

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Кваліфікаційна робота
другий магістерський
(рівень вищої освіти)

на тему Аналіз ефективності використання обладнання HERZ в системах
теплостачання

Виконав: студент 2 курсу, групи ТЕ-18-1мд
спеціальності 144 Теплоенергетика
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Теплоенергетика
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)

В. О. Потоцька
(ініціали та прізвище)

Керівник доц. к.т.н. Бердишев М.Ю. 
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент директор ТОВ «Вектор-Прайм»
І. В. Крутій
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інститут енергетики, електроніки та інформаційних технологій
Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики
Рівень вищої освіти другий магістерський
Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код та назва)
Світлова програма Теплоенергетика
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« 26 » 12 2019 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)**

_____ **Потоцька Вікторія Олександрівна** _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проекту) «Дослідження ефективності використання обладнання HERZ в системах теплопостачання»

Рівень роботи доц., к.т.н. Бердишев Миколай Юрійович _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ЗНУ від «10» вересня 2019 року № 1536-с








Строк подання студентом роботи 13.01.2020

Вихідні дані до роботи одноповерхова будівля, $t_{вн} = 20^{\circ}\text{C}$, $t_{н} = -21^{\circ}\text{C}$, лабораторний стенд HERZ з радіаторною та балансувальною арматурою для проведення експериментів, вартість тарифу на опалення з приладом обліку 481,07 грн/Гкал.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно озробити) 1. Аналіз літературних джерел відносно об'єкта дослідження; 2. Розрахунок системи теплопостачання з використанням обладнання HERZ; 3. Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Схеми установки для проведення експериментів; 2. Результати експериментів з використанням насосу з частотним регулюванням; 3. Результати експериментів без використання насосу з частотним регулюванням; 4. Порівняння серії експериментів з насосом без частотного регулювання та з ним; 5. Результати дослідів з використанням регулятора перепаду тиску; 6. Порівняльна характеристика витрати теплоносія з використанням насосу без ЧР та з ним.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доц., к.т.н. Бердишев М. Ю.		
2	доц., к.т.н. Бердишев М. Ю.		
3	доц., к.т.н. Бердишев М. Ю.		
Нормоконтроль	доц. к. т. н. Каюков Ю.М.		

7 Дата видачі завдання 02.09.2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літературних джерел відносно об'єкта дослідження	21.09.2019	виконано
2	Розрахунок системи теплопостачання з використанням обладнання HERZ	29.11.2019	виконано
3	Охорона праці	18.12.2019	виконано
4	Оформлення плакатів	26.12.2019	виконано
5	Оформлення звіту та проходження нормоконтролю	10.01.2020	виконано

Студент


(підпис)

В.О. Потоцька
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)


(підпис)

М. Ю. Бердишев
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

Ю. М. Каюков
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Потоцька В.О. Дослідження ефективності використання обладнання HERZ в системі теплопостачання.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник М.Ю. Бердишев. Запорізький національний університет. Інженерний інститут. Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій, кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2020.

В роботі наведено експериментальні випробування дослідного стенду HERZ. Експерименти проведено з використанням ручного балансувального клапана, регулятора витрати та регулятора перепаду тиску при роботі з насосом з частотним регулюванням та без нього.

Ключові слова: СТЕНД HERZ, БАЛАНСУВАЛЬНА АРМАТУРА, ЗАПІРНА АРМАТУРА, НАСОС.

ABSTRACT

Pototska V.O. Investigation of the efficiency of using HERZ equipment in the heat supply system.

Qualifying final work for obtaining a master's degree in higher education by specialty 144 – Heat power engineering, scientific supervisor N.Y. Berdishev.Zaporizhzhia National Universite. Engineering Institute. Faculty of Energy, electronics and Information Technology, Department of heat Power Engineering and Hydro Power Engineering, 2020.

The paper shows experimental tests of HERZ test bench. The experiments were performed using a manual balancing valve, a flow regulator and a pressure differential regulator when operating the pump with and without frequency control.

Keywords: HERZ STAND, BALANCING FITTINGS, STOP FITTINGS, PUMP.

АНОТАЦИЯ

Потоцкая В.А. Исследование эффективности использования оборудования HERZ в системе теплоснабжения.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 144 – Теплоэнергетика, научный руководитель Н.Ю. Бердышев. Запорожский национальный университет. Инженерный институт. Факультет энергетика, электроники и информационных технологий, кафедра теплоэнергетики и гидроэнергетики, 2020.

В работе приведены экспериментальные испытания опытного стенда HERZ. Эксперименты проведены с использованием ручного балансировочного клапана, регулятора расхода и регулятора перепада давления при работе с насосом с частотным регулированием и без него.

Ключевые слова: СТЕНД HERZ, БАЛАНСИРОВОЧНАЯ АРМАТУРА, ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА, НАСОС.

ВСТУП

Актуальність роботи. Життя сучасної людини немислиме без певного рівня комфортності приміщень. Будь-яку сучасну будівлю не можна розглядати без інженерних систем забезпечення мікроклімату (теплопостачання, опалення, вентиляція, кондиціонування) та комунально-побутових потреб (водопостачання, водовідведення, електро- та газопостачання). Крім того, розгляд деяких питань роботи інженерних систем окремо, без комплексного аналізу, не може вирішити проблеми якісного забезпечення комфортних умов (наприклад, зниження температури гарячої води в котлах - з одного боку зменшує витрату палива, а з іншого – зменшує температурний напір в опалювальних приладах, що потребує збільшення їхньої площі, тобто збільшення капітальних витрат).

У світовій енергетичній структурі частка споживання природного газу, як основного енергоносія для муніципальної енергетики, безупинно зростає й досягає в паливно-енергетичному балансі Україні 50%. У той же час робота паливно-енергетичного комплексу як єдиної системи, що забезпечує розвиток усього народного господарства країни, визначається в першу чергу ефективністю енергоспоживання, що поставило проблему розробки, дослідження й впровадження енергозберігаючих технологій у ряд стратегічних завдань держави.

Дана проблема загострюється роботою теплоенергетики України в умовах недостачі природних паливних ресурсів. Положення, що створилося, також викликане дешевизною органічного палива до 1991 року, що сприяло розробці заходів щодо зниження капітальних, а не експлуатаційних витрат. Після 1991 року по теперішній час енергозберігаючі технології одержали значний розвиток, зокрема у зниженні експлуатаційних витрат. При цьому збільшення теплових втрат у трубопроводах внаслідок фізичного старіння теплотрас сприяло децентралізації систем теплопостачання. Разом з тим, зменшення довжини теплових мереж і відповідно тепловтрат у них привело

до зменшення числа теплогенеруючого устаткування у котельнях, тобто до зниження ефективності роботи устаткування внаслідок його роботи в неоптимальних режимах значну частину опалювального періоду.

Об'єкт дослідження. Необхідна нам установка знаходиться в 11 аудиторії адміністративного корпусу ЗДІА, і складається з: відцентрового вентилятора електродвигуна, всмоктуючого трубопроводу, труби Вентурі і вимірювальних приладів.

Мета і завдання дослідження. Дослідження ефективності використання в системах теплопостачання широкого асортименту різних видів арматури, що пропонує нам один із найкращих та відомих у своїй промисловості австрійський виробник запірно-регулюючої арматури HERZ.

Задачі досліджень. Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні задачі:

- аналіз літературних джерел відносно об'єкта дослідження;
- розрахунок системи теплопостачання з використанням обладнання HERZ;
- охорона праці.

Методи досліджень. Для вирішення завдань, що поставлені у магістерській роботі, були проведені експерименти з використанням ручних та автоматичних балансувальних клапанів, насосів з частотним регулюванням та без нього. На основі отриманих результатів зроблені висновки щодо доцільності та економічності використання арматури HERZ.

Практичне значення отриманих результатів. Дана робота направлена на дослідженні гідравлічного режиму стенду HERZ.

Особистий внесок здобувача. Дані, необхідні для дослідження, представлені в магістерській роботі, проводилися особисто під керівництвом дипломного керівника, також зроблений аналіз на основі отриманих результатів.

Апробація результатів магістерської роботи. Матеріали магістерської роботи були представлені на обговорення на XX Науково-

технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА на ФЕЕ (м. Запоріжжя, 2019р.)

Публікації. Положення роботи викладені на XII університетській науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука – 2019», що проходила 15-17 квітня 2019 року, «Дослідження ефективності використання обладнання HERZ для системи тепlopостачання в порівнянні з існуючими»

Структура роботи. Робота складається зі змісту, вступу, 3 розділів, висновків, переліку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи складає 115 сторінок, включаючи 113 сторінок тексту, 11 таблиць, 29 рисунків, перелік літературних джерел з 43 найменувань.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ВІДНОСНО ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	12
1.1 Опалення як галузь будівельної техніки	15
1.2 Сучасні централізовані системи теплопостачання	20
1.3 Основні види енергії і джерела тепла, які використовуються для теплопостачання	23
1.4 Історія HERZ	27
1.5 HERZ в Україні	30
1.6 Короткий опис регулюючої та балансувальної арматури	30
1.6.1 Автоматичні регулятори витрати	32
1.6.2 Автоматичні регулятори перепаду тиску	33
1.6.3 Балансувальний клапан Stroemax 4017 M	34
1.6.4 Термостатичні головки	35
1.6.5 Головки HERZCULES	36
1.6.6 Головки DeLuxe	37
1.7 Параметри мікроклімату та основні вимоги до систем опалення	38
1.8 Класифікація систем опалення	40
1.8.1 Системи водяного опалення	42
1.9 Опалювальні прилади	44
1.9.1 Види опалювальних приладів	46
1.9.1.1 Опалювальні прилади із гладких сталевих труб	46
1.9.1.2 Чавунний секційний радіатор	46
1.9.1.3 Сталевий конвектор - опалювальний прилад	47
1.9.1.4 Панельні радіатори	48
1.9.1.5 Гладкотрубний радіатор	49
1.9.1.6 «Тепла підлога»	49
1.10 Основні вимоги до систем опалення	50

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЛАДНАННЯ HERZ	54
2.1 Теплотехнічний розрахунок будівельних конструкцій	54
2.1.1 Обґрунтування вибору матеріалу	54
2.1.2 Теплотехнічний розрахунок огорожень	55
2.1.3 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін	56
2.1.4 Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття	57
2.1.5 Теплотехнічний розрахунок підлоги першого поверху	58
2.1.6 Коефіцієнт теплопередачі для вікон балконних і зовнішніх дверей	59
2.2 Розрахунок втрат теплоти приміщеннями будівлі	60
2.3 Оцінка ефективності використання обладнання HERZ в системі опалення	64
2.3.1 Актуальність проблеми енергоефективності	64
2.3.2 Вибір оптимальної системи опалення	66
2.3.3 Оцінка ефективності системи опалення	67
2.4 Підбір обігрівальних приладів для системи опалення	73
2.4.1 Принципова дія системи опалення, що прийнята до експлуатації	76
2.5 Використання насосів з частотним регулюванням	77
2.6 Проведення серії експериментів на лабораторній установці HERZ	77
2.6.1 Використання ручного балансувального клапану	78
2.6.2 Використання регулятора перепаду тиску	82
2.6.3 Використання обмежувача витрати	85
2.7 Експлуатація на весь період служби системи	90
2.8 Оцінка надійності та довговічності	92
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	95
3.1 Опис експериментальної установки	95
3.2 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів в лабораторії	95

3.3 Заходи щодо усунення шкідливих і небезпечних факторів	96
3.4 Виробнича санітарія	96
3.5 Техніка безпеки в лабораторії	97
3.6 Пожежна безпека в лабораторії	99
3.7 Розрахунок захисного заземлення	101
3.8 Експлуатація на весь період служби системи	104
3.9 Пуск, випробування та налагодження робочих режимів системи та її елементів	106
ВИСНОВКИ	109
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	111

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ВІДНОСНО ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Теплопостачання є великою галуззю народного господарства. Досить сказати, що на потреби теплопостачання щорічно витрачається 25 % усього виробленого палива. В умовах обмежених паливних ресурсів раціональне і економне їх витрачання є завданням державної важливості. Значна роль у вирішенні цього завдання відводиться централізованому теплопостачанню та теплофікації, які тісно пов'язані з електрифікацією і енергетикою.

Централізоване теплопостачання засноване на використанні великих районних котелень, які характеризуються значно більшими ККД, ніж дрібні опалювальні установки. Теплофікація, тобто централізоване теплопостачання на базі комбінованого вироблення тепла та електроенергії, є вищою формою централізованого теплопостачання. Вона дозволяє скоротити витрату палива до 25 %. При централізованому теплопостачанні дрібні опалювальні установки, які є джерелами забруднення повітряного басейну, ліквідовуються, замість них використовуються великі джерела тепла, газові викиди яких містять мінімальні концентрації токсичних речовин. Таким чином, централізація теплопостачання сприяє охороні навколишнього середовища. В даний час в результаті досягнень у галузі використання ядерного палива розвивається новий напрямок - централізоване теплопостачання на базі атомних ТЕЦ і атомних котелень. Використання ядерного палива для теплопостачання скорочує витрату дефіцитного органічного палива і полегшує вирішення проблеми паливно-енергетичного балансу країни.

Основними споживачами теплової енергії є житлово-комунальний сектор (44 %) та промисловість (35 %), інші галузі економіки разом споживають близько 21 % тепла. Приблизно четверта частина всього органічного палива витрачається на теплопостачання житлових будинків. Потреби споживачів у тепловій енергії в Україні забезпечується за допомогою 250 теплоелектроцентралей (ТЕЦ), 100 тис. опалювальних

котелень, що працюють на органічному паливі з середнім коефіцієнтом корисної дії (80...84) %, великої кількості електричних теплогенераторів, а також установок, які використовують вторинні теплові енергоресурси та відновлювані джерела енергії. Близько 80 % всього палива, яке використовують ТЕЦ, складає природний газ. Основним паливом для котелень є природний газ (~ 55 %), вугілля та мазут. До систем централізованого теплопостачання підключено ~ 11 млн. квартир в містах. Близько 7 млн. домогосподарств мають індивідуальне опалення.

Теплопостачання – одна з найбільш енерговитратних галузей економіки. Протяжність магістральних і розподільчих теплових мереж в Україні (за винятком власних тепломереж промислових підприємств) становить 24,3 тис. км у двотрубному обчисленні. Втрати тепла в теплових мережах коливаються в межах (5...32) % інколи, навіть, перевищують 40 %.

Системи опалення є основним інструментом, що дозволяють створювати й підтримувати теплові комфортні умови в будинках і спорудах. Сьогодні до цих функцій додалася функція керування параметрами мікроклімату, що в сукупності із сучасними вимогами з енергозбереження виводить на перший план саме системи опалення, як більш енергоємні. Однак, зворотньою стороною розширення функцій систем опалення є значне ускладнення їх елементної бази. Прикладом може служити еволюція регулюючої арматури на приладових ділянках (стояках) та на підводках до опалювальних приладів. Їх розвиток аналогічний еволюції арифмометра до сучасної ПЕОМ. За великим рахунком, це два зовсім різних об'єкти із значно розширеними функціональними призначеннями. Сучасні системи опалення мають принципово інший підхід до регулювання - це не процес налагодження перед пуском з наступною роботою в постійному гідравлічному режимі, це системи з квазістаціонарним, тобто тепловим і гідравлічним режимами, які постійно змінюються в процесі експлуатації, що відповідно вимагає автоматизації систем для відстеження цих змін і реагування на них. Наприклад, зміна теплового режиму роботи системи при

кількісному регулюванні залежить від здатності терморегулятора змінювати витрату теплової енергії на нагрівальні прилади в системі опалення шляхом зміни витрати теплоносія, тобто гідравлічного режиму, що викликає ланцюгову реакцію інших пристроїв системи (терморегуляторів, що може викликати як тепло-гідравлічне розрегулювання системи, так і вихід з ладу циркуляційного насосу, або перевантаження системи електропостачання). Звичайно, що класифікація систем опалення також змінилася. В будь-якому випадку представляється логічним введення нових ознак систем, що відрізняють системи з терморегулюючим устаткуванням від класичних. Системи опалення можна поділити за наступними ознаками: за конструктивним розташуванням основних елементів системи (джерело теплоти, теплопроводи, опалювальний прилад) - місцеві і центральні; за типом теплоносія - повітряні, водяні, парові, електричні, комбіновані; за способом організації циркуляції теплоносія - природні й насосні; за місцем розташування магістральних трубопроводів - з верхнім, нижнім, комбінованим, опрокинутим; за схемою руху теплоносія в магістральних трубопроводах - тупикові й попутні; за геометричним розташуванням приладових ділянок (стояків): горизонтальні, вертикальні; за конфігурацією стояків та способом приєднання приладів - однострубні, двотрубні, біфілярні; за типом передачі теплоти (застосованих приладів) - конвекційні, променисті, конвекційно-променисті; за гідравлічними режимами - з постійним (квазістаціонарним) і змінним режимом; за величиною температури теплоносія в подавальній магістралі – високо- та низькотемпературні; за режимом роботи - постійно працюючі протягом опалювального періоду й періодичні (у тому числі й акумуляційні) системи опалення. При класифікації системи опалення дається характеристика системи за цими ознаками, наприклад: центральна водяна насосна система опалення з нижньою розводкою, тупикова, вертикальна двотрубна зі змінним гідравлічним режимом, з панельними радіаторами (опалювальними приладами) і т.п. [1]

1.1 Опалення як галузь будівельної техніки

Монтаж стаціонарної опалювальної системи проводиться в процесі зведення будинку, її елементи при проектуванні погоджуються з будівельними конструкціями, з плануванням та інтер'єром приміщень.

В даний час напрямок і інтенсивність удосконалення опалювальної техніки в Україні визначаються державною політикою енергозбереження і ринкових відносин у суспільстві. Це вимагає високонадійної і ефективної роботи систем опалення при мінімально можливих витратах теплової енергії. Даний напрямок удосконалення техніки опалення став можливим при широкому використанні засобів автоматичної підтримки параметрів мікроклімату й абонентського програмного регулювання теплопродуктивності системи в часі.

Функціонування опалення характеризується визначеною періодичністю протягом року і змінністю потужності системи, що залежить, насамперед, від змін метеорологічних умов у холодний період року.

Опалення будинків починають при стійкому (протягом 3 діб) зниженні середньодобової температури зовнішнього повітря до $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче, закінчують опалення при стійкому підвищенні температури зовнішнього повітря до $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Період опалення будинків протягом року називають опалювальним періодом. Тривалість опалювального періоду встановлюють на підставі багаторічних спостережень як середнє число днів у році зі стійкою середньодобовою температурою повітря менше $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

У холодний період року на більшій частині території України при температурі зовнішнього повітря $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ і менше, коли тепловтрати через конструкції будинків, що огорожують приміщення, перевищують внутрішні тепловиділення, для підтримки необхідних параметрів внутрішнього повітря виникає необхідність устаткування будинків системами опалення.

Отже, під опаленням слід розуміти штучний обігрів приміщень будинку з відшкодуванням тепловтрат для підтримки в них температури на

заданому рівні, обумовленому умовами теплового комфорту для людей, і вимогами технологічних процесів, що протікають. Спосіб опалення в значній мірі залежить від призначення приміщень, особливостей конструктивних і архітектурно-планувальних рішень будинків, від теплотехнічних властивостей будівельних огорожень (стін, вікон, горищного та міжповерхового перекриття тощо).

Сучасна методологія проектування систем опалення заснована на розрахунках теплових балансів приміщень будинку для характерних періодів року. Для України цими періодами є: найбільш холодна п'ятиденка опалювального періоду, опалювальний період та розрахунковий рік. Оптимізація вибору форми будинку його орієнтації при теплоенергетичному впливі зовнішнього клімату на тепловий баланс приміщень дає наступні результати:

- для найбільш холодної п'ятиденки - зниження встановленої потужності системи опалення;
- для опалювального періоду - зниження витрат теплоти на опалення;
- для розрахункового року - зниження витрат енергії на обігрів й охолодження будинку.

У загальному випадку оптимізувати теплоенергетичний вплив зовнішнього клімату на тепловий баланс будинку можна для будь-якого характерного періоду часу.

У традиційному розумінні оптимізація теплозахисту зовнішніх огорожуючих конструкцій будинків - це обчислення товщини теплоізоляції конструкції за умови мінімуму приведених витрат. Приведені витрати в загальному випадку містять у собі два показники: витрати на виробництво і монтаж конструкцій (одноразові витрати) і теплоенергетичні витрати на забезпечення нормованих мікрокліматичних умов у приміщеннях будівлі (експлуатаційні витрати). Розрахунок теплоізоляції "по мінімуму наведених витрат" є об'єктивним методом, визнаним в усьому світі, але містить у своїй сутності сховану небезпеку, яка враховує об'єктивну реальність існуючої в

країні економічної ситуації, що може з'явитися непереборною перешкодою реалізації методу на практиці. Це пов'язане з використанням показників вартості енергії та матеріалів.

До зовнішніх огорожуючих конструкцій пред'являється в загальному випадку досить велика кількість вимог:

- високий рівень теплозахисту в холодний період в умовах теплопередачі, близької до стаціонарного режиму;
- достатній рівень теплової інерційності в теплий і холодний періоди в умовах теплопередачі, близької до періодичного режиму;
- низька енергоємність внутрішніх шарів при коливаннях теплового потоку усередині приміщення;
- висока ступінь непроникненості повітря;
- низький вологовміст тощо.

Тобто завданням розрахунку і проектування систем опалення є визначення двох взаємозалежних показників: кількості енергії та способу її розподілу. Власне кажучи, мова йде про те, щоб розрахувати й запроектувати таку систему керування виробленням, транспортуванням та розподілом теплової енергії, яка забезпечить при будівництві та експлуатації системи опалення мінімальні витрати. На початковому етапі суть рішення такого завдання полягає в тому, що час розігріву приміщення повинне бути мінімізоване.

Якщо мати на увазі, що реальне приміщення є сукупність теплоємних огорожуючих конструкцій і внутрішнього устаткування (меблів, обладнання, тощо), то процес нагрівання припускає підвищення температури елементів приміщення, тобто огорожуючих конструкцій і устаткування. Елементи високої теплової акумуляції потребують більшого часу на розігрів.

Отже, мінімізація часу розігріву приміщення досягається мінімізацією часу розігріву елементів високої теплової акумуляції. Можна відразу вказати два простих випадки: час розігріву приміщення буде прагнути до мінімуму, якщо внутрішні поверхні огорожуючих конструкцій складаються із

матеріалів, що мають низькі значення коефіцієнта теплозасвоєння, а також якщо має місце висока інтенсивність конвективного теплообміну між внутрішнім повітрям і внутрішніми поверхнями огорожуючих конструкцій. Оптимальний результат досягається, якщо збігаються обидва випадки. При цьому енергозберігаючі рішення будинків, розглянуті при проектуванні систем опалення, містять у собі наступні заходи:

- тепловий захист будинку: утеплення стін, покриття, стель підвалів, заміна віконних заповнень, балконних і вхідних дверей;
- реконструкція теплових уведень у будинок з установкою приладів обліку, контролю й регулювання витрати енергоносіїв;
- перехід від систем опалення з постійним гідравлічним режимом до систем з гідравлічним режимом, що регулюється;
- проектування систем опалення з вузлами підключення приладових ділянок (стояків) для окремих власників груп приміщень та квартир, що мають комерційний облік споживаної теплоти;
- модернізація систем вентиляції із пристроєм відбору і повторного використання теплоти;
- реконструкція систем гарячого водопостачання з установкою лічильників витрати води і дискретно регулюючих запірних арматур.

Таким чином, завдання, які повинні вирішуватися за допомогою систем опалення наступні:

1. Система опалення повинна відшкодовувати втрати тепла приміщення через всі його огорожуючі конструкції;
2. Система опалення повинна незалежно від коливань зовнішньої температури підтримувати всередині приміщення встановлену температуру;
3. Система опалення повинна забезпечувати досягнення максимально ефективного тепловикористання протягом усього опалювального періоду.

Для забезпечення рішення зазначених завдань системи опалення повинні відповідати ряду вимог, які можна поєднати у такі групи:

- а) санітарно-гігієнічні;

- б) техніко-економічні;
- в) архітектурно-будівельні;
- г) монтажно-експлуатаційні;
- д) естетичні.

Найбільш важливими є санітарно-гігієнічні і монтажно-експлуатаційні вимоги, які обумовлюються необхідністю підтримувати задану температуру в приміщеннях протягом опалювального сезону. По цьому показнику перевага перед іншими видами мають повітря й вода, тому що при використанні гарячого повітря можна постійно підтримувати рівномірну температуру кожного окремого приміщення шляхом швидкої зміни його температури, а при використанні води, підтримувати рівномірну температуру приміщення шляхом регулювання подаваної в опалювальні прилади води за допомогою термічних регуляторів і регуляторів витрати теплоносія в стояках. Температура внутрішнього повітря повинна бути рівномірною як у горизонтальному, так й у вертикальному напрямках (по горизонталі різниця температур не повинна перевищувати 2 °С, по вертикалі - 1 °С на 1 метр висоти приміщення). Внутрішні поверхні повинні мати температуру, що наближається до температури повітря в приміщенні й забезпечувати мінімальний час нагрівання елементів високої теплової акумуляції.

Важливою санітарно-гігієнічною вимогою є також обмеження температури на поверхні нагрівальних приладів, тому що при температурі понад 60 °С на поверхні приладу починається розкладання (суха сублімація) органічного пилу. У зв'язку із цим найбільш несприятливими є системи опалення з теплоносіями пар та електричні повітрянагрівачі.

Техніко-економічні вимоги - це простота пристрою системи, найменша витрата матеріалів і трудових витрат при монтажі й експлуатації.

Архітектурно-будівельні й естетичні вимоги зводяться до того, щоб окремі елементи опалювальних установок не порушували зовнішнього архітектурного вигляду та дизайн приміщень будинку, гармоніювали із

внутрішнім оздобленням приміщень і не займали зайвих площ. При цьому необхідно враховувати теплотехнічні характеристики будинку, його геометрію.

Сучасна система опалення повинна не тільки покривати тепловтрати, але й вчасно реагувати на можливі теплонадходження в приміщення (наприклад, присутність 1 дорослої людини майже рівноцінно 1 секції чавунного радіатора), при цьому підвищуються вимоги до розподілу тепла в об'ємі приміщення, що можливо тільки при врахуванні взаємодії системи опалення з огорожуючими конструкціями і їхнім температурним режимом.

Ускладнення систем опалення з метою застосування автоматичного регулювання тепловіддачі опалювальних приладів в залежності від температури повітря в приміщенні викликано необхідністю енергозбереження, що збільшує як капітальні, так і експлуатаційні витрати, але з урахуванням високої ціни на енергоносії приводить до значної економії та незначного терміну окупності систем [2].

1.2 Сучасні централізовані системи теплопостачання

Централізована система теплопостачання складається з наступних основних елементів: джерела тепла, теплові мережі і місцеві системи споживання - систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Для централізованого теплопостачання використовуються два типи джерел тепла: теплоелектроцентралі (ТЕЦ) і районні котельні (РК). На ТЕЦ здійснюється комбіноване виробництво тепла та електроенергії, що забезпечує істотне зниження питомих витрат палива при отриманні електроенергії. При цьому спочатку тепло робочого тіла - водяної пари - використовується для отримання електроенергії при розширенні пари в турбінах, а потім тепло відпрацьованої пари, що залишилося, використовується для нагріву води в теплообмінниках, які є обладнанням теплофікації ТЕЦ. Гаряча вода застосовується для теплопостачання. Таким чином, на ТЕЦ тепло високого

потенціалу використовується для вироблення електроенергії, а тепло низького потенціалу - для теплопостачання. У цьому полягає енергетичний сенс комбінованого вироблення тепла і електроенергії. При роздільному їх виробленні електроенергію одержують на конденсаційних електростанціях (КЕС), а тепло - на котельнях. У конденсаторах парових турбін на КЕС підтримується глибокий вакуум, якому відповідають низькі температури (15...20) °С, і охолоджуючу воду не використовують. У результаті на теплопостачання витрачають додаткове паливо.

Отже, роздільне вироблення економічно менш вигідне, ніж комбіноване. Переваги теплофікації і централізованого теплопостачання яскравіше проявляються при концентрації теплових навантажень, характерних для сучасних міст, які розвиваються. Слід враховувати, що при теплофікації капітальні вкладення в ТЕЦ і теплові мережі виявляються вищими, ніж в КЕС і централізовані системи теплопостачання від РК, так ТЕЦ економічно доцільно будувати лише при великих теплових навантаженнях. Для європейської частини при існуючих ціностях теплофікація економічно доцільна при теплових навантаженнях більше 400 Гкал /год.

Іншим джерелом теплопостачання є РК. Теплова потужність сучасних РК становить (150...200) Гкал/год. Така концентрація теплових навантажень дозволяє використовувати великі агрегати, сучасне технічне оснащення котелень, забезпечує високі ККД використання палива. В якості теплоносія для теплопостачання міст використовують гарячу воду, а для теплопостачання промислових підприємств - водяний пар. Теплоносій від джерел тепла транспортують по теплопроводам. Гаряча вода надходить до споживачів по подаючим теплопроводам, віддає в теплообмінниках своє тепло і після охолодження повертається по зворотнім теплопроводам до джерел тепла. Таким чином, теплоносій безперервно циркулює між джерелом тепла і споживачами. Циркуляцію теплоносія забезпечує насосна станція джерела тепла. Водяна пара надходить промисловим споживачам за

паропроводами під власним тиском, конденсується в теплообмінниках і віддає своє тепло. Конденсат повертається до джерела тепла під дією надлишкового тиску або за допомогою конденсаційних насосів.

Сучасними тепловими мережами міських систем теплопостачання є складні інженерні споруди. Протяжність теплових мереж від джерела до крайніх споживачів складає десятки кілометрів, а діаметр магістралей досягає 1400 мм. До складу теплових мереж входять: теплопроводи; компенсатори, що сприймають температурні подовження; відключаюче, регулююче і запобіжне обладнання, яке встановлюється в спеціальних камерах; насосні станції; районні теплові пункти (РТП) і теплові пункти (ТП). Теплопроводи прокладають під землею в непрохідних і напівпрохідних каналах, в колекторах і без каналів. Для скорочення втрат тепла при русі теплоносія по теплопроводах застосовують їх теплоізоляцію. Для керування гідравлічним і тепловим режимами системи теплопостачання автоматизують, а кількість тепла, що подається регулюється відповідно до вимог споживачів.

Найбільша кількість тепла витрачається на опалення будівель. Опалювальне навантаження змінюється зі зміною зовнішньої температури. Для підтримки відповідності подачі тепла потребам у ньому, застосовують центральне регулювання на джерелах тепла. Домогтися високої якості теплопостачання, застосовуючи тільки центральне регулювання, не вдається, тому на теплових пунктах і у споживачів встановлюють додаткове автоматичне регулювання. Витрата води на гаряче водопостачання безперервно змінюється, і для підтримки стійкого теплопостачання гідравлічний режим теплових мереж автоматично регулюють, а температуру гарячої води підтримують постійною і рівною 65 °С.

Сучасні централізовані системи теплопостачання є складним комплексом, що включає джерела тепла, теплові мережі з насосними станціями і тепловими пунктами і абонентські вводи, оснащені системами автоматичного управління. Для забезпечення надійного функціонування таких систем необхідна їх ієрархічна побудова, при якій всю систему

розчленовують на ряд рівнів, кожен з яких має своє завдання, яке зменшується за значенням від верхнього рівня до нижнього.

Верхній ієрархічний рівень складають джерела тепла, наступний рівень - магістральні теплові мережі з РТП, нижній - розподільні мережі з абонентськими вводами споживачів. Джерела тепла подають в теплові мережі гарячу воду заданої температури і заданого тиску, забезпечують циркуляцію води в системі і підтримують у ній належні гідродинамічний і статичний тиск. Вони мають спеціальні водопідготовчі установки, де здійснюється хімічна очистка і деаерація води. По магістральних теплових мережах транспортуються основні потоки теплоносія у вузли теплоспоживання. У РТП теплоносій розподіляється по районах і в мережах районів підтримується автономний гідравлічний і тепловий режими. У магістральні теплові мережі окремих споживачів приєднувати не варто, щоб не порушувати ієрархічності побудови системи.

Для надійності теплопостачання необхідно резервувати основні елементи верхнього ієрархічного рівня. Джерела тепла повинні мати резервні агрегати, а магістральні теплові мережі повинні бути закільцьовані із забезпеченням необхідної для них пропускної здатності в аварійних ситуаціях. Розподільні теплові мережі, ТП і абонентські вводи забезпечують розподіл теплоносія по окремим споживачам і становлять нижчий ієрархічний рівень, який у більшості випадків не резервують. Ієрархічна побудова систем теплопостачання забезпечує їх керованість у процесі експлуатації [3].

1.3 Основні види енергії і джерела тепла, які використовуються для теплопостачання

Джерелом тепла називається комплекс обладнання та пристроїв, за допомогою яких здійснюється перетворення природних і штучних видів енергії в теплову енергію з потрібними для споживачів параметрами.

Для цілей теплопостачання практичне значення на найближчу перспективу має органічне та ядерне паливо, геотермальна і сонячна енергія. До штучних видів енергії, які використовуються для вироблення тепла на теплопостачання, відносяться «вторинні енергоресурси» промислових підприємств і електрична енергія. В даний час широко застосовуються джерела тепла, які використовують органічне паливо - тверде, рідке і газоподібне. Основними джерелами тепла є теплоелектроцентралі (ТЕЦ), що виробляють комбінованим способом електричну енергію і тепло, і котельні, що виробляють тепло.

Геотермальна енергія у вигляді гарячої води і пари застосовується для теплопостачання і вироблення електроенергії на Камчатці, Північному Кавказі, в Казахстані, Середній Азії, Угорщині, Новій Зеландії, Ісландії, США та ін. Використання геотермальної енергії не впливає безпосередньо на довкілля. Труднощі зазвичай в обмеженості доступних для практичного використання запасів і неоднорідному (іноді агресивному) складі різних геотермальних джерел. Необхідно відзначити, що геотермальна енергія може бути отримана практично скрізь (в одних районах Землі геотермальні води і порожнини високого тиску знаходяться відносно близько від поверхні, в інших - глибше). Крім того, низькопотенційне тепло у вигляді гарячої води або пари може бути отримано шляхом закачування води в гарячі магматичні шари літосфери вулканів, тому геотермальна енергія віднесена до найбільш перспективних видів енергії для отримання низькопотенційного тепла.

Вторинні енергоресурси (ВЕР) в даний час знаходять застосування на деяких промислових підприємствах для вироблення тепла на теплопостачання та електроенергії. ВЕР утворюються на промислових підприємствах побічно - в процесі виробництва при випуску основних видів продукції. До них відносять: фізичне тепло, надлишковий тиск відходів і продукції, а також горючі відходи, потенціал яких не використовується в технологічних циклах. Вироблення тепла та електроенергії за рахунок такого потенціалу дозволяє економити паливо на замінних установках, внаслідок

чого підвищуються енергетичні показники промислових підприємств.

Застосування електроенергії для теплопостачання має певні переваги: можливість використання енергії безпосередньо у споживачів, відносна простота подачі та застосування, легкість регулювання та вимірювання величини навантаження та ін., а також та обставина, що витрати на виробництво електроенергії оплачують споживачі тепла. Необхідно відзначити, що електроенергія є найбільш досконалим видом енергії і вироблення її в даний час проводиться з великими витратами палива в порівнянні з витратами палива на вироблення тепла: ККД КЕС становить приблизно 40 %; котелень – (70...90) %, тому пряма трансформація електроенергії в тепло в різних електродкотлах і електронагрівачах енергетично недоцільна. Можливість застосування електроенергії для теплопостачання може розглядатися в особливих вкрай рідкісних випадках, пов'язаних з труднощами доставки палива або прокладки трубопроводів, при достатній потужності електричних станцій і ліній електропередач, при крайній неритмічності і короткочасності режимів роботи теплових споживачів, при значних провалах в графіках електроспоживання в ізольованих станціях і енергосистемах з важкорегулюєними джерелами і т.п.

Джерелами тепла на ядерному паливі є атомні ТЕЦ і атомні котельні. Вони особливо перспективні для великих централізованих систем теплопостачання, оскільки економічно доцільні при великих одиничних потужностях.

Сонячна енергія як джерело енергії має ряд переваг: чистоту, нескінченність у часі, «безкоштовність» та ін. Однак широке її застосування зустрічає технічні труднощі внаслідок малої щільності (питомої потужності) і неритмічності дії в часі, тому використання сонячної енергії можливе тільки в певних районах: на півдні України, в Середній Азії, Казахстані. Основний напрямок робіт, експериментально реалізуються в останні роки - децентралізоване теплопостачання окремих будівель [3].

Система опалення грає найважливішу роль в житті більшості людей на

Землі. Завдяки їй жителі територій з не жарким кліматом можуть відчувати себе комфортно в холодну пору року.

Головне і, мабуть, єдине призначення системи опалення - дарувати тепло в приміщенні [3].

Якісна запірно-регулююча арматура для опалення монтується в контурі для забезпечення максимально можливої енергоефективності та економічності обігріву. Вона використовується в рамках створення автономних систем опалення в приватних будинках, при розведенні опалювальних приладів в багатоквартирних будинках, а також при проектуванні центральних систем теплопостачання.

В опалювальних системах запірна арматура на опалення використовується для контролю подачі теплоносія, а також для розмикання контуру. Вона дозволяє контролювати процес опалення, роблячи його більш ефективним і раціональним. У більшості випадків запірний кран на батарею опалення встановлюється на ділянках об'язки радіатора трубопроводом. Крім функціональних переваг таке рішення несе і практичну користь - перекривши запірний вентиль для батареї опалення, домовласник зможе провести ремонт опалювального приладу без зупинки роботи всієї системи обігріву. На даний момент запірна арматура для опалення представлена широким переліком приладів.

Часто використовуються в опалювальних системах такі типи пристроїв:

- запірні клапани;
- регулювальні клапани;
- балансувальні клапани;
- термостатичні клапани і т.д.

Ці елементи виготовляються з міцних металів стійких до корозії і дії високих температур. Арматура запірного типу захищає контур від виникнення критичних аварійних ситуацій і підвищує надійність системи опалення, сприяючи мінімізації негативних наслідків при виході з ладу окремого опалювального приладу.

Крім замикаючих функцій, що запобігають аварійні ситуації на контурі, арматура може використовуватися для регулювання подачі теплоносія. Виділяють окремий діапазон запірно-регулюючої арматури, при використанні якої в контурі можна плавно регулювати температуру теплоносія, стабілізувати тиск в контурі, а також контролювати напрям циркуляції води в системі.

Арматура запірно-регулюючого типу представлена наступними елементами:

- балансувальний клапан;
- зворотній клапан;
- підживлюючий клапан;
- термодіафрагма;
- скидний клапан;
- перепускний клапан системи опалення [4].

Сучасні запірні клапани в значній мірі відрізняються від традиційно застосовуваних у вітчизняній практиці по своїй надійності, габаритам і масі.

Сучасний ринок пропонує широкий асортимент арматури для опалення та водопостачання. Вони відрізняються якістю, теплопровідністю і, звичайно ж, ціною. Кожен зможе підібрати саме той виріб, який найкращим чином буде відповідати його потребам [5].

Тож, у цьому дипломному проекті мова піде про дослідження ефективності використання в системах теплопостачання широкого асортименту різних видів арматури, що пропонує нам один із найкращих та відомих у своїй промисловості австрійський виробник запірно-регулюючої арматури HERZ.

1.4 Історія HERZ

В 1896 р. у Відні засновано фірму Gebauer & Lehrner KG, виробника сантехнічної, опалювальної арматури, а також арматури для пивної та винної

промисловостей, який був найпотужнішим на ті часи виробником на всій території Австро - Угорської Імперії, якого в 1973 році перейменовано в Акціонерне Товариство HERZ Armaturen AG, а в 1996 році – в фірму HERZ Armaturen GmbH.

Сьогодні HERZ здійснює свою міжнародну діяльність в більш ніж 70-ти країнах по всьому світу з центрального офісу у Відні. Сьогодні HERZ - це один з найпотужніших європейських виробників арматури для систем опалення, водопостачання та холодопостачання, метою якого є досягнення повноправного лідерства в даній сфері.

Історія створення фірми унікальна. Ще в 1896 р. на вулиці Герцгассе два молодих підприємці Ф. Гебауер і В. Лернер, заснували фірму Gebauer & Lehrner.

Штат фірми налічував спочатку всього лиш 12 працівників. Програма виробництва цих років, що видно з каталогу 1908 року, містила тисячі найменувань продуктів різноманітних напрямків опалювальної і сантехнічної арматури. В зв'язку з тим, що в ті часи ще не існувало ні технічних креслень, ні виробничих планів, всі моделі спочатку вирізалися з дерева вручну, а лиш після цього відливалися на виробництві.

Вже до першої світової війни фірма Gebauer & Lehrner KG налічувала 300 працівників, які виготовляли арматуру високої якості для газу, води, опалення, ванних кімнат, а також спеціальну продукцію для відомих австрійських пивоварень і винних підприємств.

В роки першої світової війни 1914 року, в зв'язку з воєнною ситуацією і особливим політичним та економічним станом у світі, персонал зменшився до 120 працівників, але фірма продовжувала свою діяльність та виготовлення продукції.

В 1950 р. почалася ера реконструкції та впровадження нових ідей в виробництві та загальній структурі фірми. Саме тоді був виданий перший каталог з описом продукції і фотографіями до неї. В кінці п'ятдесятих років фірма розвивалася в напрямку опалювального обладнання в зв'язку з

актуальним на той час попитом в країні. Також саме в цей період розпочався перший справжній досвід Gebauer & Lehrner на міжнародному ринку.

В 60-х роках продукція фірми випускається з логотипом Herz (серце) і має великий успіх за кордоном. Тільки в 1964 р. на експорт було продано 800.000 регулювальних вентилів для опалення.

Вже в 70-х роках було продано 1,8 мільйонів вентилів по всій Європі. Фірма мала великий успіх і завоювала своєю продукцією зразкову репутацію. Зростаюче споживання енергії та зростаюча потреба в комфорті пришвидшили розробку термостатичного клапана. Перший термостатичний клапан HERZ був виготовлений вже в 1972 р. В 1973 р. фірма Gebauer & Lehrner стала офіційно називатися HERZ Armaturen.

В 1986 р. фірма HERZ Armaturen переїжджає на вулицю Ріхарда Штрауса. Розпочинається новий період в діяльності фірми - розширюється виробництво та розробляються нові проекти.

В 1996 р. фірма HERZ Armaturen стає товариством з обмеженою відповідальністю. HERZ не стоїть на місці і розширює палітру своєї продукції, забезпечує виробництво технічним обладнанням. В 1999 був придбаний завод IPA, який виготовляє пресфітинги і компресійні різьбові фітинги. В 2005 році склад фірми поповнили ще 2 підприємства: завод Kovina, що виготовляє кульові крани, фільтри та арматуру групи безпеки та завод UNITAS, що виготовляє сантехнічну арматуру з логотипом HERZ. Разом з партнерами HERZ створюються спеціальні програми по енергозбереженню із застосуванням регулюючої арматури, а серія DE LUXE є відповіддю на світову тенденцію щодо удосконалення зовнішнього вигляду продукції для систем опалення. Розширилася і виробнича програма HERZ. Окрім продукції для систем опалення, з'являється арматура для систем питного водопостачання і холодопостачання [5].

1.5 HERZ в Україні

В липні 1997 року у Львові було засновано компанію ГЕРЦ Арматура, що стала українською філією австрійського концерну HERZ Armaturen Ges.m.b.H. А вже у 1999 році у Києві створено дочірнє підприємство із назвою ГЕРЦ Україна. З моменту свого приходу в Україну, компанія HERZ впровадила на український ринок широкий асортимент сучасної, високоякісної продукції для систем опалення, водо - та холодопостачання, яка забезпечує раціональне та ощадне використання теплової енергії.

На сьогодні в HERZ Україна працює 40 висококваліфікованих працівників, що відповідають за продаж продукції ГЕРЦ у всіх регіонах України. Легкий, та швидкий доступ до продукції ГЕРЦ, клієнти компанії мають завдяки загальноукраїнській мережі 200 авторизованих дистриб'юторів, які працюють у кожному обласному та більшості районних центрів України.

Вже 7 років Герц проводить технічні семінари та тренінги у власному навчальному центрі в центральному офісі у Києві. Технічний відділ HERZ допомагає інженерам та проектувальникам у вирішенні технічних питань, пов'язаних із застосуванням продукції HERZ у сучасних системах опалення, водо - та холодопостачання.

Компанія бере участь в найбільших спеціалізованих виставках України. На стенді відвідувачі мають нагоду познайомитися із компанією ГЕРЦ, новинками продукції, а також отримати кваліфіковані консультації фахівців компанії [6].

1.6 Короткий опис регулюючої та балансувальної арматури

Регулювальна арматура — це вид трубопровідної арматури, призначений для регулювання параметрів робочого середовища, що переміщається в трубах. У поняття регулювання параметрів входить

регулювання витрати середовища, підтримання тиску середовища в заданих межах, змішування різних середовищ у необхідних пропорціях, підтримання заданого рівня рідини у посудині під тиском та деякі інші. Виконання всіх своїх функцій регулювальна арматура здійснює за рахунок зміни витрати середовища через свій прохідний переріз.

Залежно від конкретних умов експлуатації застосовуються різні види керування регулювальною арматурою, частіше за все при цьому використовуються зовнішні джерела енергії (приводи) та управління за командою на основі інформації, отриманої від давачів, які фіксують параметри середовища в трубопроводі. Використовується також автоматичне керування безпосередньо від робочого середовища, а також ручне керування.

У залежності від параметрів робочого середовища (тиску, температури, хімічного складу та ін.) до кожного виду регулювання ставляться різні вимоги, що призвело до появи різноманітних конструктивних типів регулювальної арматури. З точки зору автоматизації виробництва кожен з цих типів розглядається як елемент автоматизованої системи керування технологічним процесом за участю рідких чи газоподібних робочих середовищ та забезпечує регулювання на основі отримуваної командної інформації.

Ефективну роботу опалювальної системи багато в чому визначає її збалансованість. Вона дозволяє запобігти ймовірності виникнення ситуацій, коли в один радіатор подається надлишковий обсяг теплоносія, в той час як в іншій його подається недостатня кількість. Для цього до складу опалювальної системи повинні входити балансувальні клапани, принцип роботи яких дозволяє провести гідравлічне балансування (ув'язку) потоків теплоносія по різних елементах опалювальної системи або ж стабілізувати в них циркуляційний тиск або температуру [8].

1.6.1 Автоматичні регулятори витрати

Регулятор витрати, що наведений на рисунку 1.1, застосовується в установках для обігріву та охолодження приміщень (будівель) з циркуляційними насосами. Регулятор автоматично обмежує величину об'ємної витрати в зазначеному нижче діапазоні до заданого значення, в якому враховуються і компенсуються всі втрати тиску в контурі. Завдяки цьому потреба в подальших вимірах відпадає, і ефективність регулювання зберігається при будь-яких умовах роботи. Регулятор витрати підтримує величину об'ємної витрати відповідно до попередньої установки, при цьому мембрана сприймає імпульс тиску до регулювальної вставки (за допомогою імпульсної трубки), а також після вставки через внутрішній контрольний канал. Попереднє налаштування проводиться за процентною шкалою відповідно до необхідної витрати, при монтажі можна відрегулювати максимальне споживання по діаграмі.

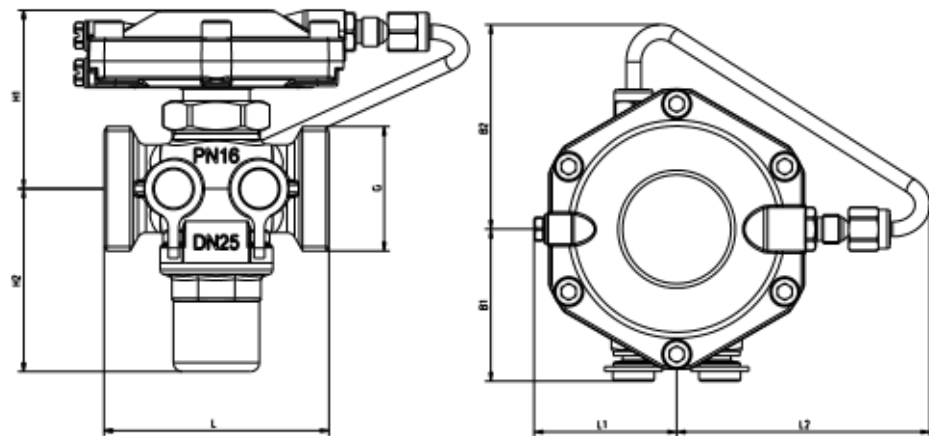


Рисунок 1.1 – Герц - Регулювальний клапан (4001)

Технічні параметри:

- максимальний робочий тиск 16 бар;
- максимальний перепад тиску на клапані 2 бар;
- мінімальна робоча температура 2 ° C (чиста вода);
- мінімальна робоча температура -20 ° C (з антифризом);

- максимальна допустима робоча температура 100 ° С.

1.6.2 Автоматичні регулятори перепаду тиску

Регулятор перепаду тиску (див. рис. 1.2) - пропорційний регулятор прямої дії, працює без додаткових джерел енергії. Необхідне значення перепаду тисків регулюється безступінчато, в діапазоні (50...300) мбар, або (250...600) мбар. Необхідна задана величина встановлюється за допомогою спеціального інструменту. У комплект поставки входить імпульсна трубка (1000 мм), яку необхідно підключити до лінії подачі.

Для підтримки працездатності арматури при експлуатації необхідно не допускати забруднення внутрішніх порожнин. Попадання забруднень виключається шляхом установки перед регулятором фільтра ГЕРЦ.

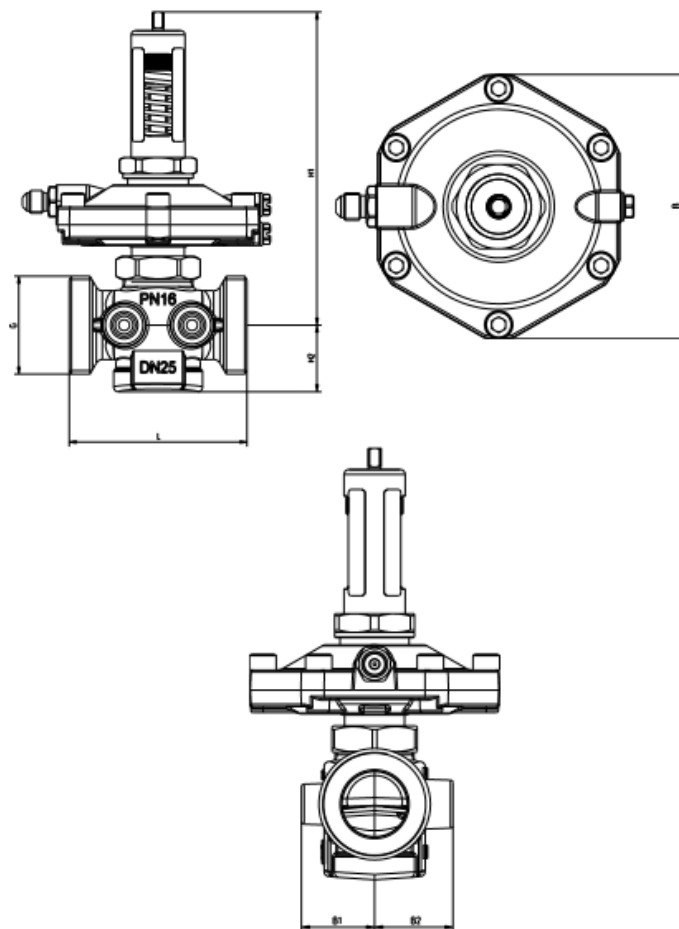


Рисунок 1.2 – Регулятор перепаду тиску (4002_4X-6X)

Технічні характеристики:

- максимальний робочий тиск 16 бар;
- максимальний перепад тиску на клапані 2 бар;
- мінімальна робоча температура 2 °С (чиста вода);
- мінімальна робоча температура - 20 °С (з антифризом);
- максимально допустима робоча температура 100 °С;
- діапазон регулювання 4002 4x 5 - 30 кПа;
- діапазон регулювання 4002 6x 25 - 60 кПа.

1.6.3 Балансувальний клапан Stroemax 4017 M

Для замикання і регулювання систем з гарячою і холодною водою, а так само для балансування трубопроводів використовуються балансувальні клапани типу Stroemax 4017 M, що наведені на рисунку 1.3.

Технічні характеристики:

Клапан закривається обертанням за годинниковою стрілкою

- максимальна робоча температура: 130 °С при 10 бар;
- максимальний робочий тиск: 20 бар при 20 °С;
- максимальний перепад тиску при закритому клапані: 10 бар.

Допускається використання суміші етилен-, пропиленгликоля в процентному співвідношенні (25...50) % з водою.

Для підтримки працездатності арматури при експлуатації необхідно не допускати забруднення внутрішніх порожнин. Попадання забруднень виключається шляхом установки перед арматурою фільтра. При виконанні монтажних робіт зусилля інструменту має додаватися безпосередньо до шестигранник муфти щоб уникнути пошкодження корпусу вентиля. Вентильні муфти виконані з конічною різьбою під застосування ущільнювачів, робота повинні виконуватися сертифікованими фахівцями. При обмежених умовах під час монтажу кран-букса може бути демонтована.

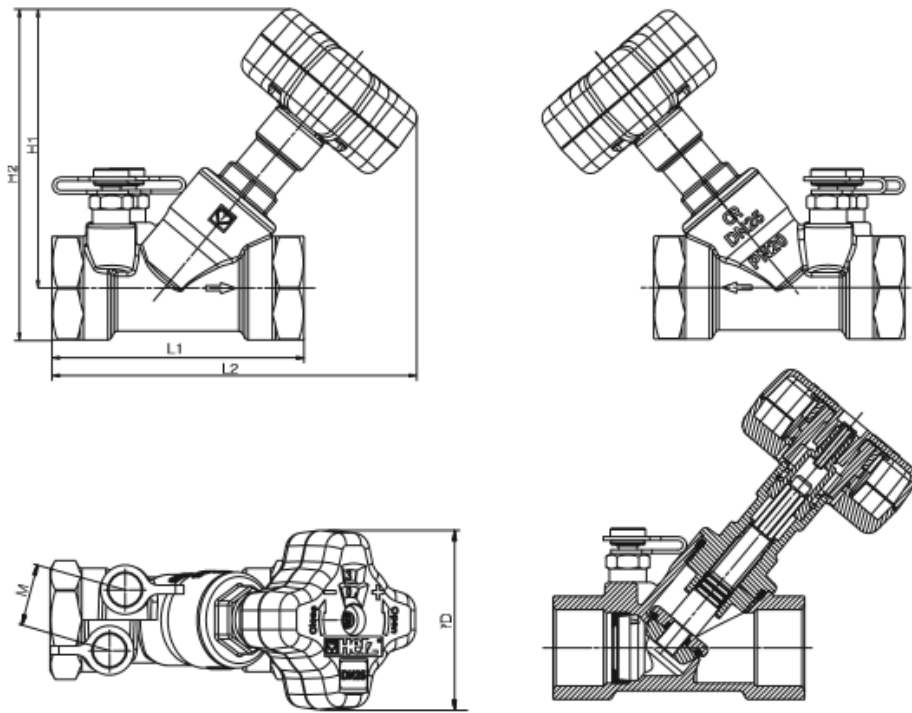


Рисунок 1.3 – Stroemax 4017 M

При повторній установці завдяки наявності ущільнювального O-Ring кільця на кран-буксі немає необхідності в додаткових ущільнювачів матеріалах і надмірному зусиллі при закручуванні.

1.6.4 Термостатичні головки

Для доповнення ефективної роботи балансувальних та регулювальних клапанів в системі теплопостачання також використовуються термостатичні головки, які встановлюють безпосередньо на радіаторах в жилих приміщеннях і т.д.

Термостатичні головки є безперервними регуляторами пропорційного типу (пропорційні П-регулятори) прямої дії. Вони не вимагають електроприводу або будь-якого іншого джерела енергії. Зміни температури повітря в приміщенні пропорційні змінам ходу штока. Якщо, наприклад, під дією сонячних променів температура повітря в приміщенні збільшується,

рідина в температурному датчику розширюється, впливаючи на сильфон, який перекриває подачу води до опалювального приладу через шток клапана. Якщо температура повітря в приміщенні знижується, відбувається зворотній процес. Зміна ходу штока, викликана зміною температури, становить 0,22 мм до зміни температури повітря в приміщенні.

1.6.5 Головки HERZCULES

Термоголовка HERZCULES, яка зображена на рисунку 1.4, призначена для монтажу на всіх клапанах ГЕРЦ з метою автоматичного регулювання температури в службових, житлових та інших приміщеннях, де існує можливість крадіжки, пошкодження або несанкціонованого доступу системи (навчальні заклади, казарми, приміщення загального користування і т.д.).

Технічні параметри:

діапазон регулювання (8...26) °С.

Термоголовка ГЕРЦКУЛЕС є датчиком прямого регулювання і служить для перетворення зміни об'єму рідини в чутливому елементі під впливом зміни температури в приміщенні в механічний вплив на шпindelь клапана.

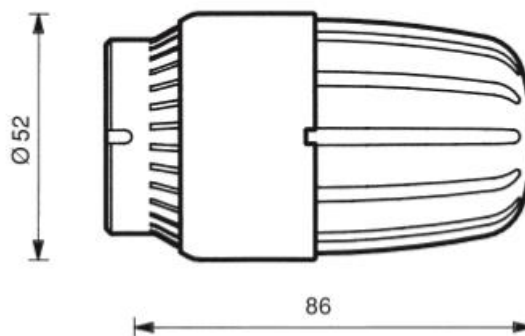


Рисунок 1.4 – Термостатична головка HERZCULES

1.6.6 Головки DeLuxe

Термоголовка є автоматичним регулятором прямої дії, що слугує для регулювання подачі води до приладу опалення (див. рис. 1.5). Зміна положення шпинделя клапана здійснюється за рахунок зміни об'єму рідини в чутливому елементі.

Бажана температура в приміщенні обирається поворотом маховичка і підтримується автоматичним відкриттям і закриттям клапана.

Поворот термостатичної головки проти годинникової стрілки збільшує, за годинниковою стрілкою - зменшує кімнатну температуру.

За допомогою установки, яка відповідає цифрі шкали настройки навпаки покажчика можна встановити в приміщенні температурні величини; при цьому можливі відхилення від температури на кілька градусів залежно від способу монтажу і виконання приладу.

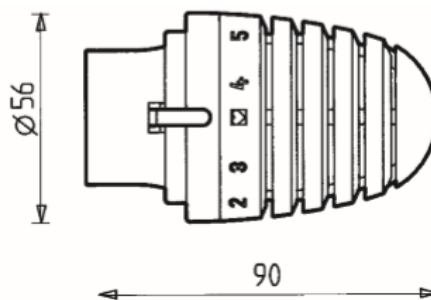


Рисунок 1.5 – Термостатична головка DeLuxe

Технічні параметри:

- діапазон регулювання (6...30) °С;
- захист від замерзання при 6° С.

Повернути термостатичну головку проти годинникової стрілки до упору (заводське налаштування), яке відповідає 30 °С.

1.7 Параметри мікроклімату та основні вимоги до систем опалення

Життя сучасної людини немислиме без певного рівня комфортності приміщень. Будь-яку сучасну будівлю не можна розглядати без інженерних систем забезпечення мікроклімату (теплопостачання, опалення, вентиляція, кондиціонування) та комунально-побутових потреб (водопостачання, водовідведення, електро- та газопостачання). Крім того, розгляд деяких питань роботи інженерних систем окремо, без комплексного аналізу, не може вирішити проблеми якісного забезпечення комфортних умов (наприклад, зниження температури гарячої води в котлах - з одного боку зменшує витрату палива, а з іншого – зменшує температурний напір в опалювальних приладах, що потребує збільшення їхньої площі, тобто збільшення капітальних витрат). Сама архітектура будинку, його орієнтація, взаємодія з розташованими поруч іншими будинками і спорудами також впливають на роботу інженерних систем. Будівельні конструкції, різноманіття систем вироблення, транспортування енергії, безпосередньо робота систем опалення, нерівномірність надходжень і втрат тепла, вологи в самих приміщеннях, їхній взаємовплив - вимагають їх аналізу і врахування з погляду комфортності та енергозбереження.

Аналіз життєдіяльності сучасного міського жителя показує, що близько 80% свого життя людина проводить у житлових, громадських приміщеннях, виробничих будинках, транспорті. Тому здоров'я і працездатність людини в значній мірі залежать від того, на скільки навколишній мікроклімат приміщення в санітарно-гігієнічному відношенні задовольняє його фізіологічним вимогам. Мікроклімат внутрішнього середовища приміщень характеризує наступна сукупність параметрів: середня температура внутрішнього повітря приміщення, тв, °С.

Необхідний мікроклімат у приміщенні, як правило, створюється системами інженерного устаткування будинків: опалення, вентиляції і кондиціонування повітря. При чому кожна із систем забезпечує підтримання

відповідних параметрів або їх групи на заданому нормативами рівні. Так, рівень перелічених температурних параметрів мікроклімату приміщень в холодний період року забезпечується системою опалення, а в теплий – системами вентиляції та кондиціювання. Відносна вологість, швидкість руху повітря, концентрація шкідливостей підтримуються на дозволеному рівні системами вентиляції та оптимальному рівні кондиціюванням повітря.

У багатьох виробничих і громадських будинках опалення і вентиляція спільно створюють необхідні санітарно-гігієнічні умови, що сприяє зменшенню числа захворювань людей, поліпшенню їхнього самопочуття, підвищенню продуктивності праці і якості продукції.

У спорудах агропромислового комплексу засобами опалення і вентиляції підтримуються кліматичні умови, що забезпечують максимальну продуктивність тварин, птахів і рослин, зберігання овочів і фруктів. Робочі приміщення і продукти праці вимагають для свого збереження належних температурних умов. Недостатньо опалювальні будинки швидше руйнуються внаслідок порушення необхідного температурно-вологісного режиму конструкцій. Технологічні процеси одержання і збереження ряду продуктів, виробів і речовин (точних приладів і ламп, пряжі і тканин, кіноплівки і скла, борошна і папери і т.д.) вимагають суворої підтримки заданої температури приміщень.

Таким чином, основне призначення опалення та інших інженерних систем заключається у забезпеченні мікроклімату усередині приміщень з метою:

- підтримки сприятливих умов для людей, що знаходяться в приміщенні;
- підтримки умов збереження будинку, технологічного устаткування, продукції, матеріальних і духовних цінностей;
- створення технологічно необхідних мікрокліматичних умов виробництва тощо.

1.8 Класифікація систем опалення

Для компенсації теплових втрат, що виникають у будинках і спорудах у перехідний і зимовий періоди року, використовуються системи опалення. Будь-яка система опалення призначена для підтримки в приміщеннях опалювального будинку нормованих значень внутрішньої температури і складається із трьох основних елементів: теплогенеруючого центру, у якому теплоносію передається розрахункова кількість тепла, система трубопроводів для переміщення по них теплоносія і опалювальних приладів, що передають тепло від теплоносія внутрішньому повітрю приміщень.

У системах опалення, як теплоносієм, застосовують воду, незамерзаючі суміші, насичену водяну пару, повітря, а в панельно-випромінюючих системах – перегріту воду, незамерзаючі суміші і електроенергію. Останнім часом усе більше поширення одержали теплоносії на основі гліколей.

Теплоносії (холодоносії) є проміжним тілом, за допомогою якого здійснюється перенос тепла від повітря охолоджуваного приміщення до холодильного агента. Холодоносієм може служити вода, водяні розчини солей або рідини з низькою температурою замерзання – антифризи і т.д. Їх застосовують там, де безпосереднє охолодження небажане або не представляється можливим.

При температурах теплоносія нижче рівня замерзання води, а також з метою запобігання замерзання теплоносія в трубопроводах при низьких температурах навколишнього середовища, у якості теплоносіїв використовують різні розчини і суміші з низькою температурою замерзання.

Розповсюдженими холодоносіями є хлористий натрій (NaCl), солі хлористого кальцію (CaCl_2), водяні розчини гліколей. У зв'язку з високою корозійною активністю сольових розчинів, витрати на ремонт устаткування можуть багаторазово перевищити прямі витрати, тому останнім часом усе більш широке застосування знаходять розчини багатоатомних спиртів, у тому числі пропіленгліколя (ПГ), етиленгліколя, гліцерину, що особливо

характерно для систем центрального кондиціонування. При проектуванні систем із гліколевим теплоносієм слід враховувати їхні фізико-хімічні особливості.

Цінність насиченої водяної пари, як теплоносія, полягає, по-перше, у великій кількості тепла, що виділяється при його конденсації в опалювальних приладах і, по-друге, у можливості передавати велику кількість тепла на значні відстані при малих витратах енергії.

Системи опалення можна орієнтовно представити у вигляді класифікації, що представлена на рисунку 1.6.

Центральним опаленням називають вид опалення, у якому трубопроводи системи і нагрівальні прилади перебувають в одному будинку, а тепло подається від теплогенеруючого пристрою, що перебуває поза будинком. Якщо теплогенеруючий пристрій обслуговує кілька будинків або район населеного пункту, то такий вид опалення називається районним опаленням.

Усі наведені на схемі види систем опалення залежно від радіуса їх дії підрозділяють на місцеві і центральні. Місцевим опаленням називають вид опалення, у якому теплогенеруючий пристрій, трубопроводи для переміщення теплоносія і опалювальні прилади конструктивно скомпоновані разом в опалювальному приміщенні.

Центральним опаленням називають вид опалення, у якому трубопроводи системи і нагрівальні прилади перебувають в одному будинку, а тепло подається від теплогенеруючого пристрою, що перебуває поза будинком.

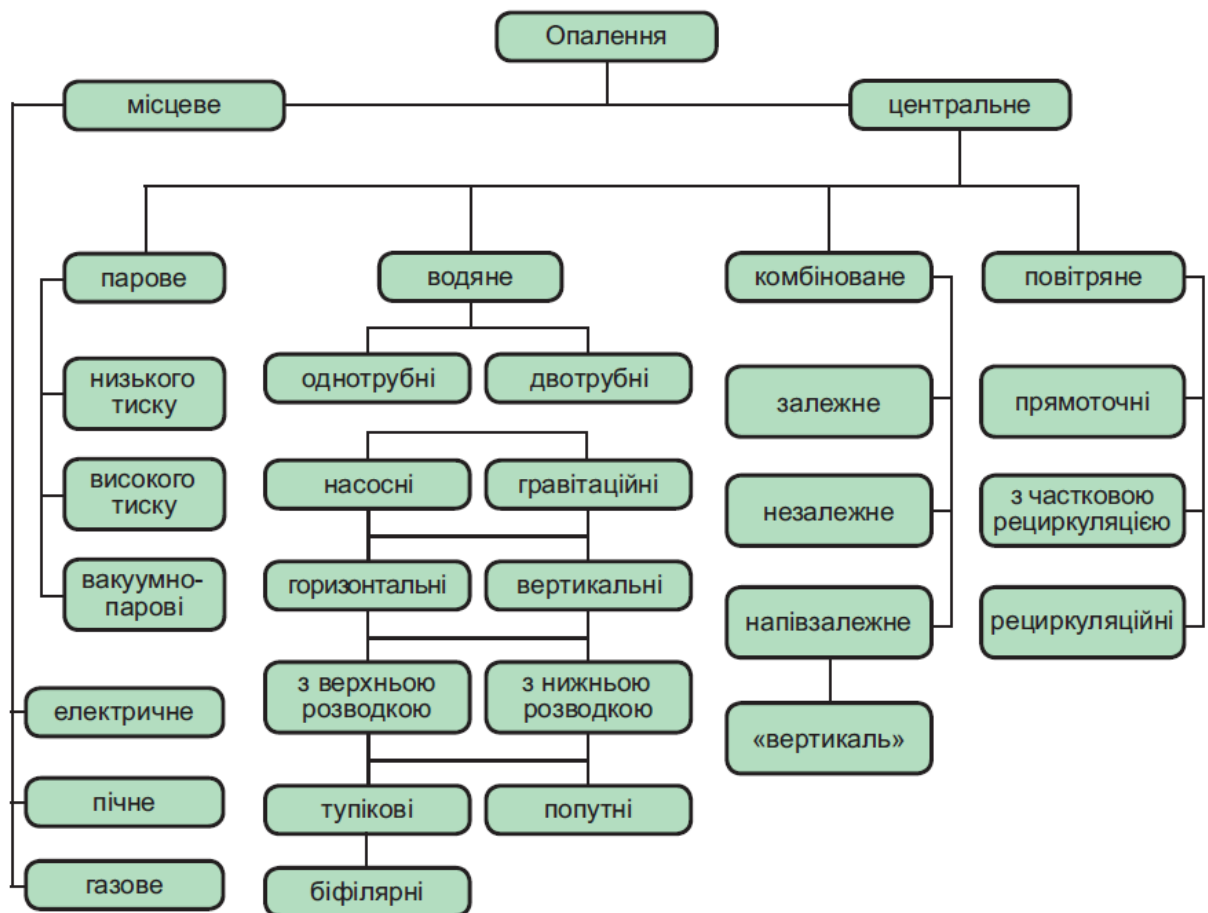


Рисунок 1.6 – Класифікація систем опалення

Якщо теплогенеруючий пристрій обслуговує кілька будинків або район населеного пункту, то такий вид опалення називається районним опаленням [10].

1.8.1 Системи водяного опалення

Система опалення будинку, приєднаного до теплової мережі, складається з вузла приготування теплоносія, трубопроводів, віток, підвіток і опалювальних приладів. Системи водяного опалення є найпоширенішими з відомих опалювальних систем. Як видно з наведеної класифікації системи можуть бути горизонтальними або вертикальними.

Горизонтальне розведення може бути верхнім, нижнім або змішаним. При верхньому розведенні подавальний і зворотний трубопроводи прокладаються, як правило, по горищу будинку. При нижньому розведенні обоє трубопровода прокладаються в підвалі, а при його відсутності - у цокольному або в першому поверсі. При змішанім розведенні один з трубопроводів прокладається по горищу, а другий - по підвалу.

Вертикальні розведення звичайно застосовуються в громадських будинках, а також у житлових будинках, обладнаних поквартирними системами опалення. Розведення трубопроводів з попутним рухом води конструюються таким чином, щоб довжина циркуляційних кілець через усі вітки системи була однаковою.

У багатоповерхових будинках з вертикальними двотрубними системами опалення повинно проектуватися, як правило, нижнє розведення магістралей. Змішане розведення магістральних трубопроводів (одна труба на горищі, друга - у підвалі) не рекомендується через неможливість установки на стояках регуляторів перепаду тиску.

Вітки трубопроводів з'єднують трубопроводи з підводками до опалювальних приладів. По розташуванню в просторі вітки можуть бути вертикальними або горизонтальними. Вертикальні вітки прийнято називати стояками.

По способу приєднання підводок вітки можуть бути однострубними або двотрубними. У місцях підключення віток до трубопроводів повинна встановлюватися запірна арматури і обладнання для зливу води і випуску повітря. Стояки і прямолінійні горизонтальні вітки довжиною 50 м і більш повинні проектуватися з компенсаторами.

У верхній точці стояків систем опалення з нижнім розведенням повинні встановлюватися пристрою для автоматичного випуску повітря.

У житлових будинках рекомендується проектувати квартирні системи Опалення з горизонтальними двотрубними або однострубними вітками трубопроводів, що прокладаються в підлозі або в плінтусах.

Як видно із класифікації, системи опалення по виду циркуляції теплоносія діляться на гравітаційну і насосну.

Відмінності насосних від гравітаційних систем полягає в наступному: у системі встановлений циркуляційний насос, температурні розширення теплоносія компенсує розширювальний бак мембранного типу (закритий) і у верхніх точках систем встановлюються автоматичні повітровипускники.

Системи зі штучною циркуляцією води роблять із тупиковим і попутним рухом води. У системах з тупиковим рухом води, напрямок руху води подавальної і зворотної магістралях віток протилежні один одному, а в системах з попутним рухом, вода в подавальної і зворотної магістралях тече в одному напрямку.

Системи опалення, у яких теплоносій надходить в опалювальні прилади по одній трубі називаються однострубними системами. Однострубні системи можуть бути із природною і примусовою циркуляцією, з тупиковими вітками і з попутним рухом теплоносія, вертикальні й горизонтальні [11].

1.9 Опалювальні прилади

Опалювальним приладом називають пристрій, призначений для передачі тепла від теплоносія до повітря огороджуваних конструкцій опалювального приміщення.

Опалювальний прилад є елементом санітарно-технічного обладнання будинків будь-якого цільового призначення, тому при виборі його виду, необхідно враховувати ряд вимог, по яких проводиться порівняння конструктивних розв'язків і аналізується ступінь досконалості.

Теплотехнічні вимоги. Опалювальний прилад повинен мати максимально високий коефіцієнт теплопередачі, тобто забезпечувати найбільшу густину теплового потоку.

Техніко-економічні вимоги. Опалювальний прилад повинен мати найменшу собівартість виготовлення, віднесена до 1 кВт тепла, що віддається приміщенню. Санітарно-гігієнічні вимоги. Температура тепловіддаючої поверхні опалювального приладу повинна відповідати вимогам санітарно-гігієнічних норм. Необхідно передбачати відкриту установку опалювальних приладів у приміщеннях і забезпечити вільний доступ для видалення пилу з корпусу приладу, огорожуючих конструкцій за ним.

Архітектурно-будівельні вимоги, форма, розміри і колір опалювального приладу повинна відповідати інтер'єру приміщення, а сам він не повинен займати корисну площу.

Монтажно-експлуатаційні вимоги. Приєднання опалювального приладу до системи опалення повинне бути простим, без зайвих фасонних з'єднань і забезпечувати максимальну механізацію робіт при монтажі. Опалювальний прилад повинен реагувати на автоматику керування тепловіддачею при установці терморегулятора і автоматичних регуляторів на стояках системи опалення. Тепло з поверхні опалювального приладу передається в навколишнє середовище конвекцією і випромінюванням. Перевага того або іншого виду тепловіддачі залежить від конструктивних особливостей і форми поверхні приладу.

Прилади, що передають більш 50 % сумарного теплового потоку тепла випромінюванням. (Стельові керамічні газові випромінювачі інфрачервоного випромінювання, настінні і стельові електроопалювальні панелі на основі вугільного композита, стельові опалювальні панелі).

По матеріалу, з якого виготовляються опалювальні прилади, їх можна розділити на три групи:

- а) металеві (сталеві, чавунні, алюмінієві, біметалічні, що складаються із двох видів металу);
- б) неметалічні (кераміка, полімерні матеріали, композиційні суміші);
- в) комбіновані (пластик-бетон, метал-бетон, метал-кераміка) [12].

1.9.1 Види опалювальних приладів

1.9.1.1 Опалювальні прилади із гладких сталевих труб. Даний вид опалювальних приладів може мати вигляд у формі змійовика, або реєстру (див. рис. 1.7).

Опалювальні прилади із гладких труб витримують високий тиск теплоносія (10...15) бар, задовольняють санітарно-гігієнічним і теплотехнічним вимогам, однак не задовольняють архітектурно-будівельним і експлуатаційним вимогам, що не дозволяє використовувати їх у системах опалення з терморегуляторами.

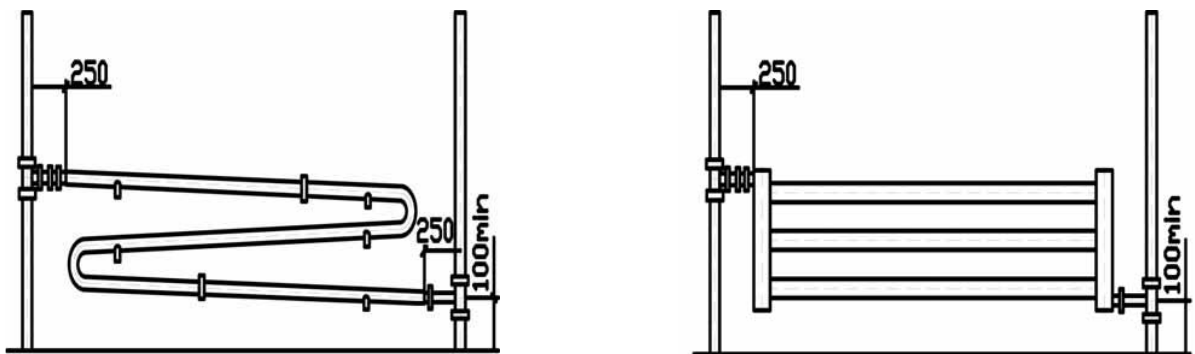


Рисунок 1.7 - Регістри із гладких труб

1.9.1.2 Чавунний секційний радіатор. Конструктивно являє собою окремі секції, відлиті із чавуну, з'єднані між собою ніпелями, що мають праве і ліве зовнішню різьбу (див. рис. 1.8).

Для ущільнення стиків між секціями застосовують ущільнювачі. При теплоносії до 100 °С ущільнювачем при складанні секцій є прокладки з термостійкої гуми або ганчіркового картону, просоченого оліфою, а при теплоносії з температурою більш 100 °С застосовують прокладки з пароніту або клінгериту.

Чавунні секційні радіатори приблизно 30% загального теплового потоку віддають випромінюванням, а 70% - конвекцією. Максимальний робочий тиск для чавунного секційного радіатора рівно 6 бар.

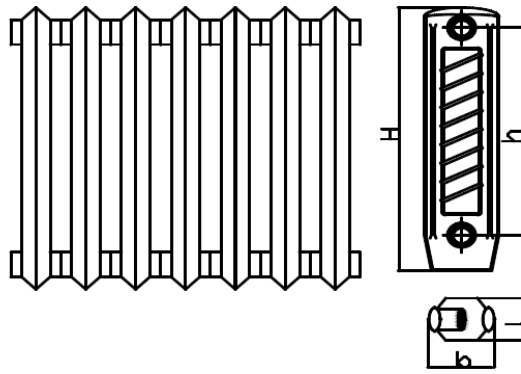


Рисунок 1.8 – Чавунний радіатор

Даний вид приладів надійний в експлуатації, практично не зазнає корозії і утворення накипу на внутрішніх стінках секцій.

1.9.1.3 Сталевий конвектор - опалювальний прилад, що передає зі своєї поверхні в приміщення (90...95) % тепла за рахунок конвекції (див. рис. 1.9, 1.10). Конструктивно складається з елемента, що гріє, у вигляді сталевих труб з насадженими на них пластинами оребрення. Існує два типи конвекторів: з відкритими елементами і закритими. При використанні труб з умовним діаметром для проходу теплоносія 15 мм, крок оребрення становить (5...7) мм, а при умовному діаметрі 20 мм – (5...10) мм.



Рисунок 1.9 - Загальний вид конвекторів «Сантехпром Авто» і «Сантехпром Авто-С» з терморегулятором Герц

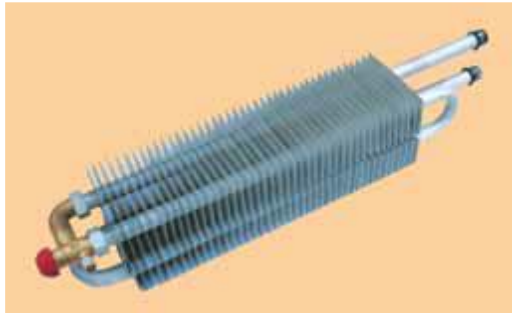


Рисунок 1.10 - Опалювальний елемент середньої глибини для конвектора «Сантехпром Авто-С» з термостатичним клапаном Герц-Універсал для двотрубної системи опалення

Конвектори випускаються двох типів: настінні, що навішуються на стіну, і напольні, установлювані на підлозі опалювального приміщення. Обидва види конвекторів можуть бути прохідними (для послідовного з'єднання один з одним) і кінцевими. Максимальний робочий тиск конвекторів - 10 бар.

1.9.1.4 Панельні радіатори конструктивно являють собою опалювальні прилади реєстрового типу (див. рис. 1.11) (з горизонтальними колекторами вгорі і унизу кожної панелі, з'єднані вертикальними каналами-колонками), широкого діапазону габаритних розмірів і густини теплового потоку (від 1 до 3 гладких або оребрених панелей на корпусі).



Рисунок 1.11 - Панельний радіатор з терморегулюючим вузлом нижнього підключення Герц 3000

Виготовляються два види приладів: традиційні профільні радіатори з бічним розташуванням сполучних патрубків до труб системи опалення і прилади із вбудованим (або без) у верхній колектор термостатом і патрубками для нижнього приєднання трубопроводів. Максимальний робочий тиск панельних радіаторів 10 бар.

1.9.1.5 Гладкотрубний радіатор. Виготовляється або у вигляді сталевого реєстру, що застосовується у ванних кімнатах, душових і допоміжних приміщеннях будинків, або у вигляді плоскотрубного радіатора, що представляє собою окремі секції, з'єднані між собою, що і мають різну кількість з'єднаних труб. Теплова напруга гладкотрубних радіаторів коливається в діапазоні (0,7...5-1,5) Вт/(кг·К). Водоемкість секцій мала, що обумовлює їхню малу інерційність. Гладкотрубний радіатор відрізняється від інших типів радіаторів і конвекторів кращими санітарно-гігієнічними показниками, тому що легко очищається від пилу. Товщина труб радіатора приблизно становить 1,5 мм, тому їх застосовують із такими ж обмеженнями, що і сталеві штамповані радіатори.

1.9.1.6 «Тепла підлога» - найбільш комфортний, але і найбільш дорогий елемент системи опалення. Розподіл температури повітря по висоті приміщення при використанні елемента системи опалення «Тепла підлога» близько до ідеального - на рівні підлоги тепло, а на рівні робочої зони (2 м від підлоги) комфортно (див. рис. 1.12).

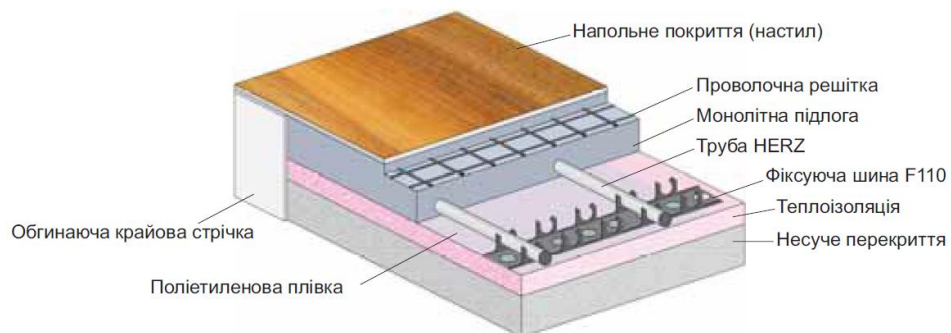


Рисунок 1.12 – Тепла підлога

Практично відсутній конвективний перенос пилу в приміщенні, тому що температура підлоги в приміщенні підтримується в межах (25...26) °С .

Конструктивно «тепла підлога» складається з наступних складових конструкції перекриття, на яку укладається теплова ізоляція, укрита гідроізоляцією, яка запобігає замочуванню утеплювача і стін у випадку розгерметизації трубопроводу, по яким рухається теплоносій. Крайова демпферна стрічка забезпечує компенсацію температурних розширень [14].

1.10 Основні вимоги до систем опалення

Трубопроводи систем опалення, теплопостачання повітрянагрівачів і систем вентиляції, кондиціонування, повітряного душування і повітряно-теплових завіс (далі трубопроводи систем опалення) слід проектувати зі сталевих, мідних, латунних труб, термостійких труб з полімерних матеріалів (у тому числі металополімерних, зі склопластику), дозволених до застосування в будівництві відповідних систем. У комплекті з полімерними трубами слід ухвалювати сполучні деталі і вироби відповідно до застосованого типу труб. Труби з полімерних матеріалів, застосовувані в системах опалення разом з металевими трубами або із приладами і обладнанням, які мають обмеження щодо вмісту кисню в теплоносії, повинні мати антидифузійний шар.

Теплову ізоляцію слід передбачати для трубопроводів систем опалення, прокладених у неопалюваних приміщеннях, у місцях, де можливе замерзання теплоносія, у штучно охолоджувальних (прівітрюваних) приміщеннях, а також для попередження опіків і конденсації вологи на них. Для інших випадків теплоізоляцію трубопроводів слід передбачати при економічному обґрунтуванні.

Для теплової ізоляції слід застосовувати теплоізоляційні матеріали з теплопровідністю не більше 0,05 Вт/(м²·°С) і товщиною, що забезпечує на поверхні температуру не вище 40 °С.

Додаткові втрати теплоти трубопроводами в неопалюваних приміщеннях не повинні перевищувати 3 % від теплового потоку системи опалення.

Втрати теплоти при розміщенні опалювальних приладів біля зовнішніх огорожень не повинні перевищувати 7 % теплової потужності опалювального приладу.

Швидкість руху теплоносія в трубах систем водяного опалення слід приймати залежно від допустимого еквівалентного рівня звуку в приміщенні:

а) вище 40 дБ - не більш 1,5 м/с у громадських будинках; не більш 2 м/с - в адміністративно-побутових будинках; не більше 3 м/с - у виробничих будинках;

б) 40 дБ і нижче - не більш 1,0 м/с у громадських будинках; не більш 1,25 м/с – в адміністративно-побутових будинках; не більше 1,5 м/с - у виробничих будинках;

Еквівалентну шорсткість внутрішньої поверхні сталевих труб систем опалення і внутрішнього теплопостачання слід приймати не менше: для води і пари - 0,2 мм, конденсату - 0,5 мм.

Еквівалентну шорсткість внутрішньої поверхні труб з полімерних матеріалів і мідних (латунних) труб слід приймати не менше 0,01 мм і 0,11 мм відповідно.

Прокладка трубопроводів опалення повинна виконуватися, як правило, схованої: у плінтусах, за екранами, у штробах, шахтах і каналах. Допускається відкрита прокладка металевих трубопроводів, а також пластмасових у місцях, де виключається їхнє механічне і термічне ушкодження і прямий вплив ультрафіолетового випромінювання.

Спосіб прокладки трубопроводів повинен забезпечувати легку заміну їх при ремонті. Замонолічування труб (без кожуха) у будівельні конструкції допускається: у будинках з терміном експлуатації менше 20 років; при

розрахунковому часі експлуатації труб 40 років і більше. При схованій прокладці трубопроводів слід передбачати люки в місцях розташування розбірних з'єднань і арматури. Системи трубопроводів з полімерних матеріалів повинні відповідати зазначеним щодо монтажу пластмасових труб у системах опалення згідно з вимогами виробника. Прокладка транзитних трубопроводів систем опалення не допускається через приміщення сховищ, електротехнічні приміщення, пішохідні галереї і тунелі.

На горищах допускається установка розширювальних баків систем опалення з тепловою ізоляцією з не горючих матеріалів.

У системах опалення слід передбачати пристрої для їхнього спорожнювання: у будинках з кількістю поверхів 4 і більше. На кожному стояку слід передбачати арматури для наповнення і зливу зі штуцерами для приєднання шлангів. Арматуру і дренажні пристрої, як правило, не слід розміщати в підпольних каналах.

Відстань (у просвіті) від поверхні трубопроводів, опалювальних приладів і повітрянагрівачів з температурою теплоносія вище 105 °С до поверхні конструкції з горючих матеріалів треба приймати не менше 100 мм. Не допускається прокладати труби з полімерних матеріалів у приміщеннях категорії Г, а також у приміщеннях із джерелами теплових випромінювань із температурою поверхні більше 150 °С.

Трубопроводи в місцях перетинання перекриття, внутрішніх стін і перегородок слід прокладати в гільзах з не горючих матеріалів; кінці гільз повинні бути на 30 мм вище поверхні чистої підлоги.

Видалення повітря із систем опалення при теплоносії «вода» слід передбачати у верхніх точках. У системах водяного опалення слід передбачати, як правило, проточні повітрязбірники або крани. Не проточні повітрязбірники допускається передбачати при швидкості руху води в трубопроводі менше 0,1 м/с.

Труби, фасонні деталі і з'єднання повинні витримувати без руйнування і втрати герметичності: а) пробний тиск води, що перевищує робочий тиск у

системі опалення в 1,5 рази, але не менше 0,6 МПа, при постійній температурі води 95 °С; б) постійний тиск води, рівний робочому тиску води в системі опалення, але не менше 0,4 МПа, при розрахунковій температурі теплоносія, але не нижче 80 °С.

Гідравлічні випробування пластмасових трубопроводів повинні передбачатися при тиску, що перевищує робоче в 1,5 рази, але не менш 0,6 МПа, при постійній температурі води протягом не менше 30 хв.

Трубопровід, у якому падіння тиску не перевищує 0,06 МПа протягом перших 30 хв і надалі падіння тиску протягом 2 годин не перевищує 0,02 МПа вважається придатним до експлуатації. При проектуванні систем центрального водяного опалення із пластмасових труб треба передбачати обладнання автоматичного регулювання з метою захисту трубопроводів від перевищення параметрів теплоносія [15].

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЛАДНАННЯ HERZ

В даній роботі передбачається експлуатація та наладка системи водопостачання житлового одноповерхового будинку. В будинку проектується гаряче водопостачання за допомогою установок приготування гарячої води УГВнс.

Для прикладу розрахунку тепловтрат будинку візьмемо звичайну одноповерхову будівлю з 4-ма кімнатами.

Для визначення потужності джерела теплопостачання необхідно розрахувати тепловий баланс будинку. Тобто розрахувати теплові втрати будинком і теплові надходження. Для розрахунку теплових витрат необхідно розрахувати коефіцієнти теплопередачі через будівельні конструкції.

Для вибору обладнання джерела теплопостачання необхідно знати кількість теплоносія, що циркулює в системі опалення, втрати тиску в системі опалення, витрати гарячої води в системі ГВП та інше.

2.1 Теплотехнічний розрахунок будівельних конструкцій

2.1.1 Обґрунтування вибору матеріалу

При розробці проекту опалюваної будівлі велика увага приділяється конструкціям зовнішніх обгороджувань і оцінці їх опору теплопередачі. Теплозахисні якості обгороджування прийнято характеризувати величиною опору теплопередачі R_o , яке чисельно дорівнює падінню температури в градусах при проходженні теплового потоку, рівного 1 Вт, через 1 м² обгороджування.

Правильно обрана конструкція обгороджування і строго обґрунтована величина його опору теплопередачі забезпечує необхідний мікроклімат

в приміщеннях будівлі, а з іншого боку - економічність конструкції будівлі.

У зв'язку з різким збільшенням вартості на енергоносії змінилися і вимоги які пред'являються до конструкцій, що захищають. Термічний опір обгороджування має бути рівний або більше приведеної величини термічного опору. Як правило, основний шар конструкції, що захищає, не відповідає сучасним вимогам які пред'являються до обгороджувань. При сучасному будівництві широко застосовуються теплоізоляційні матеріали. Вони мають хороші теплотехнічні показники і низькі ціни, в порівнянні з цегляними і бетонними виробами.

Утеплювач – ROCWOOL, щільність - 90 кг/м³, теплопровідність - 0,038 Вт/(м·К).

2.1.2 Теплотехнічний розрахунок огорожень

Теплотехнічний розрахунок полягає у визначенні коефіцієнта передачі теплоти через конструкції, що захищають, Вт/(м²·К)

$$K = \frac{1}{R_{\Phi}},$$

де R_{Φ} - фактичний термічний опір конструкції, що захищає, (м²·К)/Вт

$$R_0^{\Phi} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{\text{в.п.}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}},$$

де $\alpha_{\text{в}}$ - коефіцієнт тепло сприйняття внутрішньої гладкої поверхні обгороджування, $\alpha_{\text{в}} = 8,7$ Вт/(м²·К) [10];

δ_i - товщина шару обгороджування, м;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності шару обгороджування, Вт/(м·К) [10];

$R_{в.п.}$ - термічний опір замкнутого повітряного прошарку обгороджування, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ [26];

α_n - коефіцієнт опору тепловіддачі зовнішній поверхні обгороджування, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ [26].

2.1.3 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін

Теплотехнічні характеристики приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Теплотехнічні характеристики матеріалу зовнішніх стін

Матеріал конструкцій, що захищають	Товщина шару δ , мм	Щільність матеріалу ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу λ , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
1. Цегла силікатна на цементно-піщаному розчині	120	1800	0,76
2. Цегла ракушняк	400	1800	0,36
3. Суха штукатурка	20	800	0,19
4. ROCWOOL	50	90	0,038
5. Облицювальна штукатурка	20	920	0,81

Мінімальний допустимий термічний опір стіни будівлі $R_{q \min}$ приймаємо по [11], $R_{q \min} = 2,8 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$.

Термічний опір для зовнішньої стіни, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,4}{0,36} + \frac{0,120}{0,76} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,05}{0,038} + \frac{1}{23} = 2,86.$$

Коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої цегляної стіни, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

$$K = \frac{1}{2,86} = 0,35.$$

Внутрішні стіни у будівлі виконані з силікатної цеглини завтовшки 380 мм і обробкою сухою штукатуркою.

Термічний опір для внутрішньої цегляної стіни, (м²·К)/Вт

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{1}{8,7} = 0,72.$$

2.1.4 Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття

Мінімальний термічний опір для горищного перекриття будівлі $R_{q \min} = 4,5$ (м²·К)/Вт.

Теплотехнічні характеристики огороження наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Теплотехнічні характеристики матеріалів горищного перекриття

Матеріал конструкцій, що захищають	Товщина шару δ , мм	Щільність матеріалу ρ , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу λ , Вт/(м·К)
1. Залізобетонна плита	220	2500	2,04
2. Штукатурка	30	1200	0,52
3. ROCWOOL	120	90	0,038

Фактичний термічний опір горищного перекриття, (м²·К)/Вт

$$R_{\Phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,03}{0,52} + \frac{0,120}{0,038} + \frac{1}{12} = 3,54.$$

Коефіцієнт теплопередачі перекриття, Вт/(м²·К)

$$K = \frac{1}{3,54} = 0,28.$$

2.1.5 Теплотехнічний розрахунок підлоги першого поверху

Будинок будується на глинистих ґрунтах і має не опалюване підпілля де розташовуються трубопроводи зворотної магістралі системи опалювання житлової частини будинку, а також вузол обліку. Магістральні трубопроводи прокладаються під стелею підпілля. Підлога першого поверху знаходиться на відмітці + 0,500 по відношенню до рівня землі.

Перекрыття над підвалом складається із залізобетонної плити, теплоізолюючого шару у вигляді засипки з піноізолу, вирівнюючого цементно-піщаного стягування і покриття з мармурової плитки.

У таблиці 2.3 приведені теплотехнічні характеристики матеріалів підлоги.

Мінімальний термічний опір підлоги першого поверху будівлі з не опалюваним підвалом по таблицях [11] $R_{q \min} = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ порівнюємо з необхідним термічним опором $R_{\text{необ}}$. Подальші розрахунки вестимемо на велику з цих величин.

Таблиця 2.3- Теплотехнічна характеристика матеріалу перекрыття

Матеріал конструкцій, що захищають	Товщина $\delta, \text{мм}$	Щільність $\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	Коефіцієнт тепло-провідності $\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
1. Плити з мармуру	20	2800	2,910
2. Стягування цементно-шлакове	50	1400	0,52
3. Залізобетонна плита	220	2400	2,04
4. ROCWOOL	100	90	0,038

Термічний опір перекрыття, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,02}{2,91} + \frac{0,05}{0,52} + \frac{1}{6} + \frac{0,1}{0,038} = 3,6.$$

Коефіцієнт теплопередачі перекриття, Вт/(м²·К)

$$K = \frac{1}{3,6} = 0,27.$$

2.1.6 Коефіцієнт теплопередачі для вікон балконних і зовнішніх дверей

Мінімальний термічний опір вікон, балконних дверей, вітрин, вітражів, світлопрозорих фасадів багатопверхових будівель по таблицях [27]
 $R_{q \min} = 0,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}.$

Термічний опір для вікон з двокамерних пакетів із скла без покриття приймаються $R_{\text{вік}} = 0,58 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}.$

Коефіцієнт теплопередачі для пластикових вікон, Вт/(м²·К)

$$K = \frac{1}{0,58} = 1,724.$$

При розрахунку втрат теплоти через конструкції, що захищають, з площі зовнішніх стін не віднімається площа віконних отворів. Щоб не розраховувати втрати теплоти через віконні отвори двічі, виходить з коефіцієнта теплопередачі вікна відняти коефіцієнта теплопередачі зовнішньої стіни, Вт/(м²·К)

$$k_{\text{в}} = 1,724 - 0,35 = 1,374.$$

Термічний опір для балконних дверей приймається таке ж як і для вікон $R_{\text{б.д.}} = 0,58 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}.$ Відповідно коефіцієнт теплопередачі для балконних дверей $k_{\text{б.д.}} = 1,724 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ і розрахунковий коефіцієнт теплопередачі для балконних дверей $k_{\text{б.д.}} = 1,335 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$

Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх дверей, Вт/(м²·К)

$$K = \frac{1}{0,44} = 2,273.$$

2.2 Розрахунок втрат теплоти приміщеннями будівлі

Система опалювання призначена для створення в приміщеннях будівлі в холодний період року комфортну температурну обстановку і має відповідати вимогам технологічного процесу. Температура приміщень залежить від надходжень і втрат тепла, а також від теплозахисних властивостей зовнішніх обгороджувальних і розташування обігрівуючих пристроїв.

У житлових будівлях при визначенні теплової потужності системи опалювання враховують тепловтрати через конструкції, що захищають, витрату тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що поступає в приміщення для компенсації нормативного повітрообміну, а також побутові теплонадходження в розмірі, що регламентується.

Основні тепловтрати приміщень, Вт

$$Q = F \cdot k \cdot (t_{вн} - t_{н.о.р.}) \cdot n,$$

де F - площа конструкції, що захищає, через яку відбувається втрата теплоти, м²;

- розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

- температура зовнішнього повітря розрахункова для опалювання;

n - поправочний коефіцієнт, різний для різних видів обгороджувальних.

Повні втрати теплоти, Вт

де P – множник, що враховує додаткові втрати теплоти, доли:

$$P = 1 + 0,01 \cdot n,$$

де n - додаткові втрати, %.

Додаткові втрати теплоти ділять на декілька видів по визначальних чинниках:

а) добавка на наявність двох і більше зовнішніх стін в приміщенні: для кутових приміщень середня радіаційна температура нижча, ніж для інших приміщень, тому температуру внутрішнього повітря приймають для будівель адміністративних температури враховують 5 % добавки до основних тепловтрат вертикальних зовнішніх обгороджувальних;

б) добавка на підігрівання холодного повітря, що уривається, через зовнішні двері, що короткочасно відкриваються, приймають рівною для подвійних дверей з тамбуром між ними $27 \cdot H$ (%); де H - висота будівлі;

в) добавка на орієнтацію обгороджувальних по сторонах світу (тільки для вертикальних обгороджувальних). Приймаємо для стін, дверей, вікон обернених, північний - схід, північний - захід -10 %, на південний - схід, - 5 %, південний захід – 0 %;

д) для зовнішніх вертикальних і похилих обгороджувальних орієнтованих напрям, звідки в січні дме вітер із швидкістю тієї, що перевищує 4,5 м/с з повторюваністю не менше 15 %, у розмірі 5 % при швидкості вітру до 5 м/с.

Побутові тепловиділення, Вт

$$Q_T = 10 \cdot F,$$

де F - площа підлоги опалюваного приміщення, м².

Втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, проникаючого через вхідні зовнішні двері сходових клітин, що короткочасно відкриваються, Вт

$$Q_B = 0,7 \cdot V \cdot H \cdot (t_{вн} - t_{н.о.р.}),$$

де B - коефіцієнт який враховує конструкцію дверей;

H - висота будівлі, м.

Втрати тепла на нагрівання вентиляційного повітря для інших приміщень, Вт

$$Q_B = 0,337 \cdot F \cdot h \cdot (t_{вн} - t_{н.о.р.}),$$

де F - площа підлоги приміщення, m^2 ;

h - висота приміщення від підлоги до стелі, м.

Загальні втрати тепла підраховуються для усього приміщення, Вт

$$Q_{\text{общ}} = \sum Q_{\text{п}} + Q_B + Q_{\text{т}},$$

Результати розрахунків втрат теплоти для усіх приміщень будівлі зводимо в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Розрахунок тепловтрат будівлі

№ пр	Назва огор. констр	t _{вн} , °С	Орієнтація	Розміри, м		F, м ²	Δt, °С	n	K, Вт/(м ² *К)	Q _{осн} , Вт	Дод. тепловатрати, %				Q _п , Вт	Q _в , Вт	Q _т , Вт	Q _{заг} , Вт
				A	B						На ор.	На віт.	Ін.	Σ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	ЗС	20	сх	3	2,25	6,75	40	1	0,3	81	10	0	0	10	89,10			
	ПВ	20	сх	2,5	1,6	4	40	1	0,81	129,6	10	0	0	10	142,56			
	Пл	20	-	3	4	12	40	0,6	0,27	77,76	0	0	0	0	77,76			
															309,42	420,58	120	610,00
2	ЗС	22	сх	2	3	6	42	1	0,3	75,6	10	0	0	10	83,16			
	ЗС	22	пд	2,5	2,25	13	42	1	0,3	163,8	0	0	0	0	163,80			
	ПВ	22	сх	2	1,5	3	42	1	0,81	102,06	10	0	0	10	112,27			
	Пл	22	-	5	4	20	42	0,6	0,27	136,08	0	0	0	0	136,08			
	Плк	16	-	1,75	2	1,75	36	0,6	0,27	10,206	0	0	0	0	10,21			
															505,51	800,41	217,5	1088,42
3	ЗС	20	пд	2,5	2,25	5,625	40	1	0,3	67,5	0	0	0	0	67,50			
	ЗС	20	зх	2	3,25	6,50	40	1	0,3	78	5	0	0	5	81,90			
	ПВ	20	пд	2,2	1,5	3,30	40	1	0,81	106,92	0	0	0	0	106,92			
	Пл	20	-	3	3,5	10,5	40	0,6	0,27	68,04	0	0	0	0	68,04			
	Плк	16	-	2,5	2	2,5	36	0,6	0,27	14,58	0	0	0	0	14,58			
															338,94	455,62	130	664,56
4	ЗС	20	пд	2	3,25	6,5	40	1	0,3	78	0	0	0	0	78,00			
	ПВ	20	пд	2,2	1,5	3,3	40	1	0,81	106,92	0	0	0	0	106,92			
	Пл	20	-	3,5	4	14	40	0,6	0,27	90,72	0	0	0	0	90,72			
	Плк	16	-	3,5	2	7	36	0,6	0,27	40,824	0	0	0	0	40,82			
															316,46	736,01	210	842,47

2.3 Оцінка ефективності використання обладнання HERZ в системі опалення

2.3.1 Актуальність проблеми енергоефективності

Сучасний період розвитку України проходить в умовах енергетичної кризи. Як зазначає Міжнародне енергетичне агентство (МЕА), у енергетичних стратегіях держав, які споживають значну кількість паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), важливе значення надається відводиться проблемі енергоефективності. Основний потенціал енергозбереження сконцентрований у сфері використання енергоносіїв, окремо систем централізованого теплопостачання (СЦТ). Ці системи – найважливіший інфраструктурний об'єкт населених пунктів. Незважаючи на те, що в Україні СЦТ забезпечують значну частку теплової енергії, що споживається, у цій сфері накопичилась низка взаємопов'язаних проблем, які мають технічні, фінансово-економічні, інституційні та соціальні аспекти. Це в першу чергу пов'язано з цінами на енергоресурси та їх нестачею. Тому потрібна нова ідеологія енергетичного менеджменту. На все це негативно впливає також енергетична політика в сучасному світі. Як наслідок, ми маємо незадовільне забезпечення населення та установ України теплом та електроенергією. Результатом цього впливу є різке зменшення температури в приміщеннях та аудиторіях навчальних закладів, припинення їх роботи в зимові місяці, що часто негативно впливає на здоров'я студентів та викладачів. Тому проблема ефективного використання первинних енергоресурсів в установах і учбових закладах України та менеджмент впровадження енергозберігаючих заходів є вельми актуальною проблемою.

Як відомо, централізоване теплопостачання в Україні застосовує якісне регулювання відпустки теплоти, тобто при зміні зовнішньої температури змінюється температура теплоносія при сталості його витрати.

Одним з напрямків енергозберігаючої стратегії України до 2035 є підвищення ефективності теплопостачання. Цій проблемі останнім часом

присвячена велика кількість книг і статей. Прагнення до зниження теплоспоживання викликає необхідність здійснювати регулювання не тільки джерелі теплоти (котельня, ТЕЦ), а й у споживача, у якого в основному використовується кількісне регулювання. Такий вид регулювання на введених в будівлю, що добре зарекомендував себе в інших країнах (де і на джерелі використовується кількісне регулювання), викликає проблеми в разі якісного регулювання теплоти на джерелі. Це призвело до використання для такого випадку терміна «нестійке регулювання». Можна також сказати, що кількісне регулювання на введенні окремого споживача призводить не до економії газу, а тільки до перерозподілу тепла - споживання будівлі з системою кількісного регулювання зменшується, а споживання сусідніх будівель (внаслідок відсутності обмежувачів витрати - регуляторів сталості перепаду тисків) відповідно збільшується.

Такі висновки вірні при строго якісному регулюванні на джерелі, але введення елементів кількісного регулювання (тобто перехід до якісно-кількісного регулювання) дозволяє в значній мірі знизити вплив перерозподілу теплоти між сусідніми будівлями, тобто отримати реальну економію палива на котельні.

У зв'язку з тим, що вже кілька років, навіть при відсутності систем регулювання у споживача, підключена навантаження котельні не є постійною (в перехідний період деякі будівлі в цілях економії підключаються до системи опалення з запізненням в листопаді або відключаються при позитивних зовнішніх температурах в березні) , на деяких котельнях досвідченим шляхом побачили необхідність у зменшенні витрат теплоносія в перехідний період.

Споживачі, які підключені до теплової мережі, знаходяться не в однакових умовах по наявному тиску на абонентському вводі.

Протягом року теплове навантаження споживачів змінюється, що викликає необхідність регулювання витрати теплоносія на станції або у споживача.

Регулювання витрати теплоносія на станції або у окремих споживачів приводить до зміни перепадів тиску в мережі, що викликає в свою чергу зміну витрати теплоносія у абонентів, у тому числі і у тих, які по характеру свого навантаження вимагають збереження постійності витрати води.

Зрозуміло, що на котельнях, які здійснюють теплопостачання великих теплових районів (при наявності ЦТП і при їх відсутності) при значній довжині теплових мереж, частотне регулювання мережевих насосів може лише частково згладжувати зміна витрати у окремого споживача (при автоматичному або ручному регулюванні на ввіді в будинок) . Але для малих теплових районів з невеликою протяжністю теплових мереж частотне регулювання мережевих насосів здатне своєчасно реагувати на зміну витрати води у споживачів, дозволяючи економити не тільки електроенергію, але і паливо [28].

2.3.2 Вибір оптимальної системи опалення

Серед існуючих варіантів проектування системи опалення у багатоповерхових та одноповерхових житлових будинках, 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 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 [29].

2.3.3 Оцінка ефективності системи опалення

Все тепло, що отримується, при спалюванні палива розподіляється на корисне тепло (тобто ту частину тепла, яка йде безпосередньо на нагрівання приміщення) та теплові втрати в навколишнє середовище.

На кожній із стадій виробництва, регулювання і розподілу тепла неминучі його втрати. Загальний коефіцієнт ефективності системи опалення

$$\eta_g = \eta_p \eta_d \eta_c \eta_r,$$

де η_g - загальний коефіцієнт ефективності системи опалення;

η_p - коефіцієнт ефективності установки;

η_d - коефіцієнт ефективності розподілення теплоти;

η_c - коефіцієнт ефективності опалювальних приладів;

η_r - коефіцієнт ефективності регулятора системи.

Згідно з європейськими нормами, прийнято вважати, що загальний коефіцієнт ефективності системи опалення η_g не повинен бути нижче певного значення, що обчислюється таким чином

$$\eta_g = 65 + 3 \log(P_n),$$

де $\log(P_n)$ є десятковим логарифмом від номінальної потужності котла. Потужність котла виражається в кВт.

У нашому випадку розрахуємо допустимий загальний коефіцієнт ефективності для системи опалення, обладнану модулями потужністю 480 кВт

$$\eta_g = 65 + 3 \cdot \log(480) = 73.$$

Іншими словами, мінімально допустимий загальний коефіцієнт ефективності більшості систем опалення повинен перевищувати 73 %.

З наведеного вище рівняння очевидно, що зниження будь-якого з коефіцієнтів ефективності призводить до зниження загального коефіцієнта ефективності системи опалення.

Наочно це зображується графіком (див. рис. 2.1), з якого видно, наскільки загальний коефіцієнт ефективності системи опалення залежить від кожного з множників рівняння.

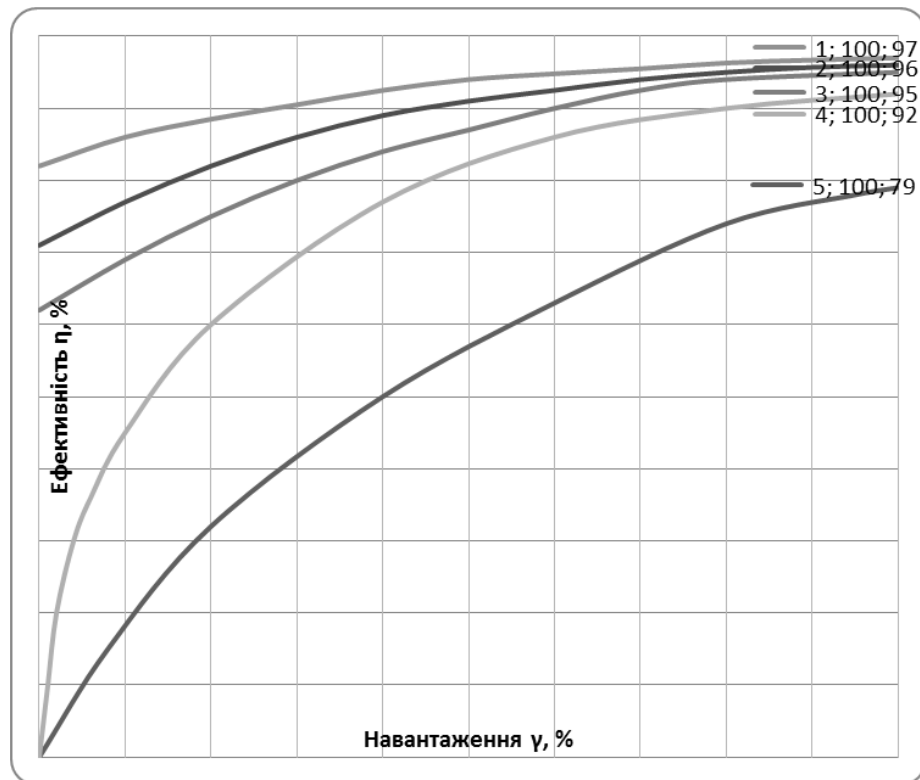


Рисунок 2.1 – Графік коефіцієнтів ефективності системи опалення

На рисунку 2.1 прийнято наступні умовні позначення: 1 - η_c (регулювання); 2 - η_e (опалювальних приладів); 3 - η_d (розподілення); 4 - η_p (установки); 5 - η_g (загальний).

Для прикладу розглянемо показники сучасної системи опалення, спроектованої і зібраної згідно з усіма нормами і правилами. У ній використовуються такі показники:

- коефіцієнт ефективності установки, $\eta_p = 0,89$;
- коефіцієнт ефективності розподілення теплоти, $\eta_d = 0,95$;
- коефіцієнт ефективності опалювальних приладів, $\eta_c = 0,96$;
- коефіцієнт ефективності регулятора системи, $\eta = 0,97$.

Загальний коефіцієнт ефективності системи

$$\eta_s = 0,89 \cdot 0,95 \cdot 0,96 \cdot 0,97 = 0,79.$$

Як видно, найбільший коефіцієнт ефективності виходить при 100 % навантаженні системи опалення, тобто при максимальній потужності теплогенеруючої установки, яка закладається з розрахунку на мінімальну температуру зовнішнього повітря у найхолодніший період.

Оскільки середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період значно вище мінімальної, то, відповідно, знижується і теплове навантаження опалювальної системи, а отже, і загальний коефіцієнт ефективності системи. У середньому за опалювальний період загальна ефективність системи опалення може становити близько (40...50) % її максимального значення. Для спрощення прийнято вважати, що середнє значення загального коефіцієнта за опалювальний період становить 50 % її значення при максимальному навантаженні.

Розглянемо, як змінюються складові загального коефіцієнта ефективності системи опалення при різних умовах.

Ефективність регулювання:

- а) $\eta_c = 0,98$ - ефективне терморегулювання;
- б) $\eta_c = 0,93$ - часткове терморегулювання;
- в) $\eta_c = 0,85$ - без терморегулювання.

Ефективність опалювальних приладів:

а) $\eta_c = 0,98$ - конвектори з примусовою циркуляцією повітря;

б) $\eta_c = 0,97$ - добре відрегульовані панелі променистого обігріву (підлогове опалення);

в) $\eta_c = 0,96$ - добре відрегульовані радіатори.

Ефективність розподілення:

а) $\eta_d = 0,95-0,96$ - добре утеплені трубопроводи;

б) $\eta_d = 0,80-0,95$ - погано утеплені трубопроводи;

в) $\eta_d = 0,70-0,80$ - не утеплені трубопроводи.

Ефективність установки: $\eta_p = 0,70-0,90$ - в залежності від типу котла, якості його налаштувань, розмірів, потужності і т.п.

Приклад аналізу загального коефіцієнта ефективності системи.

Проаналізуємо зміну загального коефіцієнта ефективності η_g у разі 9-ти поверхового житлового будинку. На прикладі покажемо, як підвищується ефективність системи при її поетапній модернізації, а також залежність загального коефіцієнта ефективності від всіх чотирьох множників: η_p , η_d , η_c і η_e . Для зручності будемо вважати, що схема котельні у всіх чотирьох випадках незмінна. Загальний коефіцієнт ефективності η_g :

– найпростіша схема системи опалення:

$$\eta_g = \eta_p \eta_d \eta_c \eta_e = 0,71 \cdot 0,90 \cdot 0,90 \cdot 0,84 = 0,48;$$

– у порівнянні з першою, вдосконалено регулювання системи:

$$\eta_g = \eta_p \eta_d \eta_c \eta_e = 0,71 \cdot 0,90 \cdot 0,90 \cdot 0,99 = 0,57;$$

– у порівнянні з першою, вдосконалено розподілення тепла в системі:

$$\eta_g = \eta_p \eta_d \eta_c \eta_e = 0,71 \cdot 0,94 \cdot 0,99 \cdot 0,84 = 0,55;$$

– у порівнянні з першою, вдосконалено виробництво тепла:

$$\eta_g = \eta_p \eta_d \eta_e \eta_c = 0,88 \cdot 0,90 \cdot 0,90 \cdot 0,84 = 0,60;$$

– у порівнянні з першою, зроблена комплексна модернізація системи опалення:

$$\eta_g = \eta_p \eta_d \eta_e \eta_c = 0,88 \cdot 0,94 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,60.$$

Як видно з наведених вище розрахунків, комплексна модернізація системи опалення може призвести до майже дворазового підвищення загального коефіцієнта ефективності системи опалення ($\eta_g = 0,81$ проти $\eta_g = 0,48$), а отже, і до істотної економії палива.

За середніми оцінками, проведення подібної модернізації системи опалення, при діючих цінах на газ, може окупитися за 6 років [30].

Загальні тепловтрати в будинку, за даними теплотехнічного розрахунку, склали 3205,45 Вт.

Розрахунок річних тепловтрат виконуємо по формулі, ГДж

Визначивши річну втрату тепловтрат, можемо розрахувати та порівняти витрату без використання балансувальної арматури та з нею.

Розрахунки виконуємо за наступною формулою, Гдж

де Q_1 – загальні тепловтрати будівлі з використанням балансувальної арматури, ГДж;

Q_2 – загальні тепловтрати будівлі без використання балансувальної арматури, ГДж;

f_{hydr} – коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи;

f_{im} – коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення; $f_{im} = 1$ – для постійного теплового режиму; $f_{im} = 0,7$ – для періодичного теплового режиму з регулюванням, що має інтегрований зворотний зв'язок (з оптимізованим пуском);

f_{rad} – коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення);

η_{em} – загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні, що визначається за формулою

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})]}$$

η_{str} – складова, загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури приміщення;

η_{ctr} – складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення;

η_{emb} – складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень.

Загальний рівень ефективності для системи тепlopостачання з використанням балансувальної арматури склав

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (0,88 + 0,97 + 1)]} = 0,869,$$

Для системи тепlopостачання без використання балансувальної арматури загальний рівень ефективності становить

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (0,95 + 0,86 + 1)]} = 0,84.$$

Для того, щоб розрахувати річні грошові витрати потрібно отримані значення загальних тепловтрат будівлі з використанням арматури та без використання перевести с ГДж в Гкал:

- для будівлі з використанням арматури загальні витрати склали $23,79 \div 4,19 = 5,68$;

- для будівлі без використання арматури загальні витрати склали $26,67 \div 4,19 = 6,37$.

Відсоткова різниця склала майже 11 %.

Наступним кроком можна визначити річні витрати на опалення, грн.

$$P = Q \cdot 1481,07 = 0,69 \cdot 1481,07 = 102$$

де P – різниця між річними витратами на опалення та ГВС з використанням балансувальної та запірної арматури та без їх використання;

Висновок: на основі цих розрахунків можемо сказати, що впровадження балансувальної та запірної арматури HERZ дозволить зекономити 11 % або 1021,94 грн. щорічних витрат на опалення та гаряче водопостачання.

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 HERZ. Радіатори HERZ мають гарантію 6 років з врахуванням експлуатації за призначенням. Строк експлуатації – не менше 10 років [31].

Основні технічні параметри радіаторів наведено у таблиці 2.5.

Переваги радіаторів HERZ:

- 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.

Таблиця 2.5 - Основні технічні параметри радіаторів HERZ (тип 22) [32]

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

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 регулюючі арматури.

Для регулювання температури теплоносія в системі опалення проектом передбачено модулі-регулятори температури АРД-65 які обладнані циркуляційним насосом Wilo 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 Wilo первинного контуру і циркуляційним насосом Wilo системи ГВ і регулятором температури з трьохходовим клапаном з електроприводом. Характеристика нагрівального модуля МН – 120 (по даним заводу виготовлювача) наведена в таблиці 2.6 [9].

Таблиця 2.6 – Характеристика нагрівального модуля МН – 120

Найменування	Одиниці вимірювання	Величина
Номінальна теплова потужність	кВт	120
Номінальна теплопродуктивність	кВт	108
Номінальний тиск газу	Па	1274
Максимальна витрата газу при $t=20^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{атм}}=760\text{мм.рт.ст.}$		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		119,5

2.4.1 Принципова дія системи опалення, що прийнята до експлуатації

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

Внутрішні системи водяного опалення виконані двотрубними сталевими трубами d_y 15мм, d_y 20мм, d_y 32мм, d_y 40мм, d_y 50мм, d_y 70мм в конструкції плінтуса з горизонтальною розводкою.

Система опалення будинку складається:

- а) нагрівальних приладів – сталеві радіатори «HERZ» типу 22;
- 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 [33].

2.5 Використання насосів з частотним регулюванням

Застосування насосів з перетворювачами частоти може забезпечити до 70 % економії електроенергії. Особливо актуально їх застосування в системах циркуляції, що працюють практично постійно. Принцип дії частотного регулятора (див. рис. 2.2) заснований на тому, що навантаження двигуна (за рахунок постійної зміни напруги та частоти електричного току) регулюється в залежності від потреби у витраті теплоносія або тиску. Відбувається це плавно, на відміну від традиційного регулювання шляхом «включення/вимикання».



Рисунок 2.2 – Циркуляційний насос Wilo з частотним регулюванням

Як висновок, це краще для стану техніки. Адже не відбувається високих механічних напружень і стрибків тиску в мережі, так званих гідроударів, немає піків споживання електроенергії при пусках двигуна. Виходячи з цього, насоси та пов'язане з ними обладнання пропрацюють істотно довше: ресурс роботи підвищується мінімум у 1,5 рази. Ще однією перевагою є менша шумність при роботі [34].

2.6 Проведення серії експериментів на лабораторній установці HERZ

Для підтвердження одного з основних положень, що розглядалося вище (а саме: наявність частотного регулятора на насосі при малій протяжності мережі практично усуває перерозподіл теплоносія між сусідніми споживачами при зменшенні витрат окремого споживача), були проведені експерименти на установці, зображеній на рисунках 2.3.



Рисунок 2.3 – Фото установки «Лабораторный стенд Herz»

2.6.1 Використання ручного балансувального клапану

Частина експериментальної установки, задіяна в експерименті (див. рис. 2.4), складається з кульового крана для насосів 1, циркуляційного насоса 2, кульового крана для насосів зі зворотним клапаном 3, циркуляційного насоса з ЧР 4, витратоміра 5, манометра 6, опалювального приладу 7, балансування клапана 8.

На описаній установці проведені експерименти, в яких аналізувалася робота системи при зміні витрати теплоносія у першого та другого споживача при роботі насоса з частотним регулятором і без нього. Регулювання витрати здійснювалося шляхом перемикання положення рукоятки балансування клапана.

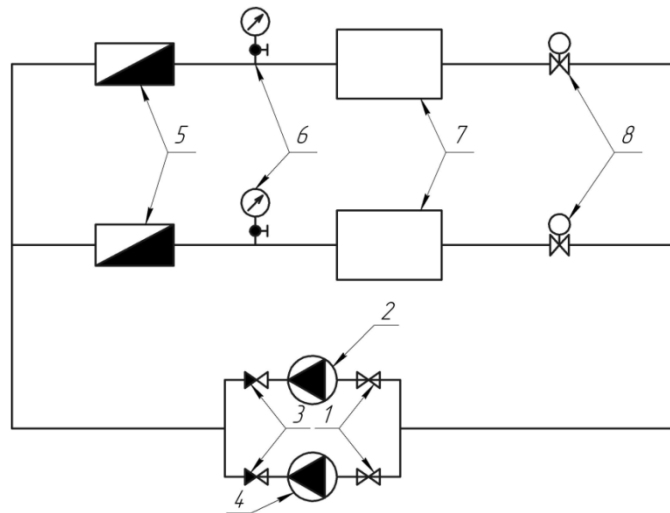


Рисунок 2.4 – Схема установки з ручним балансувальним клапаном

За допомогою балансування вентиля можна, змінюючи перепад тиску на вентилі, налаштувати певну максимальну витрату. Це необхідно в обов'язковому порядку, інакше стояки з малим опором отримали б занадто великий потік, внаслідок чого стояки з високим опором отримали б його недостатнім. Отже, за допомогою регулювальних вентилів можна виконувати гідравлічне урівноваження окремих відгалужень (див. рис. 2.5) [35].



Рисунок 2.5 – Ручний балансувальний вентиль

Таким чином, в першій серії експериментів, виставляючи на насосі з частотним регулятором постійний натиск (6, 5, 4, 3 м), міняли положення рукоятки балансування клапана у споживача №1 зі 100 % до 0 % з кроком 20 % і фіксували свідчення витратомірів №1 і №2, а також електричну

потужність насоса. Результати представлені на рисунку 3.5. При цьому електрична потужність насоса зменшується з 36 Вт до 35 Вт при напорі 6 м, з 29 Вт до 27 Вт при напорі 5 м, з 22 Вт до 21 Вт при напорі 4 м, з 16 Вт до 15 Вт при напорі 3 м (див. рис. 2.6).

Аналізуючи результати, можна констатувати сталість витрати у другого споживача при всіх натисках, незалежно від витрати у першого. Це підтверджує положення, що розглядається в даному підрозділі: наявність частотного регулятора на насосі (з підтримкою постійного перепаду тиску) при малій протяжності мережі практично усуває перерозподіл теплоносія між сусідніми споживачами при зменшенні витрат окремого споживача - витрата насоса зменшується приблизно на таке ж значення, тобто частотний регулятор «гасить» небажаний ріст витрат у сусідніх споживачів.

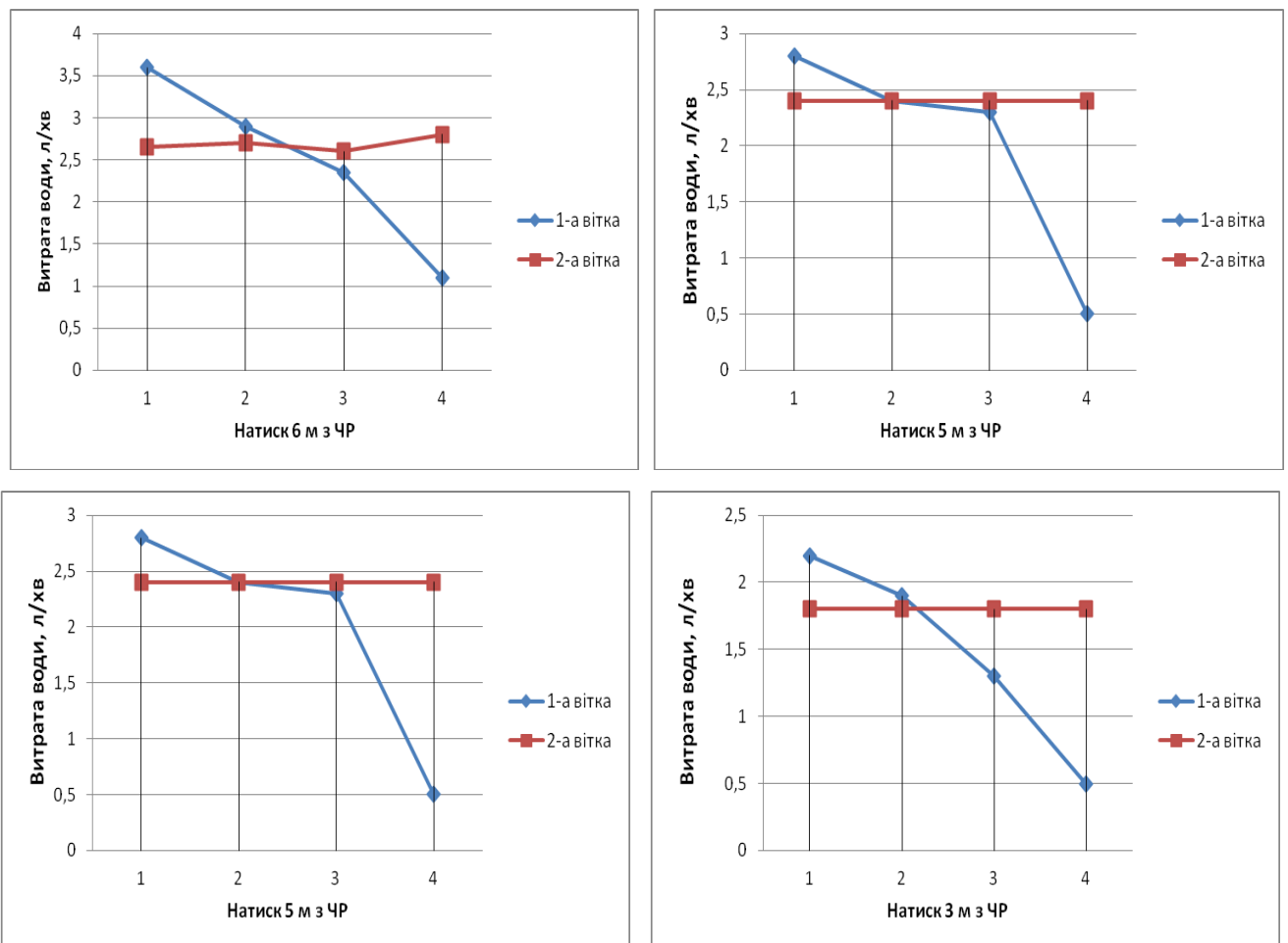


Рисунок 2.6 – Результати серії експериментів на насосі з частотним регулюванням

Для порівняння проведені аналогічні експерименти при роботі насоса без частотного регулятора. Як видно з рисунка 2.7, при кожній з трьох швидкостей насоса спостерігається зростання витрат на другій вітці при зменшенні витрат на першій. Це збільшення доходить до 41 %, 43 % і 10 % для 1-ї, 2-ї і 3-ї швидкостей відповідно.

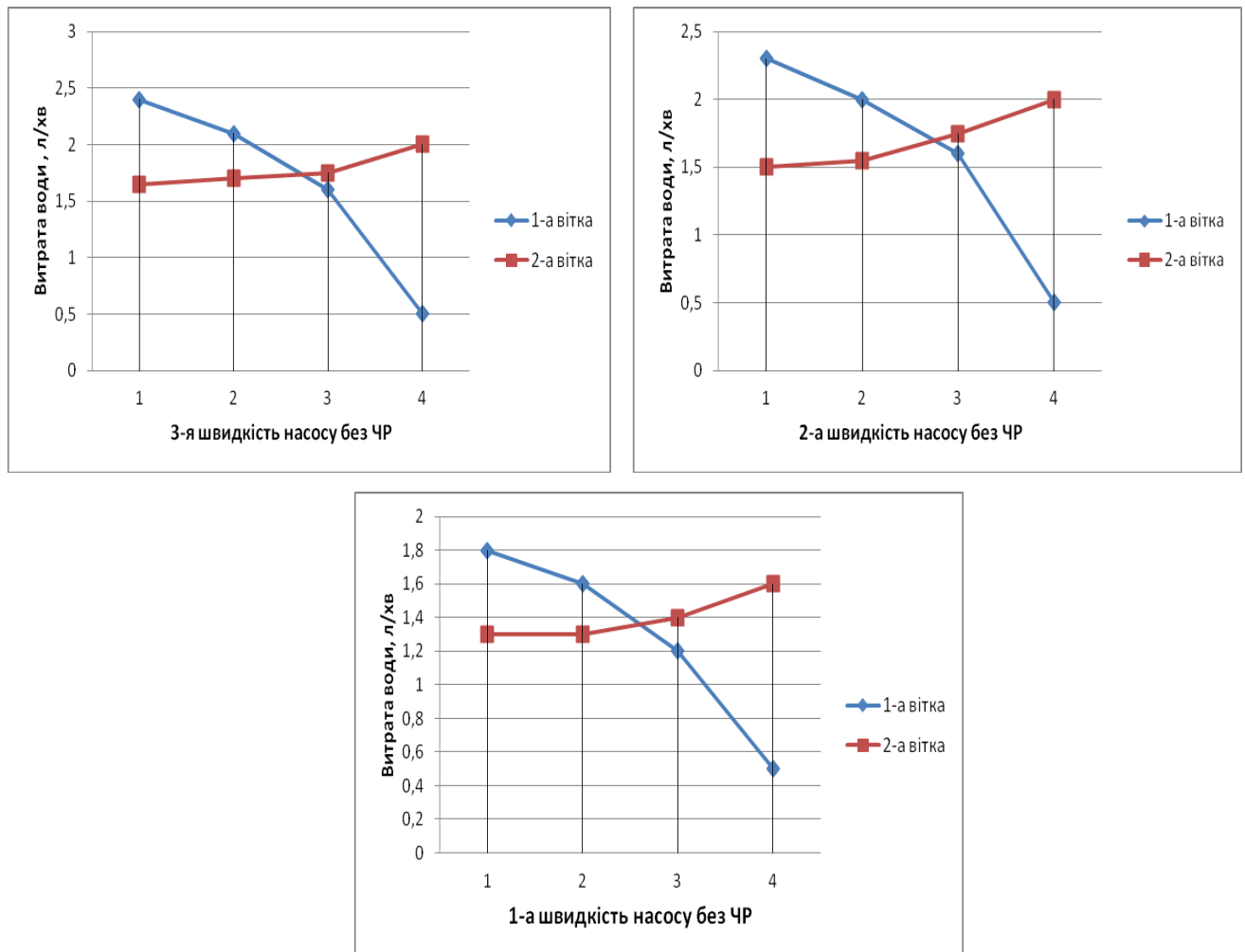


Рисунок 2.7 - Результати серії експериментів з насосом без частотного регулювання

Для наочності на рисунку 2.8 зображена зміна витрати у другого споживача при різних значеннях витрати у першого при роботі насоса з частотним регулятором (при напорі 4 м) і без нього (при роботі на 1-й

швидкості). Переваги системи, де насос оснащений частотним регулятором, очевидні.

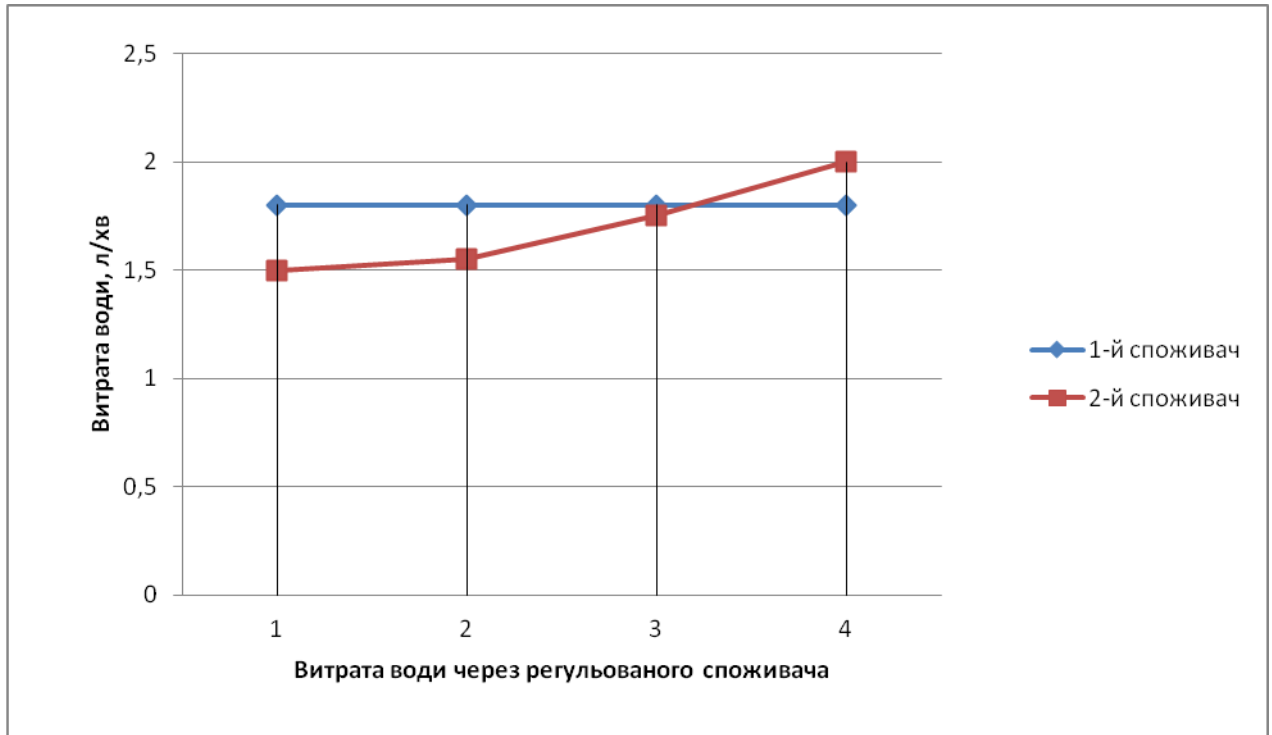


Рисунок 2.8 – Порівняння серії експериментів з насосом без частотного регулювання та з ним (при натиску 4 м)

Висновок: оснащення мережевого насоса на малих котельнях пристроєм частотного регулювання швидкості обертання дозволяє практично усунути перерозподіл теплоносія між сусідніми споживачами при зменшенні витрат окремого споживача і отримати економію не тільки електричної енергії, але й палива.

2.6.2 Використання регулятора перепаду тиску

Завданням регулятора перепаду тиску є підтримка перепаду тиску контуру на налаштованому значенні. Регулятор перепаду тиску - це пропорційний регулятор, який працює без допоміжною енергії. У регуляторі перепаду тиску фірми "ГЕРЦ" Завдання значень перепаду тиску може бути

налаштоване безступінчатий в діапазоні (50...300) мбар. Необхідна задане значення налаштовується обертанням маховика і охороняється від скручування блокувальним кільцем (див. рис. 2.9) [36].



Рисунок 2.9 – Регулятор перепаду тиску

Регулятор слід з'єднати через імпульсний трубопровід з балансувальним вентилям стояка, встановленим в лінії подачі.

Частина експериментальної установки, задіяна в експерименті (див. рис. 2.10), складається з кульового крана для насосів 1, циркуляційного насоса 2, кульового крана для насосів зі зворотним клапаном 3, циркуляційного насоса з ЧР 4, витратоміра 5, манометра 6, опалювального приладу 7, регулятора перепаду тиску 8.

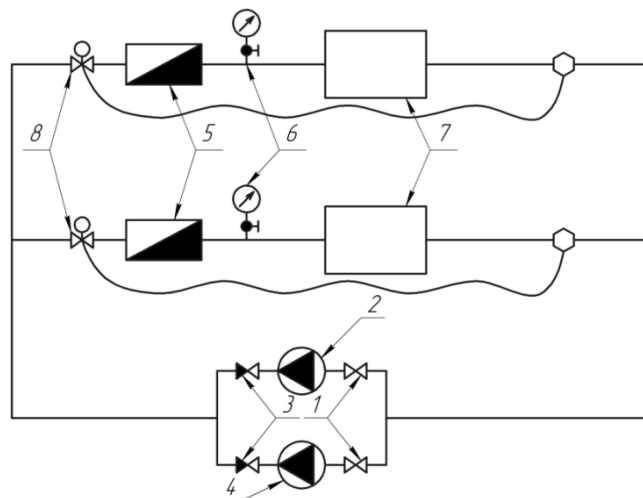


Рисунок 2.10 - Схема установки з регулятором перепаду тиску

Протягом багатьох років регулятори перепаду тиску застосовувалися для стабілізації витрати теплоносія в нерегульованих системах опалення при елеваторній приєднання до теплової мережі. при будь-яких коливаннях наявного тиску в тепловій мережі різницю тисків в подаючому і зворотному трубопроводах перед елеватором в результаті роботи регулятора залишиться незмінною. В умовах, коли пропускна здатність нерегульованої опалювальної системи була завжди постійною, незмінність перепаду тисків забезпечувала сталість витрати теплоносія.

У нерегульованих системах опалення сталість витрати теплоносія належить до експлуатаційних переваг, хоча сама по собі нерегульована система позбавлена абсолютно необхідних в наш час достоїнств. Тому всі сучасні системи опалення в троян і реконструйованих будинках проектується з регуляторами теплоспоживання.

Використовуючи регулятор перепаду тиску також були проведені експерименти на установці стенду «HERZ».

Застосовуючи насос з частотним регулюванням з максимальному натиском 6 м були підключені три споживача. Наступним кроком, відключаючи по чергово другого та третього споживача, було доведено, що з використанням регулятора перепаду тиску, витрата теплоносія у першого споживача залишається без змін.

Результати експериментів занесені в таблицю 2.7 та наглядно наведені в діаграмі (див. рис. 2.11).

Таблиця 2.7 – Результати дослідів з використанням регулятора перепаду тиску

Споживачі	Витрата теплоносія, л/хв.			Сумарна витрата теплоносія, л/хв
	1-й споживач	2-й споживач	3-й споживач	
1-й споживач	0,5	0,5	0,5	3
2-й споживач	1,6	1,6	-	2,35
3-й споживач	0,5	-	-	0,8

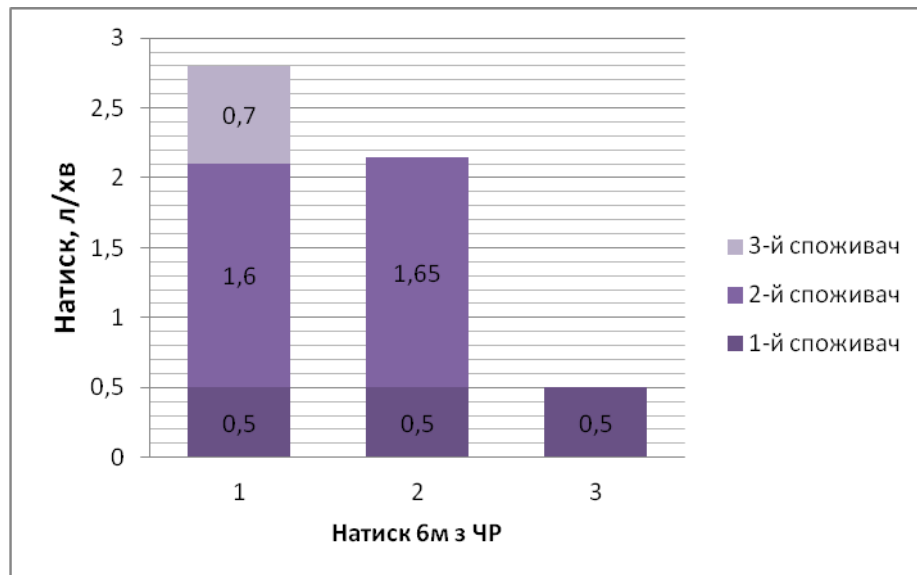


Рисунок 2.11 – Результати дослідів з використанням регулятора перепаду тиску

Як можна побачити, витрата теплоносія у першого споживача залишається незмінною, враховуючи відключення другого та третього споживачів. Тобто, можна сказати, що завдяки роботі регулятора перепаду тиску теплоносій перерозподіляється між споживачами та запобігає ситуаціям, коли в один радіатор подається недостатня кількість теплоносія, в той час як в інший подається надлишковий його обсяг.

2.6.3 Використання обмежувача витрати

Комбі-клапан застосовується у всіх системах опалення та холодопостачання. Регулятор автоматично обмежує витрату на обраній ділянці системи до заданого значення, компенсуючи все коливання тиску. При цьому немає необхідності в вимірах, а регулювання ефективно при будь-яких умовах експлуатації.

Комбі-клапан регулює витрату у відповідності зі своїм налаштуванням до заданого значення; на мембрану впливає тиск безпосередньо до і після регулюючої вставки. Попереднє налаштування визначається витратою.

Таким чином магістралі опалення, холодопостачання як і теплообмінне устаткування не потребують подальшої ув'язки витрат (див. рис. 2.12) [37].



Рисунок 2.12 – Обмежувача витрати

Частина експериментальної установки, задіяна в експерименті (див.рис. 2.13), складається з кульового крана для насосів 1, циркуляційного насоса 2, кульового крана для насосів зі зворотним клапаном 3, циркуляційного насоса з ЧР 4, витратоміра 5, манометра 6, опалювального приладу 7, обмежувача витрати 8.

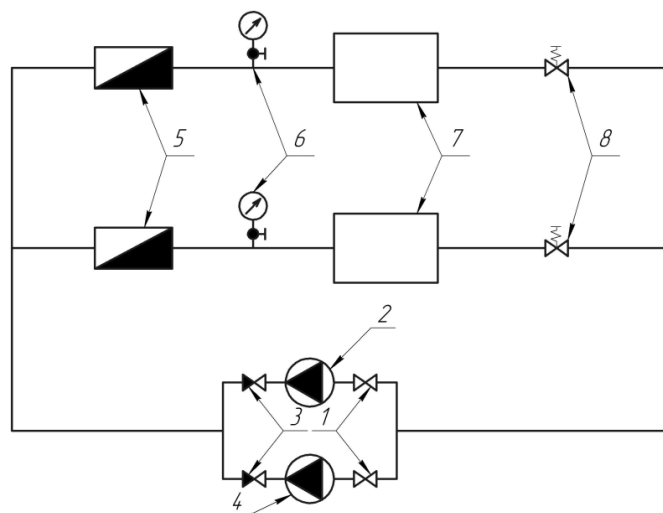


Рисунок 2.13 – Схема установки з обмежувачом витрати

На описаній установці проведені експерименти, в яких аналізувалася робота системи при зміні витрати теплоносія у першого та другого споживача при роботі насоса з частотним регулятором та без нього. Регулювання витрати здійснювалося шляхом почергового перекриття другого та третього споживачів положенням рукоятки балансувального клапана.

Результати проведених експериментів занесені в таблицю 2.8 та графічно зображені на рисунку 2.14.

Таблиця 2.8 – Результати дослідів з використанням перепускного клапану

Споживачі	Витрата теплоносія, л/хв.			Сумарна витрата теплоносія, л/хв
	1	2	3	
1-й споживач	0,5	0,5	0,5	2,4
2-й споживач	0,7	0,7	-	2
3-й споживач	0,6	-	-	0,8

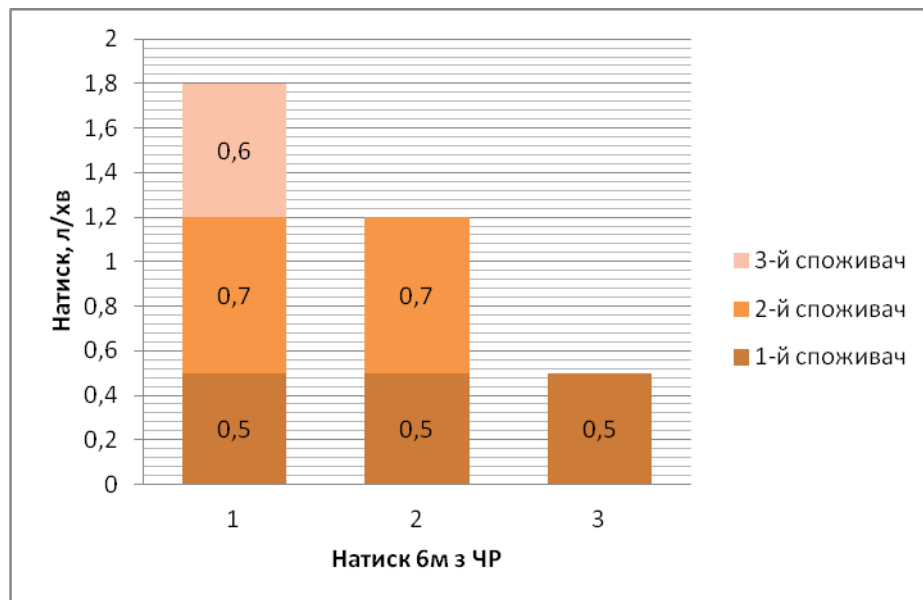


Рисунок 2.14 - Результати дослідів з використанням обмежувача витрати з ЧР

Для порівняння проведені аналогічні експерименти при роботі насоса без частотного регулятора. Як видно з рисунка 2.15, при почерговому відключенні другого та третього споживачів спостерігається нерегульоване збільшення витрат у першого споживача.

Результати експериментів зображені на діаграмі (див. рис. 2.13).

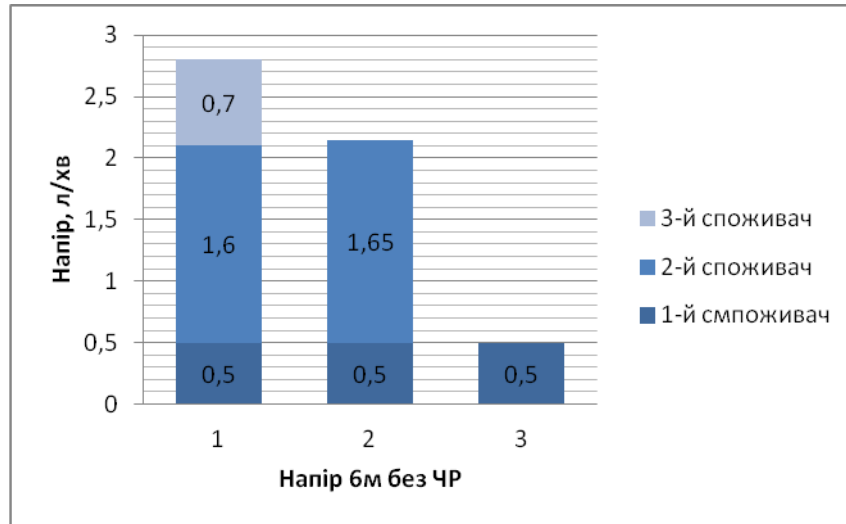


Рисунок 2.15 - Результати дослідів з використанням обмежувача витрати без ЧР

Для наочності на рисунках 2.16 та 2.17 зображена зміна витрати у другого споживача при різних значеннях витрати ну першого при роботі насоса з частотним регулятором (при напорі 4 м) і без нього (при роботі на 1-й швидкості). Переваги системи, де насос оснащений частотним регулятором, очевидні.

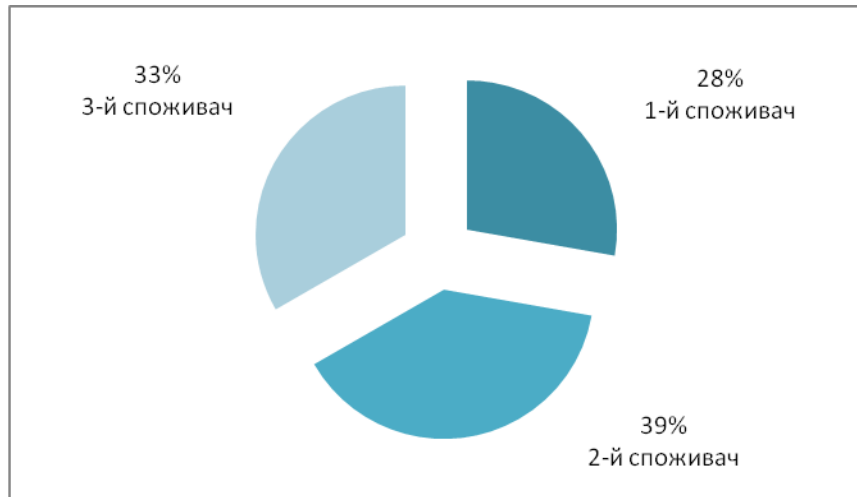


Рисунок 2.16 – Порівняльна характеристика витрати теплоносія з використанням ЧР

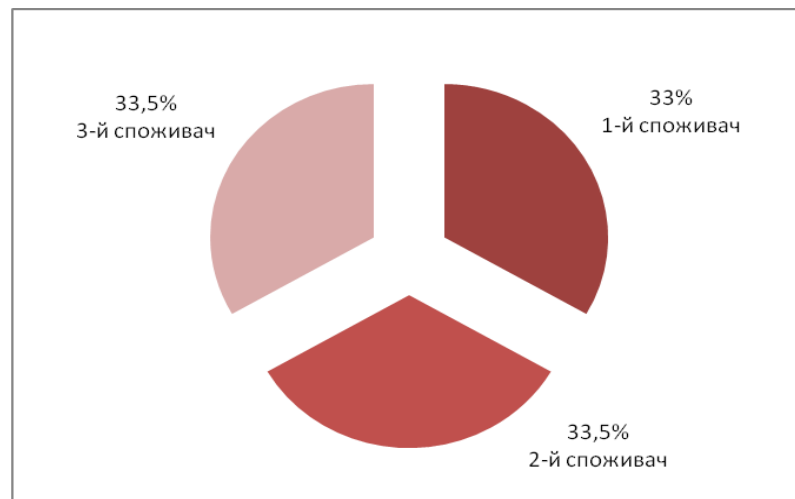


Рисунок 2.17 – Порівняльна характеристика витрати теплоносія без використанням ЧР

Підводячи підсумки всіх перерахованих експериментів з використанням різних видів арматури ГЕРЦ, можна сказати, що незалежно від того який вид балансувальної арматури буде використовуватися в системі опалення, це дозволить перерозподіляти теплоносії у всіх споживачів, комфортно регулювати подачу теплоносія на абонентському ввводі, уникати

ситуацій, коли при максимальному навантаженні в опалювальній системі виникають значні коливання температури в приміщеннях.

2.7 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 елемента системи;

- в водяних системах при температурі вище 100 °С тиск в верхніх точках системи повинен бути вище розрахункового не менше, ніж на 0,05 МПа для запобігання скипання 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 слід 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 з 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 [38].

2.6 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:

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

Гарантійні строки експлуатації основного обладнання системи опалення:

- сталеві труби – 10-15 років;
- сталеві радіатори фірми “HERZ” – 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 [39].

2.7 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 HERZ – 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 (див. табл. 2.9, 2.10, 2.11).

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

$$A = A_1 + A_2 + A_3 = 5+4+5 = 14.$$

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

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Опис експериментальної установки

Необхідна нам установка знаходиться в 11 аудиторії адміністративного корпусу ЗДІА, і складається з: відцентрового вентилятора електродвигуна, всмоктуючого трубопроводу, труби Вентурі і вимірювальних приладів.

Установка не впливає на мікроклімат в приміщенні.

3.2 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів в лабораторії

До небезпечних факторів в лабораторії можна віднести відкриті струмопровідні частини обладнання.

До шкідливих факторів в лабораторії відносяться вібрації, шум, електромагнітні поля.

Одним з необхідних умов здорової і високопродуктивної праці є забезпечення чистоти повітря. Технологічний процес в лабораторії не супроводжується надходженням у повітря робочої зони шкідливої речовини. Такі роботи як, зварювання, фарбування виробляються фахівцями у позанавчальний час. За нормування шкідливих речовин в повітрі приміщення належить до 4-ї групи (малонебезпечні).

Роботи в лабораторії можна охарактеризувати як легкі, з незначним надлишком явною теплоти в холодний період року, при температурі в межах (20...27) °С, відносною вологістю не більше 70 %, швидкість руху повітря не більше 0,2 м/с.

Вентиляція в лабораторії відноситься до вентиляції з природним спонуканням і є припливної. Правильно виконане висвітлення забезпечує нормальну виробничу діяльність. Небезпечною величини виробничих вібрацій в приміщенні не існує.

Джерел променистого потоку теплоти в приміщенні немає.

Це приміщення без підвищеної небезпеки, в ньому не присутня ні одна з небезпечних ознак (сильна запиленість, підвищена вологість, наявності біо і хімічно активних середовищ).

Пожежна безпека забезпечується вогнегасником. Приміщення має 1-ю ступінь вогнестійкості [39].

3.3 Заходи щодо усунення шкідливих і небезпечних факторів

Для запобігання виробничому травматизму і профзахворювань розроблені дві групи основних заходів щодо усунення шкідливих і представляють небезпеку чинників: організаційні та інженерні (конструктивні).

Інженерні та організаційні заходи:

- суворе дотримання технологічних інструкцій та інструкцій техніки безпеки;
- регулярне проведення інструктажів та навчання правилам безпечної експлуатації установок обслуговуючого персоналу і студентів.

Студент може бути допущений до роботи тільки після проходження вступного інструктажу з техніки безпеки, а також інструктажу на робочому місці. Вступний інструктаж для студентів проводить викладач. Проведення інструктажу повинно бути оформлено записом в журналі реєстрації виробничого інструктажу з техніки безпеки.

3.4 Виробнича санітарія

Площа лабораторії становить 5 м².

Освітлення в приміщенні комбіноване. У світлий час доби природне (бокове) освітлення дозволяє нормально працювати, площа вікна 1,5 м². При настанні темряви використовується штучне освітлення. У лабораторії розташовані шість світильників по три лампи розжарювання в кожному.

Потужність лампочок 100 Ватт. Лампи знаходяться на однаковій відстані одна від одної. Освітленість 200 лк - норма.

Коефіцієнт e_n розраховується по формулі, %

$$e_n = e \cdot t \cdot c,$$

$$e_n = 0,9 \cdot 0,85 \cdot 1,8 = 1,377,$$

де e_n - коефіцієнт природної освітленості.

Природна вентиляція здійснюється завдяки різниці температур. Як штучної вентиляції передбачена центральна приливно-витяжна вентиляція з використанням механічного спонукання. Припливне повітря надходить через вентиляційні отвори, розташовані на висоті 3 м. Від рівня підлоги.

Таким чином, лабораторії підтримується не менше ніж чотирикратний повітрообмін. Джерел вібрації і шуму в даному приміщенні немає.

Опалення центральне, температура в приміщенні підтримується взимку в межах (15...21) °С.

Вологість не повинна перевищувати (70...75) %.

3.5 Техніка безпеки в лабораторії

Лабораторія оснащена діючими електроустановками, лабораторними стендами, електричними машинами змінного і постійного струму, до яких підводиться напруга 220/380 В. При недбалому поводженні з струмоведучими частинами дані напруги є небезпечними для життя. Лабораторні роботи дозволяється виконувати тільки під наглядом викладача.

До робіт в лабораторії допускаються студенти, які пройшли інструктаж з техніки безпеки при роботі в даній лабораторії і знають:

- правила з техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт;

- правила звільнення потерпілого від електричного струму;
- заходи надання першої допомоги потерпілому від електричного струму.

Інструктаж з техніки безпеки проводиться викладачем один раз на семестр на робочому місці до початку лабораторних робіт, проведення інструктажу реєструється. Всі підключення на головному щиті проводиться тільки персоналом кафедри. Студентам забороняється проводити будь-які роботи, які передбачені з приводу виконання лабораторних робіт.

Включення схеми під напругою після складання і перевірки проводиться в присутності викладача після його дозволу.

Перед перемиканням елементів або розробкою схеми вона повинна бути відключена від джерела живлення. Повторне включення схеми після перемикання проводиться так само, як після збирання.

Приєднання і від'єднання приладів, які спричиняють розрив ланцюга, виробляються при повністю знятій напрузі.

Забороняється розмикати електричні ланцюги в котушках, що мають велику кількість витків і знаходяться в робочому стані, т. К. При цьому виникають значні ЕРС, небезпечні для ізоляції обмоток.

Перед складанням схеми потрібно зовнішнім оглядом перевірити стан ізоляції проводів. У всіх випадках несправності електрообладнання, відключити схему і повідомити про це викладачеві або завідувачу лабораторії.

Забороняється торкатися оголених струмоведучих частин схеми (затискачів, вимірювальних приладів), що знаходяться під напругою.

Люди, які безпосередньо працюють з обладнанням, проходять інструктаж з електробезпеки. Для приводів електрообладнання використовується змінний струм 380 або 220 В, частотою 50 Гц.

Згідно [11] безпечним для людини є перемінний струм 0,01 А, смертельний - 0,1А.

Проходячи через живі тканини людини, електричний струм чинить термічні (опіки), електролітичні (електроліз) і біологічний вплив.

Розрізняють також механічні пошкодження від дії електричного струму. Це призводить до різних порушень в організмі, викликаючи як місцеве ураження тканин і органів (електротравми), так і загальне ураження організму (електричний удар). Установка повинна бути заземлена, теплоізольована, вироблено занулення, закриті рухомих деталей стенду, ізоляція всіх струмоведучих частин [40].

3.6 Пожежна безпека в лабораторії

Питання забезпечення пожежної безпеки навчальної лабораторії мають велике значення. Пожежна безпека лабораторії може бути забезпечена заходами пожежної профілактики і активного пожежного захистом. Поняття пожежної профілактики включає комплекс заходів, необхідних для запобігання виникненню пожеж або зменшення його наслідків. Під активною пожежної захистом розуміються заходи, щоб забезпечити успішну боротьбу з виникаючими пожежами або вибухонебезпечною ситуацією. Для визначення ступеня ймовірності виникнення пожежі, слід знати, до якої категорії небезпеки відноситься спорудження. Приміщення лабораторії відноситься до категорії Д, це негорючі матеріали в холодному стані. Єдина причина виникнення пожежі в лабораторії коротке замикання електричної мережі пов'язане з великою кількістю електрообладнання та загоряння інвентарю знаходиться в приміщенні.

Горючими речовинами в електроустановках є в основному ізоляційні матеріали: папір, пряжа, тканини з органічних волокон, гума, пластмаси, лаки і фарби, мінеральне масло, меблі.

Горіння електроустановки можливо припинити наступними способами:

- охолодженням зони реакції або самих палаючих речовин;

- розведенням реагуючих речовин, наприклад зниженням концентрації кисню шляхом введення в зону горіння негорючих газів - азоту або вуглекислого газу, а також розведенням горючої речовини негорючим;

- хімічним гальмуванням реакції згоряння в результаті подачі на поверхню горючих речовин і матеріалів так званих інгібіторів (сповільнювачів реакції) або подачі інгібіторів в повітря, що надходить в зону згоряння;

- ізоляцією реагуючих речовин від зони згоряння шляхом створення ізолюючого шару в горючих матеріалах при нанесенні на їх поверхню вогнегасних речовин, а також створення розривів в горючих матеріалах шляхом розбирання або видалення їх із зони пожежі.

Ступінь вогнестійкості будівлі І.

Організаційні заходи - план протипожежних заходів;

Всі студенти при роботі на установках проходять первинний і вторинний (на робочому місці) інструктаж про заходи пожежної безпеки.

Інженерні заходи - в даній лабораторії встановлені первинні і основні засоби пожежогасіння.

Так як лабораторія обладнана електричними установками, то такий засіб пожежогасіння, як вода, не підходить в даному випадку. Основним засобом пожежогасіння електроустановок, що знаходяться під напругою є порошкові вогнегасники. У цій лабораторії використовується порошковий вогнегасник серії ВП - 5 - 02. Цей вогнегасник призначений для гасіння різних речовин (крім здатних горіти без доступу повітря), а також електроустановок напругою до 1,0 кВ.

Застосування автоматичних засобів виявлення пожеж є одним з основних умов забезпечення пожежної безпеки в машинобудуванні, оскільки дозволяє оповістити черговий персонал про пожежу і місце його виникнення.

В аудиторії немає автоматичних засобів виявлення пожежі [41].

3.7 Розрахунок захисного заземлення

При пошкодженні ізоляції електроустановки, її корпус та інші конструктивні елементи можуть опинитися під напругою. Якщо людина доторкнеться до такого ушкодженого обладнання, через нього пройде струм замикання на землю, який може бути небезпечним для життя.

Для захисту людини при дотику до металевих частин електроустановки, випадково опинилися під напругою, застосовують захисне заземлення - навмисне з'єднання корпусу або інших металевих конструкцій установки з землею. Призначення захисного заземлення - створення між корпусом електричного пристрою і землею електричного з'єднання з малим опором.

Дотик людини до заземленого обладнання, опинився під напругою, через його тіло пройде струм малої величини, безпечний для організму.

Основний струм замикання на землю пройде по заземлювальному пристрою [37].

Заземлюючих пристроїв - сукупність заземлювача і заземлюючих провідників. Заземлювач - металевий провідник, що знаходиться в безпосередньому зіткненні з землею. Заземлювальні провідники з'єднують заземлюються частини електроустановки з заземлювачем. Опір заземлювального пристрою в основному визначається опором розтікання струму із заземлювача в ґрунт.

Для заземлення використовують природні і штучні заземлювачі. Природні заземлювачі - арматура залізобетонних споруд, фундаментів будівель. Трубопроводи та інші металеві конструкції, що мають надійний контакт із землею. Як штучні заземлювачі найчастіше використовують вертикально заглиблення сталеві труби, стрижні, куточки, з'єднані по верху сталевий горизонтальною смугою.

Опір розтікання струму заземлювача не повинно перевищувати нормативної величини. Для електроустановок напругою до 1000 В нормативне значення становить 4 Ом.

Вихідні дані: діаметр стрижня $d = 30$ мм, заглибленого вертикально в рівень з землею, з'єднані сталевий смугою шириною 40 мм, суглинок, довжина вертикальних заземлювачів $l = 1,5$ м, відстань між заземлювачами $a = 3$ м, нормативне опір $R_H = 4$ Ом. Визначити кількість вертикальних заземлювачів.

Розрахунок штучних заземлювачів зводиться до визначення кількості вертикальних стрижнів (труб, куточків) заданого діаметра і довжини.

За довідковими даними приймається питомий опір суглинку $\rho_0 = 100$ (Ом·м)/P = $\varphi\rho$.

Коефіцієнт сезонності для вертикального заземлювача: $\varphi_v = 1,3$, тоді питомий розрахунковий опір, Ом·м :

$$\rho = 1,3 \cdot 100 = 130.$$

Опір розтікання струму обмеженого стрижня розраховуємо за формулою, Ом

$$R_0 = \left(\frac{130}{(2 \cdot 3,14 \cdot 1,5)} \right) \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 1,5}{0,03} \right) = 73.$$

$$\pi = \frac{R_0}{R_H} = \frac{73}{4} = 18.$$

де π - кількість стрижнів.

Тоді

$$\eta_1 = 0,694 \cdot \eta_2 = 0,598.$$

Довжина горизонтальної смуги дорівнює, м

$$l_r = \alpha(n - 1) = 3 \cdot 17 = 51,$$

$$\varphi = 2, \text{ тому } l \geq 50.$$

Розрахунковий опір ґрунту, Ом·м

$$\rho = \varphi_2 \cdot \rho = 2 \cdot 100 = 200.$$

Опір розтікання струму сполучної смуги, Ом

$$R_2 = 7,73.$$

Опір групи вертикальних заземлювачів, Ом

$$R_3 = \frac{R_0}{\pi \cdot \eta_2} = \frac{73}{18 \cdot 0,694} = 5,39.$$

Опір заземлювача в цілому

$$R_0 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{41,66}{13,12} = 3,14,$$

що не перевищує нормативної величини [42].

3.8 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 елемента 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 слід 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.

3.9 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 приймальної 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 [26].

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 °С 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:

- діагностують та випробовують систему теплопостачання з розробленими заходами, які забезпечують ефективність її роботи;
- реалізують розроблені заходи;
- виконують регулювання системи [43].

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 ввіді 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. Автоматичні балансувальні клапани підтримують сталість перепаду тиску у споживача при двотрубній системі або регулювання витрати в стояках при однотрубній системі опалення.

Крім економії коштів, установка балансувальних клапанів дозволяє усунути такі негативні ефекти незбалансованої системи, як шум на радіаторних терморегуляторах (і їх некоректна робота), недостатня або надлишкова тепловіддача від опалювального приладу.

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.

Розрахунок тепловтрат та визначення річних грошових витрат на опалення та гаряче водопостачання наочно показали достатню економію при використанні балансувальної та запірної арматури майже в 11 %, що складає 1021,94 грн.

Також, після проведення експериментів на лабораторній установці HERZ з використанням ручного балансувального клапану, регулятора перепаду тиску та обмежувача витрати, а також при порівнянні роботи системи з мережевим насосом без частотного регулювання та з його наявністю, було доведено, що оснащення мережевого насоса на малих котельнях пристроєм частотного регулювання швидкості обертання дозволяє практично усунути перерозподіл теплоносія між сусідніми споживачами при зменшенні витрат окремого споживача і отримати економію не тільки електричної енергії, але й палива.

Незалежно від того який вид балансувальної арматури буде використовуватися в системі опалення, це дозволить перерозподіляти теплоносій у всіх споживачів, комфортно регулювати подачу теплоносія на абонентському ввіді, уникати ситуацій, коли при максимальному навантаженні в опалювальній системі виникають значні коливання температури в приміщеннях.

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

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Зайцев О. Н., Любарець А. П. Проектування систем водяного опалення (посібник для проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ). Фірма «Herz Armaturen», Відень - Київ – Одеса, 2008.С. 6-7.

2. URL: <http://spetsotoplenie.ru/sistemy-otopleniya/elementy-sistem-otopleniya/zapornaya-armatura-na-otoplenie-vidy-i-harakteristiki.html/> (дата звернення: 12.08.2019).

3.С.В.Льїн Джерела теплопостачання промислових підприємств (навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА, напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»). Запоріжжя, 2014.С 8-13.

3.URL: <http://spetsotoplenie.ru/sistemy-otopleniya/elementy-sistem-otopleniya/zapornaya-armatura-na-otoplenie-vidy-i-harakteristiki.html/> (дата звернення: 12.08.2019).

4. URL:<http://allremont.com/article/-/sovremennye-sistemy-otopleniya-i-ih-rol-v-zhizni-cheloveka/> (дата звернення: 12.08.2019).

5. URL: <http://www.herz.ua/> (дата звернення: 12.05.2019).

6. Благоев Э.Е., Ивницкий Б.Я. Дроссельно-регулирующая арматура в энергетике. – М.: Энергия, 1974. 2. Благоев Э.Е., Ивницкий Б.Я. Дроссельно-регулирующая арматура ТЭС и АЭС. – М.: Энергопроматомиздат, 1990. 3.

7. URL: <http://economstroy.com.ua/stroymasters/4849-osoblivosti-avtomat-i-ruchnogo-balans-klapana.html/> (дата звернення: 25.08.2019).

8. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Теплопостачання/> (дата звернення: 29.05.2019).

8. Богословський В.Н., Покотилов В.В. Економічне опалення будівель нового покоління з ефективним використанням енергії // Міжнар. Наук.-практ. Конф. «Рішення проблем вентиляції та опалення при будівництві,

модернізації та реконструкції будівель». 17-18.02.2000г. Мн .: НИПТИС, С.27-30.

9. Волов Г.Я., Покотилов В.В., Рогачов І.Г. Про схеми залежного підключення однотрубних систем опалення багатоповерхових будівель до теплових мереж // *Енергія і Менеджмент. Журнал для енергетиків.* 2002. №4.

10. Сканаві А. Н., Махов Л. М. Опалення - МГСУ, Москва, 2006.

11. Покотилов В.В. Комплексне теплове проектування енергоактивних житлових будинків і енергоефективних інженерних систем // *Тепломасообмін - ММФ-2000. Праці IV Мінського міжнар. форуму з тепломасообміну (22-26 травня 2000 г.)* Т.10. Мн .: АНК "ИТМО ім. А.В.Ликова "АНБ, 2000. С.280-288.

12. Пирков В. В. Гідравлічне регулювання систем опалення та охолодження. Теорія та практика. К .: Такі справи, 2005.

13. Г.Глінцерер, К.Фурман, Покотилов В.В., Рутковський А.Г. Економічні системи водяного опалення нового покоління // *Енергоефективність.* №4 (186) квітня 2013, с.38-40.

14. Г.Глінцерер, К.Фурман, Покотилов В.В., Рутковський А.Г. Поквартирне опалення багатоповерхових житлових будинків. Збірник доповідей міжнародної конференції «Енергоефективне будівництво в Республіці Білорусь», 28 лютого 2013р., С.50-55.

15. Крупнов Б.А., Шарафадінов Н.С. Керівництво з проектування систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. - Москва - Відень: фірма «Herz Armaturen», 2008.

16. Налагодження засобів автоматизації та автоматичних систем регулювання: Довідковий посібник / А.С.Клюев, А.Т.Лебедев, С.А.Клюев, А.Г.Товарнов; Під ред. А.С.Клюева. -2-е изд., Перераб. і доп. - М .: Энергопроматоміздат, 1989.

17. Покотилов В.В. Системи водяного опалення. - Відень: фірма «Herz Armaturen», 2008.

18. Табунщиков Ю.А., Хромец Д.Ю., Матросов Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. - М.: Стройиздат, 1986.
19. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно технические устройства. Ч1. Отопление. /В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави./- М.: Стройиздат, 1990. - 344с.
20. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. К.: Таки справи, 2005, с.302.
21. Патент ФРГ МКИ 5F 24H 1/22, F23 J 11/00 №3930037. Водотрубный котел и способ работы его горелки, опубл. 15.03.1990 №11.
22. Пособие по проектированию автономных инженерных систем многоквартирных и блокированных жилых домов. М.: Торговый дом «Инженерное оборудование» под. Общ. Рук. А.И.Кунаховича., 1997, 68 с.
23. А.Мержвинский. отопление помещений среднего и большого объема. Рекомендации по подбору оборудования. – К.: Сантехніка, опалення, кондиціювання, №9, 2005. с. 42-43.
24. URL: <https://uteka.ua/ua/publication/news-14-delovye-novosti-36-kak-rasschitat-stoimost-otopleniya/> (дата звернення: 16.12.2019)
25. URL: http://teploseti.zp.ua/ua/prices/history/history_2.php/ (дата звернення: 16.12.2019)
26. ДСТУ Б А.2.4-1:2009 Система проектної документації для будівництва. Умовні позначення трубопроводів та їх елементів
27. ДСТУ Б А.2.4-8:2009 Система проектної документації для будівництва. Умовні позначення елементів санітарно-технічних систем
28. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації
29. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч.1. Отопление /В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканави и др. Под ред. И. Г.

Староверова и Ю. И. Шиллера. - 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1990 - 344 с., ил.- (справочник проектировщика).

30. Ширшова В. В., Мацкевич Л. И., Мороз Ю. Д. Эффективность капиталовложений в условиях рынка. Методы расчета. – Мн.: Маркетинг. 1994.

31. Покотиллов В. В., Макаревич С. А., Ширшова В. В. Методика технико-экономического обоснования энергосберегающих мероприятий // Архитектура и строительство, 2001.-№4.- с. 68-71.

32. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие/ А.С.Клюев, А.Т.Лебедев, С.А.Клюев, А.Г.Товарнов; Под ред. А.С.Клюева. -2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергопроматомиздат, 1989.

33. Покотиллов В.В. Системы водяного отопления. – Вена: фирма «Herz Armaturen», 2008.

34. Благов Э.Е., Ивницкий Б.Я. Дроссельно-регулирующая арматура в энергетике. – М.: Энергия, 1974.

35. Благов Э.Е., Ивницкий Б.Я. Дроссельно-регулирующая арматура ТЭС и АЭС. – М.: Энергопроматомиздат, 1990.

36. EN 15316-4-1:2008 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-1: Space heating generation systems, combustion systems (boilers).

37. Яушовец Р. Гидравлика – сердце водяного отопления. – Вена: фирма «Herz Armaturen», 2004.

38. Пособие по проектированию автономных инженерных систем многоквартирных и блокированных жилых домов. М.: Торговый дом «Инженерное оборудование» под. Общ. Рук. А.И.Кунаховича., 1997, 68 с.

39. Братенков В.Н., Хаванов П.А., Вэскер Л.Я. Теплоснабжение малых населенных пунктов. М.: Стройиздат, 1988, с.223.

40. Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. Системы вентиляции и кондиционирования /Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке. М.: ТЕРМОКУЛ, 2004.

41. Інформаційні технології в охороні праці [Текст] : навч.- метод. посібник для студ. ЗДІА спец. 263 "Цивільна безпека" ден. та заоч. форм навчання / К. В. Белоконь, Ю. В. Куріс, Є. А. Манідіна ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2018. - 161 с.

42. Охорона праці та техногенна безпека [Текст] : метод. вказівки до виконання розділу магістерських робіт для студ. ЗДІА всіх спец. ден. та заоч. форм навчання / Г. Б. Кожемякін, В. Г. Рижков, К. В. Белоконь ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2012. - 48 с.

43. Електробезпека [Текст] : навч.-метод. посібник для студ. ЗДІА напрямів підготовки 170202 "Охорона праці" та 040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" / Є. А. Манідіна, В. Г. Рижков, В. С. Манідін ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2015. - 86 с.