будівлі на 1 м^2 при повному фактичному опорі огорожувальної конструкції $R_{0n}^2 = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Згідно результатів розрахунків, при використанні повних фактичних термічних опорів огорожувальної конструкції $R_{0n}^1 = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ і $R_{0n}^2 = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ становить:

- при $R_{0n}^1 = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ на 1 м^2 - 50,33 Вт;
- при $R_{0n}^2 = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ на 1 м^2 - 40,3 Вт.

Отже, виходячи з результатів розрахунку можна зробити висновок, що чим більший повний фактичний опір огорожувальної конструкції, тим менші тепловтрати в даній житловій будівлі і тим менше витрачається газу на опалення будинку, а тому вона енергозберігаюча.

При зменшенні витрати газу на опалення будинку, зменшуються викиди шкідливих речовин під час спалювання газу, що призводить до зменшення забруднення повітряного басейну.

В даному розділі також розроблено енергетичний паспорт будинку. За результатами можна зробити висновок, що клас енергетичної ефективності будинку – “С”. Отже, дана забудова відповідає енергоефективності будинку.

ВИСНОВКИ

Енергозбереження є складною і багатоплановою проблемою, яка потребує постійної переоцінки з точки зору різних учасників реалізації програм підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів.

Першим серед рекомендованих заходів щодо вдосконалення чинної системи опалення є установка лічильника теплової енергії на вводі в будинок. Це основа подальшої модернізації будівлі, так як тільки при наявності обліку тепла ви зможете відчутти фінансовий ефект від подальших заходів щодо підвищення енергоефективності. А найбільш результативним з них є заміна старого або установка сучасного індивідуального теплового пункту - ІТП.

Наступний крок - підтримка проектних витрат теплоносія у споживача і подальше регулювання необхідної кількості теплоносія у споживачів системи опалення будівлі, що забезпечується установкою автоматичних балансувальних клапанів. Ці пристрої являють собою регулюючу арматуру, призначену для гідравлічної ув'язки циркуляційних кілець (стояків, гілок, груп споживачів, квартир) систем опалення.

Одним з найважливіших кроків до досягнення енергоефективності є установка терморегуляторів на опалювальних приладах. Вони дають можливість встановлювати і підтримувати задану і комфортну температуру повітря всередині приміщень за рахунок регулювання витрати теплоносія через опалювальні прилади. При цьому тепло сторонніх джерел (сонячна радіація, електроприлади і т.д.) враховується.

Розглянуті заходи щодо модернізації існуючих вертикальних однострубних і двотрубних систем опалення показують: щоб досягти суттєвого підвищення рівня енергоефективності, необхідно дооснастити їх відповідним енергоефективним обладнанням HERZ.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Тіхомиров К.В. Теплотехника, теплопостачання та вентиляція,-М: Стройіздат, 1981г.-220 с.
2. Мачкаши А., Банхиди Л. Лучистое отопление/ Пер. с венг. В. М. Беляева; Под ред. В. Н. Богословского и Л. М. Махова. — М.: Стройиздат, 1985.— 464 с, ил.— Перевод изд.: Sugarzo futesek/ A. Macskasy, L. Banhidi.
3. Гухман А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена. М., 1987.-198 с.
4. Киссин М.И. Расчет потерь тепла при лучистом отоплении. — В сб.: Вопросы отопления и вентиляции / ЦНИИПС, М., 1992, вып. 2.— С. 5-9.
5. Справочник проектировщика. Отопление и горячее водоснабжение / И.Г.Староверов., - М.: Стройиздат, 1991.-155 с.
6. Основи охорони праці, під редакцією М. П. Купчика та М. П. Гандзюка – К.: Основа, 2000.-416 с.
7. Теплотехніка, теплопостачання і вентиляція, / М. В. Степанов – М : Стройіздат, 1991г. – 480 с.: ил.
8. Довідник проектувальника Ч. 1. опалення,/ В.Н. Богословский - М: Стройіздат, 1990.- 344с.:с ил.
9. Теплотехнічні вимірювання та прилади./Г.М. Іванов та інші. – М.: Энергоатоміздат, 1984. – 232с.
4. ДБН А.2.2-3-2012 «Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации для строительства».
5. ПУЭ-86 «Правила устройства электроустановок»
6. НПАОП 0.01-1.20-98 «Правила безопасности систем газоснабжения Украины».
7. НПАОП 0.00-1-08-94 «Правила устройства и безопасности эксплуатации паровых и водогрейных котлов».
8. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожарная безопасность объектов строительства».
9. НПАОП 0.00-1.11-98 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды»

10. ДБН В.12-14-2009 «Общие принципы обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений, строительных конструкций и оснований»
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 «Будівельна кліматологія»
12. ДСТУ 2420-94 Енергоощадність. Терміни та визначення
13. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
14. Бондаренко В. В., Мішнева Г. С. Опалення та вентиляція житлового будинку. Перм, ПДТУ, 1995.- 250 с.
15. Навчально-методичний посібник для студентів спеціальності «Теплоенергетика» та «Енергетичний менеджмент»./Укладач: Є.М Крючков – Запоріжжя: ЗДІА, 2010, - 303 с.