

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М.ПОТЕБНИ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ
СИСТЕМ

Кваліфікаційна робота

другий магістерський

(рівень вищої освіти)

на тему «Дослідження заходів з підвищення енергоефективності 12-поверхового житлового будинку у м. Дніпро»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1442

Лисенко Віталій Олександрович

спеціальності теплоенергетика

освітньої програми теплоенергетика

Керівник к.т.н., доц. Карпенко Г.В.

Рецензент Таратута К.В.

Запоріжжя

2023

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

Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем
 Рівень вищої освіти другий магістерський
 Спеціальність 144 Теплоенергетика
 Освітня програма Теплоенергетика
(код по назві)
 Спеціалізація _____
(код по назві)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
 « _____ » _____ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проекту) «Дослідження заходів з підвищення енергоефективності 12-поверхового житлового будинку у м. Дніпро»

керівник роботи Карпенко Ганна Володимирівна, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «01» травня 2023 року № 639-с





Строк подання студентом роботи: 01 грудня 2023 р.

2 Вихідні дані до роботи: Кліматичні умови м. Дніпро. Будівельні характеристики будівлі. Розрахункові витрати палива. Площа поверхонь нагріву.

3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Природно - кліматичні характеристики території забудови. Вибір опалювальних приладів для системи опалення. Визначення тепловтрат через огорожувальні конструкції. Система гарячого водопостачання. Вибір оптимальної системи опалення. Аналіз існуючих технічних рішень в системі теплопостачання

4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Характеристика дахової котельні. Характеристики теплового модуля МН – 120. Основні технічні параметри УГВНС. Розрахунок втрат тепла та витрат на циркуляцію

4 Консультанти розділів роботи

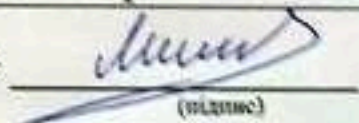
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завданням розділу	завданням пройдення
1	Карпенко Г.В.		
2	Карпенко Г.В.		
3	Карпенко Г.В.		

5 Дата видачі завдання 01 червня 2023 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Срок виконання етапів роботи	Цьоміка
1	Загальна характеристика об'єкта дослідження		
2	Дослідження заходів з підвищення енергоефективності 12-поверхового житлового будинку у м. Дніпро		
3	Моделювання гідравлічного режиму системи опалення		
4	Охорона праці		
5	Оформлення кваліфікаційної роботи згідно нормативним вимогам		

Студент


 (підпис)

Лисенко В.О.
 (ініціали та прізвище)

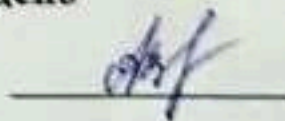
Керівник роботи (проекту)


 (підпис)

Карпенко Г.В.
 (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


 (підпис)

В.В. Артемчук

АНОТАЦІЯ

Лисенко В.О. Дослідження заходів з підвищення енергоефективності 12-поверхового житлового будинку у м. Дніпро

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник Карпенко Г.В. Запорізький національний університет. Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем, 2023.

В магістерській роботі вирішено актуальну науково - технічну задачу по розробці енергетично ефективної житлової споруди. У роботі проведено аналіз існуючих технічних рішень в системі опалення та оцінка ефективності системи опалення. Серед розглянутих варіантів проектування системи опалення в багатоповерховому житловому будинку, зваживши всі переваги і недоліки систем, можна зробити висновок, що найбільш ефективною і перспективною на даний момент є горизонтальна двотрубна система опалення квартири.

Ключові слова: КОТЕЛ, НАСОС, ГАРЯЧА ВОДА, ТЕПЛООБМІННИК, ПРИРОДНІЙ ГАЗ, ЗАПОБІЖНИЙ КЛАПАН, ЗАСУВКА, СПОЖИВАЧ, ТЕПЛОНОСІЙ

ANNOTATION

Lysenko V.O. Study of measures to improve the energy efficiency of a 12-story residential building in Dnipro

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree in the specialty 144 - Thermal power engineering, scientific supervisor Karpenko G.V. Zaporizhzhia National University. Department of Electrical Engineering and Cyberphysical Systems, 2023.

In the master's work, the actual scientific and technical problem of developing an energy-efficient residential building was solved. The paper analyzes

the existing technical solutions in the heating system and evaluates the efficiency of the heating system. Among the considered options for designing a heating system in a multi-story residential building, after weighing all the advantages and disadvantages of the systems, we can conclude that the horizontal two-pipe apartment heating system is the most effective and promising at the moment.

Keywords: BOILER, PUMP, HOT WATER, HEAT EXCHANGER, NATURAL GAS, SAFETY VALVE, VALVE, CONSUMER, HEAT CARRIER

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Централізовані системи опалення

1.2 Децентралізовані системи опалення

1.3 Аналіз існуючих технічних рішень в системі теплопостачання

1.4 Вибір оптимальної системи опалення

1.5 Оцінка ефективності системи опалення

1.6 Система гарячого водопостачання

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ 12-ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ У М. ДНІПРО

2.1 Природно - кліматичні характеристики території забудови

2.2 Композиція будівельних елементів зовнішніх огорож

2.3 Визначення тепловтрат через огорожувальні конструкції

2.4 Вибір опалювальних приладів для системи опалення

2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення

2.6 Система гарячого водопостачання

2.7 Основна робота системи опалення, прийнятої в експлуатацію

2.8 Обґрунтування енергозбереження

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Характеристика потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів

3.2 Заходи щодо поліпшення умов праці

3.3 Виробнича санітарія

3.4 Електробезпека

3.5 Пожежна безпека

3.6 Розрахунок теплоізоляції котла

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

ВСТУП

Актуальність теми. Внаслідок тривалого використання систем централізованого теплопостачання тепломережі перестали відповідати нормам. Необхідність прокладки протяжних багатокілометрових трубопроводів для теплоносія вимагає великих капітальних витрат на труби, запірну арматуру, теплоізоляцію, будівельно-монтажні роботи, а також значних експлуатаційних витрат, обумовлених гідравлічними втратами, лінійними тепловтратами і великими витратами на ремонт теплових мереж.

Вимоги сьогодення вимагають використання автономних систем опалення та регулювання для економії теплової енергії та газу. Вони мінімізують споживання тепла, гідравлічні втрати, а також питомі капітальні та експлуатаційні витрати.

Актуальністю даної роботи є встановлення систем індивідуального опалення та гарячого водопостачання для досягнення значної економії тепла.

Метою даної роботи є розробка ескізних пропозицій щодо створення комфортних температурних умов сучасними методами в приміщеннях, використання модульної котельні, розташованої на даху, розробка варіанту проекту системи гарячого водопостачання з використанням установок приготування гарячої води, виконання теплотехнічних розрахунків для підбору опалювальних приладів, виконання гідравлічних розрахунків для вибору діаметрів трубопроводів, побудови аксонометричних схем квартирної розводки систем опалення та гарячого водопостачання.

Об'єктом дослідження є енергоефективні інженерні мережі 12-ти поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями.

Предметом дослідження є процес створення енергоефективних систем опалення та гарячого водопостачання в житлових будинках.

Для досягнення поставлених цілей необхідно вирішити такі завдання:

- розробити техніко-економічне обґрунтування для порівняння різних систем опалення та гарячого водопостачання;

- визначити та обґрунтувати вибір даного типу систем опалення та гарячого водопостачання;
- спроектувати двотрубну систему опалення, розрахувати систему опалення, підібрати обладнання;
- спроектувати систему гарячого водопостачання, розрахувати систему гарячого водопостачання;
- проаналізувати використання дахової котельні як джерела системи опалення;
- ідентифікувати фізично небезпечні та шкідливі виробничі фактори при монтажі систем;
- оцінити безпеку мешканців будинку у разі вибуху котельні.

Методи дослідження. У роботі використано теоретичні методи дослідження. При проведенні інформаційно-аналітичного дослідження методів та обладнання систем опалення та гарячого водопостачання як джерело інформації використовувалася мережа Інтернет.

Практичне значення та впровадження результатів дослідження. Можна використовувати як проектні пропозиції для систем опалення та гарячого водопостачання.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Централізовані системи опалення

Системи теплопостачання великих житлових масивів, міст, сіл і промислових підприємств. Джерелами тепла в них є теплоелектростанції або великі котельні з високим ККД, що транспортують і розподіляють теплоносії по теплових мережах протяжністю 10-15 км з максимальним діаметром труб 1000-1400 мм, що забезпечує подачу теплоносія до споживачів у необхідній кількості та з необхідними параметрами. Потужність ТЕЦ – 1000 – 3000 МВт, котельні – 100 – 500 МВт. Великі централізовані системи опалення мають кілька джерел тепла, з'єднаних резервними теплотрасами, що забезпечує маневреність і надійність їх роботи. До централізованої системи теплопостачання належать також системи теплопостачання будівель, пов'язані з нею єдиним гідравлічним і тепловим режимом і загальною системою управління. Але через різноманітність технічних рішень опалення будівель їх виділяють в самостійну технічну систему – систему опалення.

Системи централізованого опалення водяні та парові. Основною перевагою води як теплоносія є значно менші витрати енергії на транспортування одиниці тепла у вигляді гарячої води, ніж у вигляді пари, що пов'язано з більшою щільністю води. Зменшення споживання енергії дозволяє транспортувати воду на великі відстані без істотних втрат енергетичного потенціалу. У великих системах температура води знижується приблизно на 1°C на відстані 1 км, а тиск пари на тій же відстані зменшується приблизно на 0,1-0,15 МПа, що відповідає 5-10°C. Тому тиск пари на виходах турбін водяних систем нижчий, ніж у парових системах, що призводить до зменшення витрати палива на ТЕС. Серед інших переваг водяних систем можна назвати можливість централізованого регулювання подачі тепла споживачам за рахунок зміни температури теплоносія та більш спрощену експлуатацію системи.

Перевагами пари є здатність задовольняти як потреби в нагріванні, так і технологічні навантаження, а також низький гідростатичний тиск. Враховуючи переваги і недоліки теплоносіїв, водяні системи використовуються для теплопостачання житлових приміщень, товариств і комун, будівель і підприємств, які використовують гарячу воду, а парові системи використовуються для промислових споживачів, які потребують водяної пари. Централізація міського теплопостачання становить 70–80%. У великих містах рівень використання теплових електростанцій як джерел тепла для житлово-комунального господарства досягає 50-60%.

У системах опалення високопараметрична пара (тиск 2,4 МПа, температура 565°C), що утворюється в котлах, подається в турбіни, де, проходячи через лопаті, віддає частину енергії для вироблення електроенергії. Основна частина пари проходить через відбірки і надходить в теплообмінники теплопостачання, в яких нагрівається теплоносій системи теплопостачання. Отже, на теплоелектростанції тепло високого потенціалу використовується для виробництва електроенергії, а тепло низького потенціалу — для теплопостачання. Комбіноване виробництво тепла та електроенергії забезпечує високу ефективність використання палива та зменшує споживання палива.

У більшості централізованих систем опалення максимальна температура гарячої води становить до 150°C. Температура пари на виходах підігріву турбіни не перевищує 127°C. Отже, при низькій температурі зовнішнього повітря в теплообмінниках централізованого опалення неможливо нагріти воду до необхідного рівня. Для цього використовуються пікові котли, які працюють тільки при низьких зовнішніх температурах, тобто знімають пікове навантаження. Оскільки опалювальне навантаження змінюється зі зміною зовнішньої температури, кількість пари, що відбирається від турбіни для теплопостачання, також змінюється. Невідпрацьована пара проходить через циліндри низького тиску турбіни, віддає свою енергію і надходить у конденсатор, де підтримується

розрідження (тиск 0,004-0,006 МПа), що відповідає низьким температурам конденсації 30-35 °С, а Вода для охолодження має ще нижчу температуру, але не може використовуватися для теплопостачання. Отже, лише частина пари, що проходить через відбір турбіни, використовується для теплопостачання, що знижує економічний ефект від централізованого теплопостачання. Проте витрати палива на виробництво електроенергії та тепла на теплопостачання в середньому за рік зменшуються більш ніж на третину. Економічний ефект забезпечує також використання в якості джерел тепла великих районних котелень (теплових станцій) з високим ККД.

Теплоносій від джерел тепла транспортується і розподіляється між споживачами розвиненими тепловими мережами. В результаті тепломережі охоплюють усі міські території, а їх будівництво викликає найбільші труднощі в експлуатації. В процесі експлуатації вони піддаються корозії і руйнуванню. Аварійні пошкодження призводять до збоїв теплопостачання, соціальних та економічних збитків. Внаслідок цього теплові мережі, будучи основним елементом великих систем теплопостачання, стають і їх найслабшою складовою, що знижує економічний ефект від централізації теплопостачання, що обмежує максимальну потужність систем. Залежно від способу приготування гарячої води системи централізованого опалення поділяються на закриті та відкриті. У закритій системі вода, що циркулює в ній, використовується тільки як теплоносій. Вода нагрівається джерелом тепла, несе свою ентальпію споживачам і передає її на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Вода для гарячого водопостачання береться з міського водопроводу і нагрівається в поверхневих теплообмінниках циркуляційним теплоносієм до необхідної температури. Система закрита для атмосферного повітря. У відкритих системах гаряча вода, яку використовує споживач, забирається з тепломережі. Отже, гаряча вода в системі використовується не тільки як теплоносій, але і безпосередньо як рідина. Тому система теплопостачання частково циркуляційна, частково прямоточна.

Вода гарячого водопостачання нагрівається джерелом тепла, надходить безпосередньо до споживачів і через крани скидається в атмосферу.

Для великих міст перспективним напрямком є централізація теплопостачання. Централізовані системи, особливо теплопостачання, споживають менше палива. Зменшення та консолідація джерел тепла покращує екологію великих міст. Менша кількість джерел тепла дозволяє різко скоротити кількість димоходів, через які продукти згоряння виходять у навколишнє середовище. Виключає необхідність створення багатьох невеликих паливопоїздів для зберігання твердого палива, звідки паливо має транспортуватися в децентралізованих системах теплопостачання. Крім того, завдяки централізації джерел тепла легше очищати димові гази від токсичних компонентів.

Сучасні централізовані системи теплопостачання являють собою складний комплекс, що включає джерела тепла, теплові мережі з насосними станціями і тепловими пунктами, абонентські вводи, обладнані системами автоматичного регулювання. Для забезпечення надійного функціонування таких систем необхідно будувати їх ієрархічно, при якому вся система ділиться на ряд рівнів, кожен з яких має своє завдання, що зменшується за важливістю від верхнього рівня до нижнього.

Верхній ієрархічний рівень складають джерела тепла, наступний рівень – магістральні теплові мережі з РТП, нижній – розподільні мережі з вводами споживачів. Теплоджерела подають гарячу воду заданої температури і тиску в теплові мережі, здійснюють циркуляцію води в системі і підтримують в ній належний гідродинамічний і статичний тиск. У них є спеціальні водоочисні споруди, де проводиться хімічне очищення та деаерація води. Основні потоки теплоносія транспортуються по магістральних теплових мережах до теплоспоживачів. У РТП теплоносій розподіляється по регіонах і підтримується автономний гідравлічний і тепловий режими в районних мережах. Індивідуальні споживачі не повинні підключатися до магістральних теплових мереж, щоб не порушувати ієрархічну структуру системи.

Для забезпечення надійного теплопостачання необхідно резервувати основні елементи верхнього ієрархічного рівня. Джерела тепла повинні мати резервні установки, а магістральні теплові мережі повинні бути за кільцьовані для забезпечення необхідної пропускну здатності в аварійних ситуаціях. Розподільні теплові мережі, трансформаторні підстанції та вводи споживачів забезпечують розподіл теплоносія до окремих споживачів і складають нижчий ієрархічний рівень, який у більшості випадків не резервується. Ієрархічна побудова систем теплопостачання забезпечує їх керованість у процесі експлуатації.

Котельні централізованого теплопостачання поділяються на районні, блочні, групові та котельні підприємств. Перші призначені для теплопостачання всіх споживачів житлової забудови чи промислового вузла і входять до складу підприємств об'єднаних котелень і теплових мереж, другі і треті – для теплопостачання одного або кількох блоків, групи житлових будинків або громадських будівель і призначені для низьких теплових навантажень. , що входять до складу підприємств об'єднаних котелень і теплових мереж Котельні - це котельні, що існують на промислових підприємствах і служать для теплопостачання цих підприємств, їх житлового фонду, а також інших промислових підприємств, передбачених схемою теплопостачання в спосіб співпраці.

Залежно від характеру теплових навантажень районні котельні та котельні підприємств поділяються на:

- промислові, що використовуються для технологічного постачання пари або гарячої води промислових підприємств;
- системи опалення, призначені для забезпечення опалення, вентиляції та гарячого водопостачання;
- промислові опалювальні системи, призначені для технологічного теплопостачання та теплопостачання систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання промислових підприємств, житлових і громадських будівель.

Квартальні та групові котельні зазвичай опалювальні.

Котельні всіх типів класифікуються за такими критеріями:

- за типом використовуваних котлів (парові; водогрійні; пароводяні - з паровими та водогрійними котлами);
- за видом палива, що спалюється (котельні, що працюють на газоподібному, рідкому або твердому паливі);
- за типом теплоносія і схемою тепловиділення (котельні, що виробляють пару з поверненням конденсату або без нього; котельні, що виділяють теплоту гарячої води із закритою або відкритою системою теплопостачання; котельні, що виділяють пару і теплоту гарячої води за перераховані схеми в їх різних комбінаціях);
- за способом розміщення на генеральному плані (вбудовані, прибудовані, окремі)
- за технологічною структурою (блочні, неблочні);
- за компонуванням обладнання (закриті, напіввідкриті та відкриті);
- за режимом роботи (базові регіональні; пікові, що працюють спільно з ТЕС).

1.2 Децентралізовані системи опалення

Системи теплопостачання поділяються на централізовані та децентралізовані. Для міст децентралізовані системи теплопостачання зазвичай включають системи мікрорайонів, кварталів або будинків з тепловою потужністю менше 58 МВт (50 Гкал/год), з тепловими мережами протяжністю 1-2 км з діаметром труб до 300-400 мм; для сіл - системи, які не мають теплових мереж. Автономні теплові установки потужністю 20-40 кВт, що забезпечують опалення та гаряче водопостачання одного будинку або квартири, є, по суті, локальними джерелами теплопостачання. Якщо тепловий пункт забезпечує лише опалення будівлі, він відноситься до місцевого опалення. Тому системи теплопостачання можна розділити на

централізовані системи теплопостачання, децентралізовані та локальні як різновид децентралізованих систем.

Системи децентралізованого теплопостачання, в яких теплогенератором є районна котельня, мають теплові мережі і за принципом дії багато в чому схожі з централізованими системами. Централізовані системи мають значно розвинені теплові мережі, які обладнані тепловими пунктами, насосними станціями, системами автоматики та управління, які закінчуються абонентськими вводами в будинки. Заміна малих опалювальних установок великими котельнями та тепловими електростанціями зменшує забруднення повітря. Водночас централізація систем теплопостачання із зосередженням джерел тепла великої потужності в теплогенераторах призводить до необхідності розвитку теплових мереж з труб великого діаметру (до 1400 мм), що викликає великі труднощі, ускладнює функціонування систем і збільшує шкоду у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Від теплотрас до розподільних мереж теплоносій подається через теплові пункти, в яких встановлені змішувальні насоси та автоматика, що забезпечує контроль розподілу теплоносія в нормальному та аварійному гідравлічних режимах. Можливі системи теплопостачання, в яких мережа підключається безпосередньо до магістралі, а теплові пункти переносяться в будівлі з меншими тепловими навантаженнями, але і в цьому випадку повинна бути забезпечена керованість системи. Розподільні мережі зазвичай проектуються як тупикові. Будинки підключені до розподільних мереж, унеможливлуючи їх підключення до теплотраси.

Для постачання та розподілу теплової енергії споживачам у теплових мережах, особливо централізованих, використовуються автономні системи керування (АСУ), що забезпечують теплове регулювання параметрів і режимів, керування теплопостачанням відповідно до потреб, керування оперативним та аварійним режимами.

Найбільша кількість тепла витрачається на опалення будівель. Опалювальне навантаження змінюється зі зміною зовнішньої температури. Для підтримки теплопостачання відповідно до потреб використовується централізований контроль якості на джерелах тепла. Крім централізованого регулювання, на теплових пунктах і у споживачів використовується місцеве автоматичне регулювання.

Споживання тепла на гаряче водопостачання не залежить від зовнішньої температури. Визначається режимом споживання гарячої води, який залежить від способу життя та режиму роботи підприємств. Для забезпечення необхідної споживачеві температури гарячої води 50-60 °С температура теплоносія в подавальному теплопроводі повинна бути вище цього значення, а система приготування гарячої води обладнана автоматикою, що забезпечує дотримання температури. Підтримується на необхідному рівні. Надійну та економічну роботу системи забезпечує експлуатаційна служба, основними завданнями якої є безперебійне теплопостачання споживачів, забезпечення безаварійної роботи, покращення техніко-економічних показників. Тепловий і гідравлічний режими контролюються за допомогою автоматизованих систем управління і центрів управління, що входять до служби експлуатації. Під час обслуговування працюють бригади та ремонтні майстерні. Аварійно-відновлювальні роботи проводить аварійно-відновлювальна служба.

1.3 Аналіз існуючих технічних рішень в системі теплопостачання

Чинні будівельні норми вимагають встановлення на опалювальних приладах в системах опалення термостатичних вентилів, які автоматично підтримують постійну температуру в приміщенні, задану споживачем. Це економить до 20% тепла за рахунок використання надходження тепла від сонячного випромінювання, побутових і промислових тепловиділень.

Більш широке застосування знайшли три типи систем водяного опалення: вертикальні однотрубні, вертикальні і горизонтальні двотрубні системи. Всі ці види систем широко використовуються в дизайні. Аналіз тривалої роботи цих систем в конкретних умовах показує, що кожна з цих систем має як свої переваги, так і недоліки. За певних умов побудови та експлуатації виникають різноманітні переваги та недоліки систем.

Давайте детальніше розглянемо ці три видисистеми водяного опалення.

Вертикальні однотрубні системи опалення

Вертикальна однотрубна система застаріла і не відповідає сучасним вимогам; його проектування слід якщо не припинити, то максимально обмежити. Незважаючи на це, однотрубна система має переваги, які при нормальних умовах експлуатації будівель ставлять її на перше місце.

Основною перевагою є те, що ця система набагато надійніше двотрубної.

Є й інші переваги однотрубних систем: менша вартість, більша простота заготовок, можливість уніфікації частин системи, простота монтажу та ін.

Є у них ці системи і недоліки. Основний з них полягає в тому, що при перегріві приміщення і закритому термостаті теплоносій проходить через опалювальний прилад, не остигаючи. У цьому сенсі можна сказати, що однотрубна система не економить, але і не перевитрачає тепло. В опалювальний сезон бувають періоди, коли температура на вулиці 18-20°C, а система опалення працює, тому що завтра знову буде -5°C і відключати систему недоцільно. Цей режим можна назвати мінімальним. У цьому режимі всі термостати можуть бути закриті, і теплоносій з подачі перетікає в об'їзд, практично не охолоджуючись. Це дуже небажане явище, якщо джерелом теплопостачання є ТЕЦ. Крім того, зворотний теплоносій перед тим, як повернутися в тепломережу, зазвичай проходить попереднє охолодження на першому ступені опалення системи гарячого водопостачання.

Область застосування вертикальних однотрубних систем опалення з термостатами обмежена мінімальною кількістю стояків. Наприклад, при кількості поверхів стояка менше 7 температура води, що надходить від останніх приладів, знижується в розрахунковому режимі до 18-20°C, що є неприпустимим. Пояснюється це тим, що в будинках, спроектованих за другим ступенем енергетичної безпеки, знижуються тепловтрати і, відповідно, потік теплоносія в стояку також невеликий. При коефіцієнті витрати теплоносія в пристрій 0,2-0,3 і невеликій кількості води в стояку, кількість теплоносія, що надходить в пристрій, стає неприпустимо малою і вода охолоджується до заданих температур. На практиці не рекомендується використовувати однотрубні системи, коли кількість пристроїв в стояку менше 9-10. Максимальна кількість пристроїв в стояку - 25.

Ще однією особливістю однотрубних систем є те, що витрата теплоносія в системі мало залежить від ступеня відкриття термостатів. Якщо в максимальному режимі (всі термостати відкриті) потік води через стійку прийняти рівним 100%, то потік води через зони замикання може бути 80%. У мінімальному режимі (всі термостати закриті) витрата води в закриваючих секціях трохи збільшиться і сумарний витрата по системі може досягати 90%. З достатньою часткою правдоподібності можна сказати, що витрата води в однотрубних системах є постійною величиною. Цей факт впливає на балансування стояків в системі.

У деяких випадках (наприклад, при розрахунку системи методом постійних перепадів температур на стояках) розрахунковий перепад тиску на стояках не відповідає розрахунковим тискам, розташованим у місцях розташування цих стояків. В цьому випадку в стояк буде надходити кількість теплоносія, відмінне від розрахункового. Це призводить до перегріву або недогріву приміщення. Така ж ситуація може виникнути, якщо опір трубопроводів при монтажі або реконструкції системи відрізняється від розрахункового. Для вирівнювання фактичної кількості теплоносія в стояку з розрахунковим на стояках встановлюються балансувальні вентиля (БК).

Факт постійного потоку теплоносія в стійці впливає на тип БК.

Слід мати на увазі, що БК створюють додаткові втрати тиску в системі 15-20 кПа.

Вертикальні двотрубні системи опалення

На відміну від однотрубних систем, двотрубні безпосередньо зберігають тепло. Якщо приміщення перегріте, терморегулятор зменшує або припиняє доступ теплоносія до пристрою. Якщо теплоносій, який не потрапив в пристрій, потрапить в пристрій сусіднього приміщення, він перегріє це приміщення і термостат цього приміщення закриється. Таким чином, надлишок теплоносія виключається з циркуляції. У мінімальному режимі двотрубна система отримує теплоносій, циркулюючи тільки за нерегульованими стояками (сходові клітки, ліфтові холи, міжквартирні коридори). У цьому плані двотрубні системи більш прогресивні, ніж однотрубні.

Для забезпечення необхідного теплового і гідравлічного опору в вузлах трубопроводів опалювальних приладів встановлюють термостати, здатні регулювати значні втрати тиску. Відповідно до теорії автоматизації відомо, що для якісної роботи регулюючого органу його авторитет (відношення втрати тиску в регуляторі до втрати тиску в зоні регулювання) повинен бути в межах 30-70%. Таким чином, ці втрати можуть коливатися від 8–10 кПа на периферії до 25–28 кПа біля основи стояка.

Для забезпечення такої втрати тиску, враховуючи, що розрахункова витрата теплоносія в пристрої може бути невеликим, розмір дроселюючого отвору термостата повинен бути дуже малим. Практично мінімальний отвір в термостатах для двотрубних систем порівняно навіть не зі шпильковою головкою, а зі шпильковим наконечником. Якщо охолоджуюча рідина в системі забруднена, такі отвори легко забиваються.

Щоб цього не сталося, необхідний якісний догляд за системою, постійна чистка грязеуловлювачів і ряд інших загальновідомих заходів. Якщо замовник не може гарантувати таке обслуговування (як і технічне

обслуговування термостатичних клапанів приладів), використання двотрубної системи не є оптимальним рішенням. Тому при виборі типу системи опалення рекомендується спочатку з'ясувати, в яких умовах буде експлуатуватися будівля.

Вертикальні двотрубні системи найчастіше проектують з нижньою прокладкою розподільних ліній. Пояснюється це тим, що через різницю температур у подаючій і зворотній стійках виникають значні гравітаційні тиски (в 25-ти поверховому будинку до 10 кПа). Для приладів на різних поверхах ці тиски різні; чим вище пристрій, тим більший гравітаційний тиск. При нижньому розташуванні розподільних магістралей використовується додатковий гравітаційний тиск для подолання теплоносія по підйомних трубопроводах. У цих умовах система працює більш помірковано. Однак, якщо це неможливо, системи також можуть бути розроблені з повітряною лінією живлення. Рекомендується уникати систем з верхнім розташуванням прямої і зворотної ліній, так як в цьому випадку важко запобігти засмічення нижніх пристроїв; вони стають природними збирачами мулу.

Для балансування в підставі стояка встановлюються БК.

Область застосування двотрубних систем відрізняється від області застосування однокотрубних: стояки двотрубних систем можуть бути і одноповерховими. Обмеження висоти має бути швидше зверху. Рекомендується обмежити висоту до 17-20 поверхів. Зменшуючи висоту системи, зменшуються вертикальні перекося та зберігається більше тепла.

Горизонтальні системи опалення квартир

З теплотехнічної та гідродинамічної точки зору оптимальними є горизонтальні квартирні системи опалення. Площа їх застосування - від одного поверху до максимуму, який обмежений міцністю елементів системи або висотою протипожежного відсіку багатоповерхового будинку. Ці системи здатні зберегти найбільшу кількість тепла. Такі системи менш вразливі до несанкціонованої модифікації або реконструкції. Вони мають

безперечні естетичні переваги. Коротше кажучи, ці системи багато в чому найкращі. За одним винятком - вони найдорожчі з розглянутих систем.

Крім очевидних переваг: незалежності, ремонтпридатності, простоти організації вимірювання тепла в будинках та інших, ця система перевершує вертикальну двотрубну систему тим, що БК (регулятор постійного перепаду тиску) тут максимально наближений до опалення. пристрою і знімає всі коригування, що виникають з ним під час роботи. системи (гравітаційні тиски, зміни втрат тиску на стояку). Це не тільки краще стабілізує систему, але також дозволяє налаштувати термостати на вищі налаштування, що призводить до більш плавного регулювання та більшої економії тепла.

1.4 Вибір оптимальної системи опалення

Серед розглянутих вище варіантів проектування системи опалення в багатоповерховому житловому будинку, зваживши всі переваги і недоліки цих систем, можна зробити висновок, що найбільш ефективною і перспективною на даний момент є горизонтальна двотрубна система опалення квартири.

Поквартирні системи опалення в багатоповерхових житлових будинках є новим видом інженерних систем в нашій країні. Поквартирні системи опалення – це системи, якими можуть керувати мешканці квартир без зміни теплового режиму сусідніх приміщень і забезпечують поквартирний облік споживання теплової енергії. Це спроба одночасно вирішити дві суперечливі проблеми – підвищення теплового комфорту житла та енергозбереження. Проектанти, будівельники, муніципальні служби, а також політики усвідомлюють актуальність вирішення цієї проблеми, виступаючи за реформу ЖКГ.

Щоб відносно просто організувати поквартирний облік тепла, необхідно передбачити один ввід в квартиру подаючого і зворотного

трубопроводів і підключити до них всі опалювальні прилади, розташовані в квартирі.

1.5 Оцінка ефективності системи опалення

Все тепло, отримане при спалюванні палива, розподіляється на корисне тепло (тобто ту частину тепла, яка йде безпосередньо на обігрів приміщення) і теплові втрати в навколишнє середовище.

На кожному етапі виробництва, регулювання та розподілу тепла втрати тепла неминучі. Загальний ККД системи опалення

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

де η_g – загальний ККД системи опалення;

η_p – коефіцієнт корисної дії установки;

η_d - коефіцієнт ефективності розподілу тепла;

η_e – ККД нагрівальних приладів;

η_c – коефіцієнт корисної дії регулятора системи.

Відповідно до європейських стандартів загальноновизнано, що загальний коефіцієнт корисної дії системи опалення η_g не повинен бути нижче певного значення, розрахованого таким чином.

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

де $\log(P_n)$ – десятковий логарифм номінальної потужності котла. Потужність котла виражається в кВт.

У нашому випадку будемо розраховувати допустимий загальний ККД для системи опалення 12-ти поверхового житлового будинку з будинками м. Дніпра, оснащеного модулями потужністю 480 кВт.

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

Іншими словами, мінімально допустимий загальний коефіцієнт корисної дії для більшості систем опалення має бути більше 73%.

З наведеного рівняння очевидно, що зменшення будь-якого з ККД призводить до зменшення загального ККД системи опалення.

Це наочно зображено на графіку (рис. 1.1), який показує, як загальний ККД системи опалення залежить від кожного з факторів рівняння.

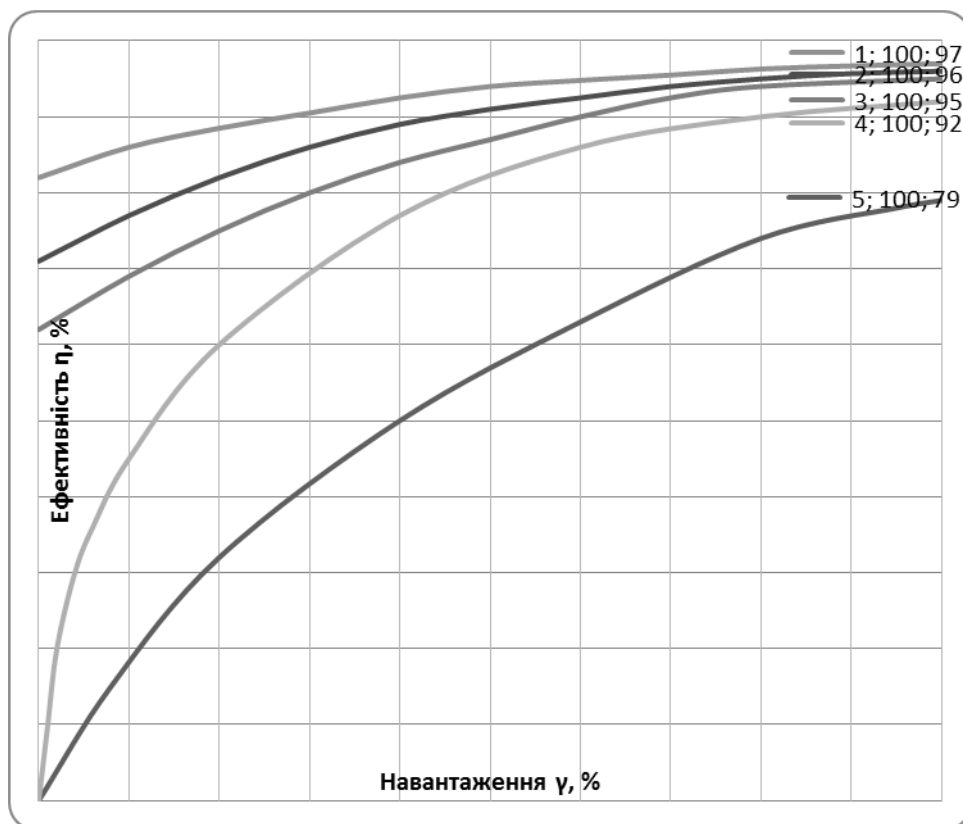


Рисунок 1.1 – Графік коефіцієнтів ефективності системи опалення

На рисунку 1.1 використовуються такі символи: 1 – η_c (регулювання); 2 – η_e (опалювальні прилади); 3 – η_d (розподіл); 4 - η_p (установки); 5 – η_g (загальний).

Як приклад розглянемо продуктивність сучасної системи опалення, спроектованої і зібраної відповідно до всіх стандартів і правил. Він використовує такі показники:

- коефіцієнт корисної дії установки, $\eta_p = 0,89$;
- коефіцієнт ефективності розподілу тепла, $\eta_d = 0,95$;
- ККД нагрівальних приладів, $\eta_e = 0,96$;
- ККД регулятора системи, $\eta = 0,97$.

Загальний коефіцієнт ефективності системи розраховується (1,1)

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

Мабуть, найвищий ККД виходить при 100% навантаженні системи опалення, тобто при максимальній потужності теплогенеруючої установки, яка базується на мінімальній температурі зовнішнього повітря в найхолодніший період.

Оскільки середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період значно перевищує мінімальну, відповідно знижується теплове навантаження системи опалення, а отже, і загальний ККД системи. В середньому за опалювальний сезон загальний ККД системи опалення може становити близько 40-50% від його максимального значення. Для простоти прийнято вважати, що середнє значення загального коефіцієнта за опалювальний період становить 50% від його значення при максимальному навантаженні.

Розглянемо, як змінюються складові загального ККД системи опалення за різних умов.

Ефективність регулювання:

$\eta_c = 0,98$ - ефективне терморегулювання;

$\eta_c = 0,93$ - часткова терморегуляція;

$\eta_c = 0,85$ - без теплового контролю.

Ефективність опалювальних приладів:

$\eta_e = 0,98$ - конвектори з примусовою циркуляцією повітря;

$\eta_e = 0,97$ – добре регульовані радіаційні опалювальні панелі (тепла підлога);

$\eta_e = 0,96$ - добре відрегульовані радіатори.

Ефективність розподілу:

$\eta_d = 0,95-0,96$ – добре ізольовані трубопроводи;

$\eta_d = 0,80-0,95$ – погано ізольовані трубопроводи;

$\eta_d = 0,70-0,80$ – неізольовані трубопроводи.

Ефективність установки:

$\eta_p = 0,70-0,90$ - залежно від типу котла, якості його налаштування, розміру, потужності тощо.

Приклад аналізу загального ККД системи.

Проаналізуємо зміну загального ККД η_g для 12-ти поверхового житлового будинку. На прикладі покажемо, як підвищується ефективність системи при її поетапній модернізації, а також залежність загального коефіцієнта корисної дії від усіх чотирьох факторів: η_p , η_d , η_e та η_c . Для зручності будемо вважати, що схема котельні незмінна у всіх чотирьох випадках.

1 - найпростіша схема системи опалення:

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

2 – порівняно з першим покращено налаштування системи:

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

3 – порівняно з першим покращено розподіл тепла в системі:

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

4 – порівняно з першим покращено тепловироблення:

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

5 – порівняно з першим проведено комплексну модернізацію 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 розрахунків, комплексна модернізація системи опалення може призвести до майже удвічі збільшення загального ККД системи опалення ($\eta_g = 0,81$ проти $\eta_g = 0,48$), а отже, до значної економії палива.

За усередненими оцінками, проведення такої модернізації системи опалення за нинішніх цін на газ може окупитися за 6 років.

1.6 Система гарячого водопостачання

Гаряче водопостачання від модульної котельні, розташованої на даху, забезпечується тепломодулями МН-120.

Модульні котельні використовуються для підготовки, транспортування та якісного регулювання тепла для систем опалення, гарячого водопостачання, вентиляції свіжого повітря та технологічних потреб. Вони працюють на природному газі низького тиску 1960 Па.

Принцип приготування гарячої води полягає в підготовці її для всього будинку. Облік тепла здійснюється в даховій котельні, теплоносій підготовлений в котельні, є потреба в додаткових трубопроводах, їх утепленні, а також приладах контролю та обліку.

Також гаряча вода, яка готується в даховій котельні житлового будинку, надходить у водопровідні крани, в тій чи іншій мірі охолоджуючись в трубопроводах. Для його нагріву і постійної циркуляції необхідно витратити додаткові кількості теплової та електричної енергії.

Тому можна розглянути інший варіант приготування гарячої води, який може доповнити реалізацію дахової котельні.

Основними функціями є підготовка гарячої води в необхідному обсязі для споживання.

Переваги:

- компактність;
- отримання необхідної кількості гарячої води заданої температури;
- повністю автоматична робота (без участі людини);
- простота монтажу та експлуатації;
- надійність і безпека.

Область застосування:

- в котеджному будівництві (для гарячого водопостачання, підігріву води в басейнах);
- гаряче водопостачання адміністративних будівель і споруд;
- реконструкція систем гарячого водопостачання існуючого житлового фонду

Основні параметри установки приготування гарячої води наведені в таблиці 1.1.

Настінні установки для приготування гарячої води. Вони дозволяють готувати їжу і використовувати необхідну кількість гарячої води.

У конструкції теплового центру використовується паяний пластинчастий теплообмінник від Альфа Лаваль.

Установка теплоцентралу UGVns 90 оснащена насосами Grundfos – насос першого контуру UPS 25-80, насос другого контуру UPS 25-40.

Таблиця 1.1 – Параметри УГВнс 90 [1]

Назва параметра	Одиниці вимірювання	УГВнс 90
Номінальна теплова потужність установки	кВт	90
Споживання гарячої води (при $\Delta t = 400\text{C}$)	л/хв.	тридцять
Макс. температура нагрітої води	°C	60
Максимальний тиск води	МПа	1
Напруга живлення	В/Гц	220/50
Максимальна споживана електроенергія	кВт	0,34
Максимальний струм споживання	А	1.38

Гідравлічна схема УГВНС представлена на рисунку 1.2.

На рис. 1.2 прийняті наступні умовні позначення: 1 – вентиляційний отвір; 2 – капілярний датчик; 3 – насос 2-го контуру; 4 – 3-ходовий клапан; 5 – термостатична головка; 6 – сітчастий фільтр; 7 – насос першого контуру; 8 – водомір; 9 – реле тиску; 10 – теплообмінник; T1 – подача ігрової води; T2 – зворотна лінія; T3 – гаряче водопостачання ГВП; T4 – рециркуляція гарячої води; B1 – вхід холодної води.

Принцип роботи УГВНС: теплоносій з подаючого трубопроводу T1 системи опалення очищається у фільтрі 6, надходить в теплообмінник 10 за допомогою насоса першого контуру 7. Охолоджений в теплообміннику теплоносій повертається по трубопроводу T2. Гаряча вода подається по трубопроводу T3. Задана температура води в квартирній системі гарячого водопостачання підтримується роботою регулюючого клапана прямої дії, підключеного до капілярного датчика 2, встановленого на трубопроводі T3. По трубопроводу B1 надходить холодна вода, яка очищається у фільтрі 6 і проходить через водомір 8. Відвідник 1 забезпечує видалення повітря з квартирної системи гарячого водопостачання.

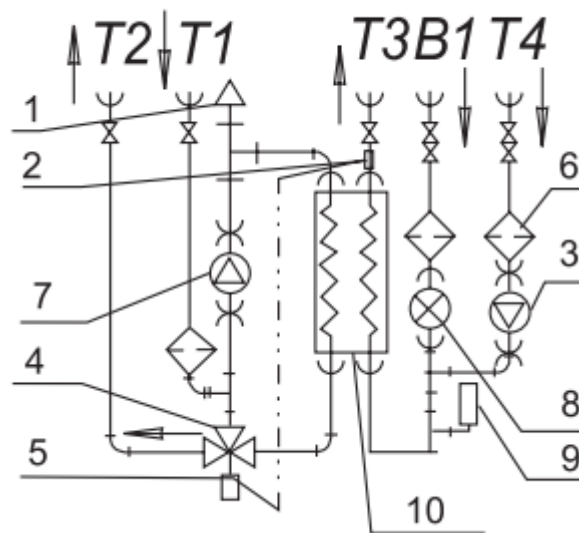


Рисунок 1.2 – Гідравлічна схема УГВнс 90

Якщо брати до уваги тільки одноразові витрати, то в більшості випадків розосередження обладнання не вигідно, оскільки потужне

обладнання, зосереджене в одному місці, як правило, дешевше багатьох одиниць обладнання однакової сумарної потужності. Тому можна очікувати, що вартість ста УГВНС стоквартирного будинку буде більшою за вартість одного водогрійного модуля в даховій котельні такого будинку. Оцінка вартості теплового пункту для однієї квартири, теплова потужність якого 4,6 кВт опалення та 19 кВт для гарячого водопостачання. Як показує аналіз, вартість модуля житлової частини будинку, що відноситься до однієї квартири, в проектах становить близько 600-800 доларів США. Таким чином, як і слід було очікувати, використання УГВНС замість модуля призводить до збільшення витрат на обладнання теплових пунктів.

Існує ряд факторів, які працюють на зниження витрат на опалення багатоквартирного будинку від УГВНС:

- в будівлі УГВНС відсутня система гарячого водопостачання з протяжними подавальними та циркуляційними трубопроводами, на яких встановлена арматура та інші пристрої;
- з УГВНС лічильники гарячої води не потрібні.

Ці фактори значною мірою компенсують інвестору його додаткові витрати на встановлення водопровідного насоса. Таким чином, збільшення вартості будівництва, пов'язане зі встановленням УГВНС замість модуля, оцінюється приблизно в 450 доларів США за одну квартиру. При площі квартири 80 м² це приблизно 5,5 USD/м² або приблизно 0,25%.

При цьому при установці УГВНС в багатоквартирному будинку очевидні наступні експлуатаційні переваги цього технічного рішення:

- будуть усунені втрати тепла зі стояків системи гарячого водопостачання;
- буде виключена вартість електроенергії, яка зазвичай витрачається на циркуляцію в системах гарячого водопостачання;
- Споживання води зменшиться за рахунок того, що гаряча вода йде з крана через кілька секунд після його відкриття. Крім того, поліпшується

робота змішувачів, так як при відсутності гідравлічних втрат в водонагрівачі тиск в холодному і гарячому водопостачанні буде практично однаковим;

- спроститься облік споживання води, оскільки не потрібно буде вимірювати споживання гарячої води та платити за неї окремо;
- підвищиться надійність системи гарячого водопостачання;
- буде усунена небезпека захворювань, пов'язаних з поширенням вірусів легіонел в трубопроводах системи гарячого водопостачання;
- Можна очікувати загального зниження споживання тепла та води за рахунок того, що власник кожної квартири відчує можливість, безпосередньо впливаючи на споживання теплової енергії, реально зменшити свої експлуатаційні витрати.

Незважаючи на те, що не всі з перерахованих факторів підвищення ефективності роботи можна достовірно визначити кількісно. З річною економією 87 дол. Для кожної квартири додаткові витрати, пов'язані з облаштуванням водопроводу, окупляться приблизно за 5 років.

Таким чином, установка УГВНС є енергоефективним рішенням системи гарячого водопостачання багатоповерхового житлового будинку.

В результаті аналізу та порівняння для даного проекту була обрана двотрубна система опалення квартири, яка підвищує тепловий комфорт житла, призводить до економії тепла за рахунок квартирної обліку, а також приготування гарячої води від УГВНС. Вони дозволяють індивідуально готувати та використовувати необхідну кількість гарячої води, досягати енергоефективності житлового будинку.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ 12-ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ У М. ДНІПРО

2.1 Природно - кліматичні характеристики території забудови

Географічний пункт забудови Дніпра.

Кліматологічна характеристика району будівництва: згідно СНиП 23-01-99 «Будівельна кліматологія» [3] для м. Дніпра, середні температури зовнішнього повітря: найхолодніша п'ятиденка. $t_5^{0,92} = -22^{\circ}\text{C}$ (при забезпеченості $k=0,92$); найхолодніший день $t_1^{0,92} = -28^{\circ}\text{C}$ (при забезпеченості $k=0,92$); найхолодніший день $t_1^{0,98} = -31$ (з імовірністю $k=0,98$), швидкість вітру в січні всіч= $6,5$ м/с. Місто Дніпро знаходиться в першій температурній зоні, орієнтовна зовнішня температура -22°C . Тривалість опалювального сезону 189 днів [3].

2.2 Композиція будівельних елементів зовнішніх огорож

Теплозахисні якості огорожі характеризуються величиною тепловіддачі R_0 , чисельно рівною температурі при охолодженні теплового потоку, рівного 1 Вт, через 1 м³ огорожі.

Оскільки Дніпро знаходиться в I кліматичному районі, то для огороджувальних конструкцій (зовнішніх стін, вікон, дверей, стелі) використовуються певні теплообмінні опори R_0 , які наведені в таблиці 2.1[8,9]

Таблиця 2.1 – Опір теплопередачі захисних конструкцій

Ім'я	Значення опору теплопередачі, R _o
Зовнішня стіна	2.8
Поверх стеля	3.5 3.3
Вікно	0,5
двері	0,44

2.3 Визначення тепловтрат через огорожувальні конструкції

Для визначення потужності опалювального обладнання та інших розрахунків всіх елементів системи (кількості котлів, площі нагрівальних приладів, а також розрахункових витрат теплоносія і необхідних для нього перерізів трубопроводів) необхідно визначити тепловтрати всіх кімнат будинку розраховується.

Втрати тепла через зовнішні огорожі будівлі при заданому тепловому режимі визначаються величиною теплового потоку у Вт і залежать від конструктивних і теплофізичних властивостей будівельних матеріалів огорож і від архітектурно-планувальних рішень приміщень. будівля.

Таким чином, правильний вибір теплозахисних зовнішніх огорож дозволяє отримати економічно розраховане теплове навантаження на опалювальну установку [10].

Система опалення повинна компенсувати втрати тепла через огорожі будівель, втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить через відкриті двері, отвори, щілини виступів і двері, що не закриваються взимку (інфільтрація).

Теплообмін через огорожі між опалювальними суміжними приміщеннями враховують при розрахунку тепловтрат тільки в тому випадку, якщо різниця температур внутрішнього повітря цих приміщень перевищує 5 °С.

Маючи значення опору теплопередачі $R_o = 2,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ для міста Дніпра, вибираємо товщину зовнішньої стіни, шару утеплювача, стелі та покриття, тип заповнення світлових прорізів та дверей. що мають фактичний опір теплопередачі, але не менше необхідного

$$R_{\text{pho}} > R_{\text{po}} ,$$

де R_{pho} — фактичний опір передачі.

Враховуємо додаткові тепловтрати огорожі. Всі кімнати на плані поверху пронумеровані тризначними цифрами.

Розміри теплообмінних огорож визначаються згідно з правилами вимірювання. Ступінчасті клітки ми вважаємо однією кімнатою. Визначаємо поправочні коефіцієнти до розрахункової різниці температур. Отриманими даними заповнюємо відповідні стовпці таблиці.

Розрахунок тепловтрат визначається за формулою, Вт

$$Q = \frac{1}{R_o} * F * (t_s - t_o) \cdot n ,$$

де F – поверхня тепловиділення, м^2 ;

R_o – загальний тепловий опір огорожі, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C)/W}$

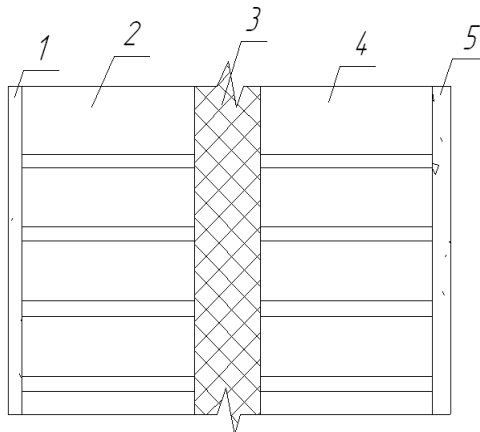


Рисунок 2.1 – Схема розрахунку тепловтрат через зовнішні стіни

На рис. 2.1 прийняті такі позначення:

1 шар – фактурний шар: штукатурка з вапняно-піщаної суміші ($\delta_1 = 0,015$ м; $\lambda_1 = 0,7$ Вт/(м°C); $\gamma_1 = 1600$ кг/м³);

2 шар, 4 шар – стіна: цегла керамзитобетонна ($\delta_{2,4} = 0,19$ м; $\lambda_{2,4} = 0,52$ Вт/(м°C); $\gamma_{2,4} = 1400$ кг/м³);

3 шар – утеплювач: плити екструдованого пінополістиролу ($\delta_3 = 0,073$ м; $\lambda_3 = 0,041$ Вт/(м°C); $\gamma_3 = 20$ кг/м³);

5 шар – гіпсокартонні листи: суха штукатурка ($\delta_5 = 0,020$ м; $\lambda_5 = 0,19$ Вт/(м°C); $\gamma_5 = 900$ кг/м³).

Термічний опір визначаємо за формулою,

$$R = \delta / \lambda ,$$

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

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

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

Тоді необхідний термічний опір ізоляції,

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

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

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

Необхідна товщина ізоляції, м

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

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

$$k = \frac{1}{\alpha_s} + \frac{1}{\sum R_i} + \frac{1}{\alpha_3} k = \frac{1}{\alpha_s} + \frac{1}{\sum R_i} + \frac{1}{\alpha_3}$$

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

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

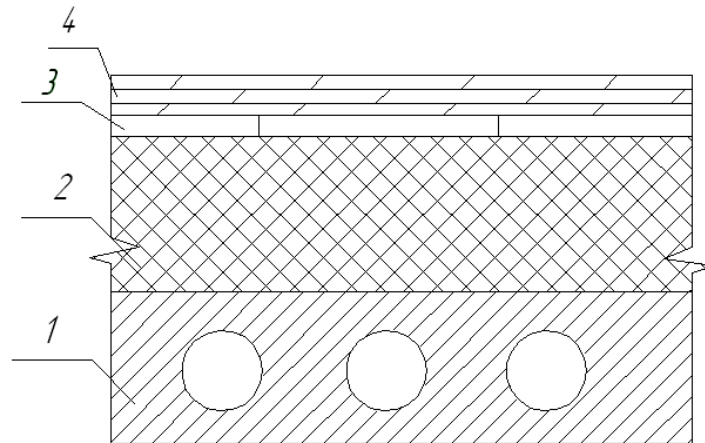


Рисунок 2.2 – Схема розрахунку тепловтрат через підлогове покриття

На рис. 2.2 використовуються такі позначення:

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

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

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

4 – дерев'яна дошка: сосна поперек ($\delta_4 = 0,04$ м; $\lambda_4 = 0,18$ Вт/(м·°С); $\rho_4 = 500$ кг/м³).

Визначити тепловий опір, (м²·°С)/W

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

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

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

Тоді необхідний термічний опір ізоляції, (м²·°С)/W

$$R_{ym} = R_0 - \left(\sum \frac{\delta_i}{\lambda} \right), [M^2 \cdot ^\circ C / Bm] R_{ym} = R_0 - \left(\sum \frac{\delta_i}{\lambda} \right), [M^2 \cdot ^\circ C / Bm]$$

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

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

Необхідна товщина ізоляції, м:

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

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

$$k = \frac{1}{R_{зан}} k = \frac{1}{R_{зан}},$$

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

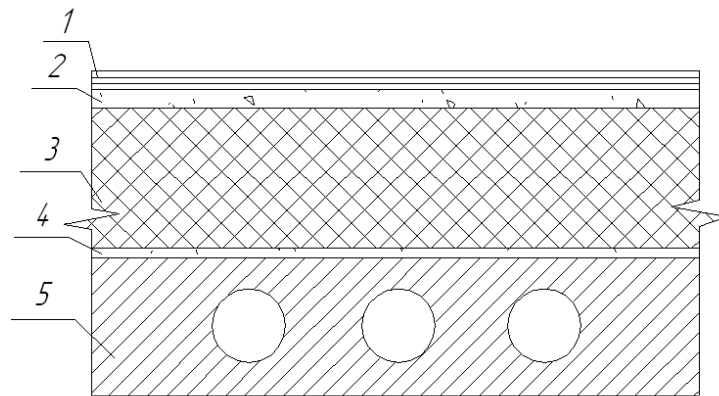


Рисунок 2.3 – Схема розрахунку тепловтрат через стелю

На рис. 2.3 використовуються такі позначення:

1 – повітроізоляційний шар з 3 шарів руберойду ($\delta_1 = 0,02$ м; $\lambda_1 = 0,17$ Вт/(м·°С); $\rho_1 = 600$ кг/м³);

2 – вирівнюючий шар цементно-піщаної розчину ($\delta_2 = 0,02$ м; $\lambda_2 = 0,81$ Вт/(м·°С); $\rho_2 = 1600$ кг/м³);

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

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

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

Визначити тепловий опір

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

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

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

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

Тоді необхідний термічний опір ізоляції

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

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

Необхідна товщина ізоляції, м

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

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

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

2.3.4 Визначення тепловтрат через вікна

Термостійкість вікон потрібна для першої температурної зони

$$R_0 = 0,5 \text{ (м}^2\text{°C)/W [8,9]}.$$

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

$$k = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{0,5} = 2k = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{0,5} = 2$$

Для першої температурної зони потрібна терmostійкість дверей
 $R_0 = 0,44 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ [8,9].

Коефіцієнт тепловіддачі вікна, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$:

$$k = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{0,44} = 2,27 \text{ k} = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{0,44} = 2,27$$

2.4 Підбір опалювальних приладів для системи опалення

Для опалення будинку використовується двотрубна система опалення з повітряною розводкою, яка підключається до модульної дахової котельні.

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

В даному проекті пропонується встановити сталеві панельні радіатори DELTA. Гарантія на радіатори DELTA становить 6 років за умови використання за призначенням. Термін служби не менше 10 років [4].

Основні технічні параметри радіаторів представлені в таблиці 2.2.

Переваги радіаторів DELTA:

- малий об'єм води сталевого панельного радіатора, швидкий нагрів і енергозбереження;
- сучасний дизайн і якісне оздоблення поверхні;
- компактність з підвищеною тепловіддачею;
- висока довговічність матеріалів;
- зручність і простота монтажу.

Загальні тепловтрати в будинку за теплотехнічними розрахунками склали 3,9 кВт.

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

Робочий тиск, МПа	до 0,87
Випробувальний тиск, МПа	до 1,3
Максимальна температура теплоносія, °С	до 110
Температура навколишнього повітря, °С	0-90
Загальна висота, мм	300, 400, 500, 600, 900
Міжосьова відстань, мм	245, 345, 445, 545, 845
Загальна довжина, мм	400-1200 (крок 100), 1200-3000 (крок 200)
Загальна вага, кг	27.2
Об'єм води, л	5.0
Коефіцієнт розливу, м ²	1,0·10 ⁻⁴
Коефіцієнт місцевого опору	2.5

Таблиця 2.3 – Характеристики радіаторів DELTA [4]

Тип радіатора	висота, мм	Довжина, мм	Загальна вага радіатора, кг	Об'єм води, л/секц
ДЕЛЬТА 22	500	600	15.8	3.2
	500	700	18.5	3.7
	500	800	21.1	4.2
	500	900	24.8	4.8
	500	1000	26.4	5.3
	500	1100	29,0	5.8
	500	1200	31.7	6.4
	500	1400	37,0	7.4

Для системи опалення 12-поверхового житлового будинку використовується дахова модульна котельня з 4 тепломодулями марки МН-120 фірми «Укрінтерм» по 120 кВт кожен [2].

Схема котельні передбачає підготовку теплоносія для опалення та підігрів води для гарячого водопостачання. Як паливо використовується природний газ. Вихідні дані:

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

Характеристика дахової котельні наведена в таблиці 2.4. [2]

Таблиця 2.4 – Характеристика дахової котельні

Ім'я	одиниці вимірювання	Величина
Монтаж нагрівальних модулів МН – 120	встановити	4
Встановлена теплова потужність нагрівальних модулів	кВт	480
Погодинна витрата палива	$\frac{м^3}{год}$	51.6
Річна витрата палива	$\frac{тис.м^3}{рік}$	535
Річна витрата умовного палива	тис. туп/рік	615
Річне теплопостачання	ГДж/рік	7774,8
Лічильник газу РГК – 250 – Ех	ПК	1
Аналізатор димових газів Дельта – 65	ПК	1
Детектор газу "Лелека"	ПК	1

Нагрівальні модулі МН-120 складаються з окремих елементів, які є проточними водонагрівачами, до складу яких входять газові пальники з електронним розпалом, теплообмінники для підігріву теплоносія, циркуляційні насоси, запірні та регулююча арматура.

Для регулювання температури теплоносія в системі опалення проектом передбачені модулі терморегуляторів ARD-65, які оснащені циркуляційним насосом TPD65/240 і терморегуляторами з триходовим краном з електроприводом.

Для підігріву гарячої води проектом передбачені водогрійні модулі МГВ-2П, оснащені циркуляційним насосом першого контуру UPS50/180 і циркуляційним насосом системи гарячого водопостачання UPS50/180 і терморегулятором з триходовим клапаном з електроприводом. Характеристики теплового модуля МН-120 (за даними виробника) наведені в таблиці 2.5 [2].

Таблиця 2.5 – Характеристики теплового модуля МН – 120 [2]

Ім'я	одиниці вимірювання	Величина
Номінальна теплова потужність	кВт	120
Номінальна теплова потужність	кВт	108
Номінальний тиск газу	за	1274
Максимальна витрата газу при $t=20^{\circ}\text{C}$, $R_{atm}=760$ мм рт.ст	$\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	12.9
Коефіцієнт корисної дії, не менше	%	90
Робочий тиск теплоносія, не менше	МПа	0,6
Максимальна температура теплоносія, не більше	З	95
Діапазон регулювання температури на виході з модуля, не менше	З	50-95
Температура продуктів згоряння на виході з модуля, не менше	З	110
Електроенергії, не більше	В	500
Маса модуля	кг	170
Питома витрата газу	$\frac{\text{м}^3}{\text{МВт}}$	119.5

2.5 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення

Системи опалення являють собою розгалужену мережу теплових труб, які виконують важливу функцію - розподіл теплоносія між опалювальними приладами.

Метою гідравлічного розрахунку є визначення економічних діаметрів труб опалення при заданих теплових навантаженнях і встановленому для даної системи розрахунковому тиску циркуляції.

Розрахунок трубопроводів проводиться, коли визначаються тепловтрати приміщень, вибираються і розміщуються опалювальні прилади, а також складається схема теплопроводів в аксонометрії.

Гідравлічний розрахунок системи опалення складається з трьох етапів:

А. поділ системи на секції та прийняття діаметрів трубопроводів у цих ділянках;

В. таблиці визначають швидкість руху теплоносія в заданій зоні, питомі втрати тиску і втрати тиску на місцевих опорах, які визначають загальні втрати тиску в системі;

С проведена перевірка: якщо запас тиску не перевищує 10%, то діаметри трубопроводів підібрані правильно, в іншому випадку проводиться перерахунок.

Перший етап.

Розбиваємо систему на окремі секції і визначаємо витрату теплоносія для кожної секції. Витрата теплоносія кожної секції наноситься на аксонометричну діаграму.

Друга фаза.

За витратою води визначаємо діаметр трубопроводів, питомі витрати тиску тертя на 1 м і швидкість руху води в трубопроводі, які заносимо в таблицю гідравлічного розрахунку.

Третій етап.

Підсумувавши втрати тиску в системі, порівнюємо їх з розрахунковими.

2.6 Система гарячого водопостачання

Для системи гарячого водопостачання використовуються установки підготовки гарячої води, які знаходяться в кожній квартирі.

УГВНС повинні відповідати певним технологічним, санітарно-гігієнічним, техніко-економічним, архітектурно-будівельним вимогам.

У цьому проекті пропонується встановити стінові установки УГВНС фірми «Укрінтерм». УГВНС мають гарантію 3 роки з урахуванням використання за призначенням. Термін служби не менше 10 років [1].

Основні технічні характеристики УГВНС наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Основні технічні параметри УГВНС [1]

Ім'я	Величина
Номінальна теплова потужність, кВт	90
Витрата гарячої води, л/хв	тридцять
Максимальна температура нагрітої води °С	60
Температура навколишнього повітря, °С	0-90
Максимальний тиск води, МПа	1
Напруга живлення, В/Гц	220/50
Максимальна електрична потужність, кВт	0,34
Максимальний струм, А	1.38
Габаритні розміри, мм	365x710x928
Вага, кг	тридцять

Установки приготування гарячої води УГВП виконують такі основні функції: підготовка гарячої води в необхідній для споживання кількості.

У конструкції теплового центру використовується паяний пластинчастий теплообмінник від Альфа Лаваль.

Установка теплоцентралу UGVns 90 оснащена насосами Grundfos – насос першого контуру UPS 25-80, насос другого контуру UPS 25-40.

Для секції №1

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

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

$$H = i l (1 + K_l) [м],$$

де i – питомі втрати тиску, прийняті за номограмою або таблицею [12, додаток 6];

l – довжина ділянки м;

K_l – коефіцієнт, що враховує втрати тиску в місцевих опорах, значення якого необхідно прийняти:

- 0,3 – у мережах господарсько-питного водопроводу житлових і громадських будівель;
- 0,2 – у мережах комплексного господарсько-технічного та протипожежного водопроводу житлових і громадських будівель, а також у мережах господарсько-побутового водопроводу;
- 0,15 – у мережах комплексного продуктивного протипожежного водопостачання;
- 0,1 – у мережах протипожежного водопостачання.

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

Для секції №1

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

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

$$H = i l (1 + K_l)$$

де i – питома втрата тиску, прийнята за номограмою або таблицею [6];

l – довжина ділянки м;

K_l – коефіцієнт, що враховує втрати тиску в місцевих опорах, значення якого необхідно прийняти [11]:

- 0,2 – для живильних і циркуляційних розподільних трубопроводів;

- 0,5 – для трубопроводів у межах теплових пунктів, а також трубопроводів водорозподільних стелажів з рушникосушками;

- 0,1 – для трубопроводів водопровідних стояків без полотенцесушителей і циркуляційних стояків.

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

Циркуляційний потік гарячої води q^{cir} , необхідно визначати за формулою [11], л/с

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

Де $\sum Q^{ht}$ – сумарні тепловтрати підвідними трубопроводами системи гарячого водопостачання, кВт;

Δt – різниця температур у підвідних трубопроводах системи від водонагрівача до найвіддаленішої точки водорозбору, °С;

β – коефіцієнт дерегуляції обігу.

Для цієї системи ми приймаємо $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ і $\beta = 1$.

Для секції №1

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

Дані розрахунку заносимо в таблицю 2.7.

Втрати тепла по ділянці трубопроводу Q^{ht} визначається за формулою W

$$Q^{ht} = ql,$$

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

l – довжина ділянки трубопроводу, м.

Для секції №1

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

У довжину підставки для води повинна входити довжина полотенцесушителя. Значення q в залежності від умов укладання наведені в [12, Додаток 7].

Дані розрахунку заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок втрат тепла та витрат на циркуляцію

Розділи	Номер ділянки	Довжина L, м	Діаметр d, мм	Втрата тепла			q^{cir} , $\frac{л}{с}$	K_{cir}
				q , $\frac{Вт}{м}$	Q^{ht} , В	ΣQ^{ht} , В		
				5	6	7		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.1	1	1	15	13.5	13.5	13.5	0,321429	0
	2	13.85	15	13.5	186,98	200,475	4,773214	0
	3	6	15	13.5	81	281,475	6,701786	0
	4	9.3	15	13.5	125,55	407,025	9,691071	0
	5	4	15	13.5	54	461,025	10,97679	0
1.2	1	1	15	13.5	13.5	13.5	0,321429	0
	2	6	15	13.5	81	94.5	2.25	0
	3	13.85	15	13.5	186,98	281,475	6,701786	0
	4	10.52	15	13.5	142.02	423,495	10,08321	0
2.1	1	1	15	13.5	13.5	13.5	0,321429	0
	2	2.5	15	13.5	33,75	47.25	1,125	0
	3	1	15	13.5	13.5	60,75	1,446429	0
	4	10.5	15	13.5	141,75	202.5	4,821429	0
	5	6.2	15	13.5	83.7	286.2	6,814286	0
	6	2	15	13.5	27	313.2	7,457143	0
2.2	1	1	15	13.5	13.5	13.5	0,321429	0
	2	5.5	15	13.5	74,25	87,75	2,089286	0
	3	3	15	13.5	40.5	128,25	3,053571	0
	4	6.2	15	13.5	83.7	211,95	5,046429	0
	5	2	15	13.5	27	238,95	5,689286	0
2.3	1	1	15	13.5	13.5	13.5	0,321429	0
	2	2.5	15	13.5	33,75	47.25	1,125	0
	3	1	15	13.5	13.5	60,75	1,446429	0
	4	10.5	15	13.5	141,75	202.5	4,821429	0
	5	6.2	15	13.5	83.7	286.2	6,814286	0
	6	2	15	13.5	27	313.2	7,457143	0
2.4	1	1	15	13.5	13.5	13.5	0,321429	0
	2	6.2	15	13.5	83.7	97.2	2,314286	0
	3	3	15	13.5	40.5	137.7	3,278571	0
	4	10.7	15	13.5	144,45	282,15	6,717857	0
	5	1	15	13.5	13.5	295,65	7,039286	0
	6	2.5	15	13.5	33,75	329.4	7,842857	0
	7	2	15	13.5	27	356.4	8,485714	0

В цьому розділі за результатами теплотехнічних розрахунків визначено загальні тепловтрати будинку 386,89 кВт, а також обрані опалювальні прилади для системи опалення дев'ятиповерхового житлового будинку м. Дніпра. Обігрівачі та розводка системи опалення показані на типових

поверхах будинку. На основі розроблених аксонометричних схем та результатів моделювання гідравлічного режиму системи опалення обрано діаметри трубопроводів та розраховано загальну витрату тиску в системі опалення, яка склала 371,3 кПа.

У цій главі були визначені розрахункові витрати холодної та гарячої води для кожної ділянки трубопроводу. Визначено розрахункову витрату теплових потоків на потреби гарячого водопостачання 11820,4 кВт. Трубопроводи системи гарячого водопостачання прокладаються по типових поверхах будинку. На основі розроблених аксонометричних схем та результатів моделювання гідравлічного режиму систем холодного та гарячого водопостачання підбрано діаметри трубопроводів та розраховано втрати тиску на ділянках. Загальні втрати тиску для холодного водопостачання склали 90,824 м. Загальні втрати напору для гарячого водопостачання склали: по ділянці 1.1 – 24 м; 1,2 – 22,6 м; 2,1 – 16,2 м; 2,2 – 11,1 м; 2,3 – 16,2 м; 2,4 – 21,1 м. Також для кожної ділянки розраховано тепловтрати та циркуляційні витрати в живильних трубопроводах системи гарячого водопостачання.

2.7 Основна робота системи опалення

Проектом передбачено експлуатацію та налагодження системи опалення дев'ятиповерхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями. В будинку індивідуальне опалення за допомогою дахової модульної котельні.

Конструкція зовнішніх стін: штукатурка вапняно-піщаною сумішшю – 0,015 м; цегла керамзитобетонна – 0,19 м; плити екструдованого пінополістиролу – 0,073 м; цегла керамзитобетонна – 0,19 м; гіпсокартонні листи обшивки – 0,020 м.

Системи внутрішнього водяного опалення виготовляються із сталевих двотрубних труб діаметрами 15мм, 20мм, 32мм, 40мм, 50мм, 70мм в плитусному виконанні з горизонтальною розводкою.

Система опалення будинку складається з:

- A. опалювальні прилади – сталеві радіатори «ДЕЛЬТА» тип 22РККР;
- B. У кожній квартирі встановлений датчик температури;
- C. мережа трубопроводів;
- D. регулюючі пристрої;
- E. опалення від дахової модульної котельні.

Опалювальні прилади розміщують під вікнами; відстані до стін і підвіконь визначаються конструкцією приладів.

Запроектована система опалення призначена для забезпечення нормованих температур у житловому будинку та їх підтримки незалежно від зміни температури зовнішнього повітря.

Поквартирна двотрубна система опалення проводиться за допомогою модульної дахової котельні. Котельня знаходиться на даху, в середині будинку. У котельні повинен бути забезпечений вільний доступ до обладнання та арматури. Всі манометри повинні бути встановлені на одній висоті, щоб їх показання було видно з підлоги. Модулі кріпляться за допомогою анкерних болтів на заздалегідь спроектовані бетонні основи.

Трубопроводи системи опалення - подача і обратка, виходять з модулів і закріплюються за допомогою хомутів на спеціальних опорах, закріплених анкерними болтами. Хомути використовують болти для надійного кріплення трубопроводів.

Трубопроводи в котельні утеплені пінополіетиленом фірми THERMAFLEX для захисту теплоносія від замерзання. Подальша розводка ізольованих трубопроводів здійснюється по даху будинку, з'єднуючи 8 стояків. Система опалення квартирна, тому в кожній з квартир передбачений стояк. Стояк оснащений арматурою для автоматичного регулювання перепаду тиску, яка разом з трубопроводами закрита в «коробку» з

установкою оглядового люка з листової сталі і замка, що полегшує доступ до арматури стійки. Прокладка трубопроводів в квартирі відбувається в плінтусній системі, яка являє собою спеціальний плінтус - ПВХ профіль, комплект нижніх підключень SL/VK1 для радіаторів, кріплення для трубопроводів, з послідовним підключенням радіаторів від DELTA тип 22 РКР, До радіаторів підключаються подаючі і зворотні трубопроводи, а також встановлюється терморегулятор для регулювання температури в приміщенні.

Робота систем опалення повинна забезпечувати дотримання нормативних температурно-вологісних параметрів повітряного середовища для споживачів.

Види робіт по системі опалення: промивка системи проводиться після закінчення опалювального періоду, а також після монтажу капітального ремонту та технічного обслуговування із заміною труб.

Системи промивають водою в обсязі, що перевищує розрахункову витрату теплоносія 3-5 разів на рік після опалювального періоду і досягають повного освітлення води.

Для захисту від внутрішньої корозії системи необхідно постійно заповнювати хімічно очищеною водою або конденсатом.

Випробування обладнання системи на міцність і щільність проводяться щорічно після закінчення опалювального періоду для виявлення дефектів, а також перед початком опалювального періоду після закінчення ремонту.

Поточний ремонт систем проводиться не рідше одного разу на рік, як правило, влітку і закінчується не пізніше ніж за 15 днів до початку опалювального сезону.

При експлуатації систем опалення забезпечується:

- рівномірний нагрів всіх опалювальних приладів;
- заливання верхніх точок системи;

- не перевищення допустимого тиску води в системі для опалювальних приладів;
- підтримання розрахункового коефіцієнта змішування на елеваторній установці або насосно-змішувальному обладнанні;
- повна концентрація пари, що надходить в нагрівальні прилади, виключаючи його проходження;
- повернення конденсату з системи.

Для досягнення цих цілей необхідно виконати такі експлуатаційні вимоги:

- тиск у зворотному трубопроводі для водопровідної системи встановлюється вище статичного не менше ніж на 0,05 МПа (0,5 кгс/см²), але не більше гранично допустимого тиску для найменш міцного елемента системи;
- у водопровідних системах при температурі вище 1000С тиск у верхніх точках системи повинен бути вище розрахункового не менше ніж на 0,05 МПа для запобігання закипання води при розрахунковій температурі теплоносія;
- автономні системи водяного опалення заправляються і підживлюються пом'якшеною, деаерованою водою з теплових мереж;
- максимальна температура поверхні опалювальних приладів повинна відповідати призначенню опалювального приміщення та встановленим санітарним нормам і правилам.

Під час експлуатації систем опалення персонал повинен виконувати такі роботи:

- оглядати приховані від постійного спостереження елементи систем не рідше одного разу на місяць;
- оглядати найбільш відповідальні елементи системи (насоси, арматуру тощо) не рідше одного разу на тиждень;
- періодично видаляти повітря з системи опалення відповідно до інструкції з експлуатації;

- не рідше одного разу на тиждень очищати зовнішню поверхню опалювальних приладів від пилу та бруду;
- промивні фільтри та грязеуловлювачі. Терміни промивання грязьових ковшів встановлюють залежно від ступеня забруднення, що визначається різницею показань манометра до і після грязьових ковшів [46].

Пускові випробування проводяться після встановлення нових систем або капітального ремонту. Вони призначені для визначення придатності системи до експлуатації. Під час роботи в трубах відкладається шлам. Допустима варіація різних характеристик системи періодично перевіряється тестами продуктивності. Всі види тестування проводяться за спеціальною програмою, яка враховує всі дослідження.

Введення в експлуатацію систем теплопостачання здійснюється пусковою бригадою згідно з програмою, складеною головою приймальної комісії. Програма містить схему запуску з описом планів запуску та розміщення робітників. За основу пускової схеми береться виконавча схема встановленої системи опалення. План пуску вказує послідовність операцій і тривалість витримки тиску в різні періоди. Пуск системи складається з операцій заповнення, промивання, прогріву та тестування.

Пуск системи починається з заповнення водою по зворотному трубопроводу. Відповідно, на зворотному трубопроводі закриваються всі зливні крани і крани на відводах. Після заповнення всієї площі проводиться витримка 2-3 години для остаточного видалення накопиченого повітря. У теплу пору року систему заповнюють холодною водою. При температурі зовнішнього повітря нижче $+10^{\circ}\text{C}$ рекомендується нагрівати воду до 50°C [10].

Наступним кроком є гідравлічна промивка системи опалення для видалення бруду та шламу. Одночасно заповніть систему водою з водопроводу, а потім за допомогою шланга швидко спустіть її в каналізацію через спеціальний штуцер внизу опалювальної системи. При заповненні системи водою випускайте повітря з системи через повітрозвідні клапани,

поки з них не з'явиться струмінь води. Під час тестування системи опалення головна мета — запустити якомога більше приладів і прогріти більше кімнат. Тому всі дрібні дефекти (протікання, свищі і тріщини в трубах) необхідно усувати простими тимчасовими заходами: обмотуванням ізоляційною стрічкою, установкою гумових хомутів, прокладки тощо, фіксуючи таким чином місця зупинки потоків.

Після зовнішнього огляду, перед початком фарбування, теплоізоляції та інших робіт, систему опалення слід перевірити на міцність і герметичність. Щоб візуально виявити ділянки з дефектами, перевірте кожен систему окремо, а потім перевірте всю систему в цілому.

Для виявлення дефектів, викликаних температурним розширенням, перед випробуванням систему заповнюють водою, нагрівають до розрахункової температури протягом 24 годин, потім охолоджують. Після цього відключіть систему від трубопроводу.

Гідравлічними випробуваннями визначають щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробувати систему водяного опалення гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий ($P = 0,75$ МПа), але не менше 0,2 МПа в нижній точці системи опалення.

Виконати гідравлічне випробування системи опалення в два етапи: 1 етап 30 хв. двічі підвищувати тиск до розрахункового значення кожні 10 хвилин. Наступні 30 хв. Перепад тиску в системі не повинен перевищувати 0,06 МПа. 2 етап – протягом наступних 2 годин перепад тиску (від досягнутого на 1 етапі) не повинен перевищувати 0,02 МПа.

Якщо під час перевірки системи опалення виявлено витік, осушіть систему та усуньте дефекти, а потім повторіть гідравлічне випробування. Після гідравлічного випробування злити водопровідну воду в системі опалення в каналізацію.

Визначити ефективність системи опалення після семигодинної безперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі при температурі не менше 50°C і робочий тиск.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплові випробування. Введена в експлуатацію система опалення повинна прогрітися протягом 24 годин, після чого провести її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В результаті огляду визначити рівномірний нагрів усіх нагрівальних приладів; перевірте розрахункові температури теплоносія і повітря в приміщеннях, переконайтеся, що система безшумна і немає течії в з'єднаннях.

Завдання установки - забезпечити безперебійне опалення при будь-якому режимі навантаження і встановити максимальну відповідність між виробництвом тепла і його використанням. Узгоджене навантаження всіх частин системи опалення досягається регулюванням.

Налаштування можна проводити після установки системи або ремонту існуючої; це налаштування називається запуском. Під час роботи налаштування використовується для покращення моделей споживання тепла.

Пускова налагодження необхідна для забезпечення розрахункового розподілу теплоносія і економної роботи радіаторів. Досвід експлуатації показує, що розрахункове споживання тепла не завжди збігається з фактичною потребою.

Налагоджувальні роботи проводяться в три етапи:

А. діагностувати та випробувати систему тепlopостачання з розробкою заходів щодо забезпечення ефективності її функціонування;

б. реалізувати розроблену діяльність;

Г. виконати налаштування системи.

Виконаємо розрахунки для побудови графіка температури води в подавальному та зворотному трубопроводах системи опалення з індивідуальним якісним режимом регулювання. У цьому випадку

розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{c,i} = -22^{\circ}\text{C}$ температура в підвідному трубопроводі системи опалення $\tau_{03} = 90^{\circ}\text{C}$, температура води в зворотному трубопроводі системи $\tau_{02} = 70^{\circ}\text{C}$, внутрішня та розрахункова температура в приміщеннях дорівнює $t_{\dot{a}} = t_{\dot{a},\delta} = 21^{\circ}\text{C}$.

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

$$\Theta = \tau_{03} - \tau_{02},$$

$$\Delta t_0 = 0,5(\tau_{03} - \tau_{02}) - t_{\dot{a},\delta},$$

Де τ_{03} і τ_{02} температуру води в подаючій і зворотній трубах системи опалення

$t_{\dot{a},\delta}$ – внутрішня розрахункова температура приміщення.

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

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

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

$$\tau_{03} = t_{\dot{a},\delta} + \Delta t_0 \cdot Q_0^{0,8} + 0,5 \cdot \Theta \cdot Q_0,$$

Де Q_0 – відносне теплове навантаження системи опалення.

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

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

$$\tau_{02} = t_{\dot{a},\dot{\delta}} + \Delta t_0 \cdot Q_0^{0,8} - 0,5 \cdot \Theta \cdot Q_0,$$

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

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

$$t_{\dot{\zeta}} = t_{\dot{a},\dot{\delta}} - (t_{\dot{a},\dot{\delta}} - t_{\dot{\zeta},\dot{\delta}}) \cdot Q_0,$$

$$t_{\dot{\zeta}} = 21 - 43 \cdot Q_0.$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок параметрів теплоносія

Q_0	$t_3, ^\circ\text{C}$	$\tau_{02}, ^\circ\text{C}$	$\tau_{03}, ^\circ\text{C}$
0	21	21	21
0,2	12,4	35,3	39,3
0,4	3,8	45,3	53,3
0,6	-4,8	54,2	66,2
0,8	-13,4	62,4	78,4
1	-22	70	90

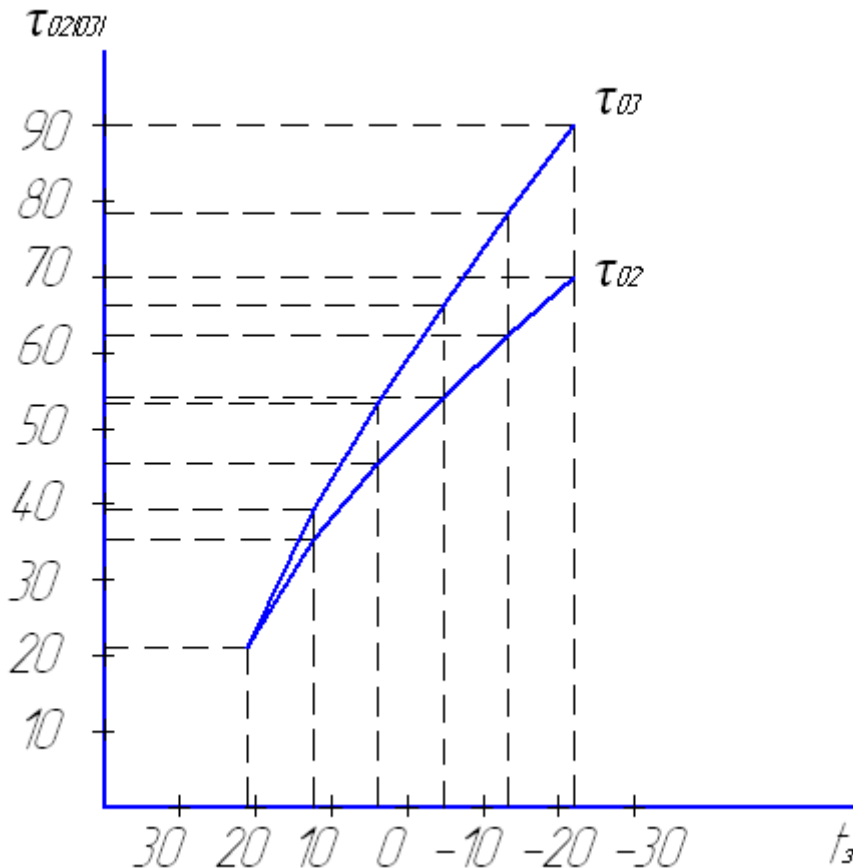


Рисунок 2.4 – Графік зміни температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах

Систему опалення в 12-поверховому житловому будинку обслуговує бригада ремонтників у складі не менше двох осіб у закріплених за ними квартирах.

Обсяг обслуговування системи включає:

- утримання в справному стані всього обладнання, будівель та інших споруд теплових мереж шляхом їх своєчасного огляду та ремонту;
- контроль за роботою арматури та інших елементів обладнання з усуненням несправностей;
- своєчасне відновлення пошкодженої ізоляції;
- усунення гідравлічних витрат, що перевищують стандартні мережі, шляхом регулярного промивання та очищення трубопроводів;

- вжиття заходів щодо запобігання, локалізації та ліквідації несправностей і аварій в мережі.

Система сканується раз на місяць. При обході виконати наступні роботи: перевірити затяжку болтів усіх фланцевих з'єднань, змастити штоки клапанів, видалити повітря з мережі.

Надійність – комплексна властивість, яка залежить від призначення об'єкта, його специфіки та умов експлуатації; це може бути надійність, довговічність, ремонтпридатність, безпека або певна комбінація цих властивостей - як для всього об'єкта, так і для його частин.

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

- A. середній час напрацювання обладнання на відмову;
- B. середній повний термін служби – 10 років;
- C. оцінка відповідності показника надійності, середньої напрацювання, устаткування на відмову повинна проводитися на етапі приймання, випробувань, експериментально згідно з ГОСТ 27.410;
- D. термін служби повинен бути встановлений для всіх виробів.

Гарантійні терміни експлуатації основного обладнання системи опалення:

- сталеві труби – 10-15 років;
- сталеві радіатори «DELTA» – 10 років;
- прилади контролю – більше 20 років;
- модулі котельні – більше 17 років;
- прилади контролю та обліку – більше 12 років.

Середній термін служби: $(10+10+20+17+12)/5=14$ років.

Для опалення житлового будинку використовується дахова модульна котельня з 4 тепломодулями марки МН-120 фірми «Укрінтерм» по 120 кВт кожен. Встановлені нагрівальні модулі МН-120 оснащені автоматичним захистом і регулюванням.

Поквартирна система опалення передбачає встановлення терморегуляторів на кожному опалювальному приладі, щоб мати можливість регулювати температуру в приміщенні. Для балансування системи опалення на кожному стояку перед входом в квартиру встановлюється балансувальний вентиль з автоматичним регулятором перепаду тиску.

Лічильник холодної води типу ВТГ – 50. Технічні характеристики:

Номінальний діаметр, мм – 50.

Витрата води, м³/год:

- Q_{\min} – мінімум – 2,4;
- $Q_{\text{ном}}$ – номінальний – 15;
- Q_{max} – максимум – 30.

Поріг чутливості, м³/год – 1,0.

Габаритні розміри, мм:

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

Балансувальний клапан АСВ-М призначений в основному для підключення імпульсної трубки балансувального клапана до підвідного стояка. Клапани АСВ-П і АСВ-М також дозволяють від'єднати стояк від розподільних ліній і злити з нього воду через зливний кран, встановлений на корпусі АСВ-П. АСВ-П і АСВ-М можуть бути додатково оснащені вимірювальними ніпелями для визначення фактичної витрати теплоносія в стояках системи опалення і регульованого перепаду тиску. Ніпелі встановлюються на вентилі замість заглушок на їх корпусі при відсутності води в системі, а також на зливний кран.

Технічні характеристики [20]:

Максимальний робочий тиск – 10 бар

Випробуваний тиск: 16 бар

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

Максимальна температура теплоносія – 120⁰С

Матеріал деталей, що контактують з водою:

- корпус клапана, шпindel, конус тощо – латунь
- Діафрагма та ущільнювальне кільце – синтетичний каучук EPDM
- пружина – нержавіюча сталь.

Даний проект передбачає експлуатацію та налагодження системи водопостачання дев'ятиповерхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями. Гаряче водопостачання в будинку проектується за допомогою установок підготовки гарячої води УГВНС.

Конструкція зовнішніх стін: штукатурка вапняно-піщаною сумішшю – 0,015 м; цегла керамзитобетонна – 0,19 м; плити екструдованого пінополістиролу – 0,073 м; цегла керамзитобетонна – 0,19 м; гіпсокартонні листи обшивки – 0,020 м.

Внутрішні системи холодного водопостачання виконані з використанням сталевих труб ди20мм, ди25мм, ди32мм, ди40мм в конструкції перекриття, попередньо ізольовані. Внутрішні системи гарячого водопостачання виконані з поліетиленових труб RAUTITAN dy15 мм [6].

Система водопостачання будинку складається з:

- A. установки приготування гарячої води УГВНС фірми «Укрінтерм»[1];
- B. мережа трубопроводів гарячої та холодної води;
- C. регулюючі пристрої.

УГВНС розташовуються на кухні біля стін; відстані до стін визначаються конструкцією приладів.

Основними завданнями правильної експлуатації водопроводу є:

- забезпечення якості води відповідно до вимог ГОСТ 28-74-82 і ТУ для очищення місцевих стічних вод;
- забезпечення надійності та безперебійної експлуатації будівель із заданим технологічним режимом їх експлуатації;
- якнайшвидше усунення аварій і пошкоджень та вивчення причин їх виникнення з метою запобігання їм у майбутньому;

- своєчасне та якісне виконання поточних та капітальних ремонтів у порядку та у строки, встановлені чинною інструкцією з планово-попереджувального ремонту;
- боротьба з витоками, втратами та нераціональним використанням води;
- забезпечення високої рентабельності роботи

Після виконання всіх монтажних робіт система перевіряється на справність і герметичність водопровідної та запірної арматури, промивного та іншого обладнання. Випробування на герметичність проводяться перед ущільненням трубопроводів у стінах (для прихованого монтажу), утепленням і фарбуванням. Трубопроводи випробовують гідравлічно за ГОСТ 3845-82 тиском, що перевищує робочий на 0,5 МПа, але не більше 1 МПа протягом 10 хвилин; При цьому допускається зниження тиску не більш ніж на 0,1 МПа [46].

Проектована система водопостачання призначена для забезпечення холодної та гарячої води в житловому будинку та підтримки необхідної температури гарячої води в кожній квартирі незалежно від інших.

Гаряче водопостачання здійснюється за допомогою установок підготовки гарячої води, які знаходяться в кожній квартирі. УГВНС навішуються за допомогою кронштейнів.

Сталеві трубопроводи холодного водопостачання забезпечені пінополіетиленовою ізоляцією фірми THERMAFLEX. Водопровідна мережа будинку прийнята з нижньою розводкою. Магістральну лінію прокладають на 0,5 м нижче перекриття підвалу з ухилом 0,02 у бік введення.

Стояки підключаються до магістралі. Стояки встановлюються в санітарних кабінах на вході. Від стелажів до водопровідної арматури передбачена прокладка труб.

Підключення до сантехнічних приладів прокладають на висоті 0,3 м від підлоги і приєднують до водопровідної арматури вертикальними трубопроводами.

Для регулювання потоків води встановлюються кульові крани.

Технічне обслуговування систем водопостачання для забезпечення безперебійної та надійної роботи всіх споруд з високими техніко-економічними та якісними показниками з урахуванням вимог охорони водних об'єктів від забруднення стічними водами та раціонального використання водних ресурсів.

З метою своєчасного виявлення можливих пошкоджень та інших недоліків у мережах чи конструкціях ІМС їх власник повинен проводити відповідні технічні огляди.

Результати цих оглядів і профілактичних робіт фіксуються в установленому законодавством порядку (складаються дефектні відомості), розробляється проектно-кошторисна документація, проводяться поточні та капітальні ремонти.

Технічна експлуатація мереж і споруд ВК може здійснюватися як власником мереж і споруд ВК (його окремими підрозділами), так і іншими організаціями за цивільно-правовими договорами про експлуатаційне обслуговування. З метою попередження аварій та перебоїв у наданні послуг з водопостачання та водовідведення рекомендується укладати договори на технічне обслуговування зі спеціалізованим підприємством водопостачання та водовідведення.

Роботи з усіх видів ремонту мереж і споруд ВК можуть виконуватися підрядними будівельно-монтажними, ремонтно-будівельними організаціями, підприємствами-виробниками обладнання або підрозділами підприємства-замовника (власника мережі або споруди ВК), якщо вони мають устаткування, досвід роботи та ліцензії на виконання цих робіт. Для якісного проведення поточного та капітального ремонту рекомендується укласти відповідні договори зі спеціалізованим підприємством водопостачання та водовідведення.

Водопровідні вводи підприємств, відомчих, житлових будинків громадян, а також пристрої та пристрої на них, у тому числі колодязі, запірні

арматура, водоміри, витратоміри та інші прилади обліку (далі - водоміри), стабілізатори тиску. і обмежувачі вартості, якими володіє та керує абонент.

Трубопроводи, прокладені вздовж стін всередині будинків, у технічних підвалах і технічних каналах, прилади та прилади належать абоненту і ним експлуатуються.

Водопроводи, які проходять під землею і підключаються до внутрішньобудинкової мережі, повинні перебувати на балансі абонента, який відповідає за їх технічну справність. Спеціалізоване підприємство водопостачання та водовідведення може надати абоненту за його рахунок матеріально-технічну допомогу в ліквідації аварій.

Ступінь надійності залежить від складності інженерної системи і від надійності кожного елемента, що входить до складу цієї системи.

Визначення терміну служби деталей конструкції.

Ця система складається з вузлів підготовки гарячої води УГВНС, сталевих трубопроводів, поліетиленових трубопроводів, болтів, гайок, гумових прокладок. Відповідна якість кожного елемента забезпечує тривалу роботу. Поліетиленові труби не піддаються корозії і не забиваються від просідання.

Гарантійні терміни експлуатації основного обладнання системи водопостачання:

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

Середній термін служби: $(10+50+10+12)/4=20,5$ років.

Цей термін визначає надійний термін служби системи.

Визначення технічного стану водопроводу, що експлуатується 2 роки.

Таблиця 2.9 – Оцінка щільності теплової мережі

Випадки витоку на 10 м теплової мережі	Рейтинг, бали A1	Обов'язковий перегляд ремонту
Витоку не було	5	_____

Таблиця 2.10 – Оцінка стану ізоляції

Стан ізоляційних покриттів	Оцінка, бали A2	Необхідний вид ремонту
Добрий	4	Ремонт окремих місць пошкодження ізоляції

Таблиця 2.11 – Оцінка стану системи водопостачання

Металевий стан	Оцінка, бали A3	Необхідний вид ремонту
Незначна корозія	5	Ремонт пошкоджених ділянок ізоляція миючими засобами корозії

Загальна оцінка технічного стану теплової мережі визначається за загальна кількість балів:

$$A = A1 + A2 + A3 = 5+4+5 = 14 \text{ балів}$$

Отже, за результатами оцінки надійності та довговічності системи даний водопровід знаходиться в задовільному стані та придатний до експлуатації.

2.8 Обґрунтування енергозбереження

У дипломній роботі розроблено ескізу пропозицію системи опалення та водопостачання 12-ти поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями. Є двотрубна система опалення води квартири від дахової

котельні. Ця система є економічною, тому що вона менш металомістка і найбільше підходить для житлових будинків.

Прокладка трубопроводів в квартирі відбувається в плінтусної системі. Викид повітря із системи здійснюється за допомогою дренажних кранів, встановлених на опалювальних приладах.

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

Конкретні параметри наведені в таблиці 2.12. Геометричні, теплові та енергетичні характеристики наведені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.12 – Характеристики конструкції

Найменування конструктивних параметрів	Позначення	одиниця вимірювання	Величина
Розрахункова температура повітря в приміщенні	t_e	°C	20
Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_z	°C	-22
Розрахункова температура теплового горища	t_{BG}	°C	-
Тривалість опалювального сезону	z	доба	189
Середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період	t_{OPZ}	°C	-1
Розрахункова кількість градусів - днів опалювального періоду	D_d	°C⊕доба	3750
Функціональне призначення, тип і конструкція будинку			
призначення		Будинок	
Проживання в корпусі		Вбудовані приміщення	
Типовий проект, індивідуальний		Індивідуальний проект	

Таблиця 2.13 – Геометричні, теплові та енергетичні характеристики

Назва індикатора	Позначення і розмір індикатора	Стандартне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1	2	3	4	5
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$F_{\odot}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	14158,324	14158,324
в тому числі:				
- стіни	$F_{НП}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	3731,88	3731,88
- вікна та балконні двері	$F_{СП}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	434,28	434,28
- вхідні двері	$F_{\partial}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	29.4	29.4
- покриття	$F_{ПК}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	8282,288	8282,288
- мансардні перекриття	$F_{ПКХ}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	876,876	876,876
- підлога на землі	$F_{Ц}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	1267,28	1267,28
Площа опалювальних приміщень	$F_{\text{н}}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	8282,288	8282,288
Площа житлових приміщень і кухонь	$F_{\text{ж}}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	7015.008	7015.008
Розрахункова площа (для громадських будівель)	$F_{\text{р}}, \text{м}^2$	<input type="checkbox"/>	1267,28	1267,28
Обсяг нагріву	$V_{\text{н}}$	<input type="checkbox"/>	24846,864	24846,864
Коефіцієнт скління фасадів будинків	$m_{СК}$	<input type="checkbox"/>	0,51	0,51
Показник компактності будинку	$\otimes_{\text{к.буд}}$	<input type="checkbox"/>	0,57	0,57

Продовження таблиці 2.13

Теплоенергетичні характеристики				
Теплові характеристики				
1	2	3	4	5
Знижений опір теплопередачі зовнішніх огорож - стіни - вікна та балконні двері - вхідні двері, ворота - покриття - мансардні перекриття - перекриття над технічними підвалами	$R_{\text{ТОЩО}}$, м ² ⊕К/В			
	R_{PRNT} ,	2.8	2.8	
	$R_{\text{ПРСІВ}}$,	0,5	0,5	
	R_{PRD} ,	0,44	0,44	
	$R_{\text{ППК}}$,	2.8	2.8	
	R_{PRGP} ,	3.3	3.3	
	R_{PRTSI} ,	3.5	3.5	
Енергетичні характеристики				
Розраховані питомі втрати тепла	q_{bud} , кВт⊕рік/м ² [кВт⊕рік/м ³]	51.1 [29.12]		
Гранично допустиме значення питомих тепловтрат на опалення	E_{max} , кВт⊕рік/м ² [кВт⊕рік/м ³]	79 [29]		
Клас енергоефективності		3		
Відповідність проекту будівлі нормативним вимогам		Поступливий		
Необхідність доопрацювання проекту будинку		Немає		

Для енергозбереження 12-поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями проведено теплотехнічний розрахунок загальних тепловтрат на 1 м^2 при повному фактичному тепловому опорі огорожувальних конструкцій. $R_{0n}^1=2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/W}$, а також перераховані тепловтрати будівлі на 1 м^2 при повному фактичному опорі огорожувальних конструкцій будівлі. $R_{0n}^2=3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/W}$

За результатами розрахунку при використанні сумарних фактичних теплових опорів огорожувальної конструкції $R_{0n}^1=2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ і $R_{0n}^2=3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ це:

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

Отже, за результатами розрахунку можна зробити висновок, що чим більше загальний фактичний опір огорожувальних конструкцій, тим менше тепловтрати в даному житловому будинку і тим менше газу витрачається на опалення будинку, а отже, він є енергозберігаючим. .

Зменшуючи споживання газу на опалення житла, зменшуються викиди шкідливих речовин від спалювання газу, що призводить до зменшення забруднення повітря.

У цьому розділі також розробляється енергетичний паспорт будинку. За результатами можна зробити висновок, що клас енергоефективності будинку – «С». Тому така розробка відповідає енергоефективності будинку.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Характеристика потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Розгляд та аналіз питань охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки під час роботи персоналу, поряд з тепловими установками, на них впливають небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори": небезпечний виробничий фактор - фактор навколишнього середовища і трудового процесу, який може спричинити гостре захворювання або раптове різке погіршення здоров'я або смерть. Шкідливий виробничий фактор - це виробничий фактор, вплив якого на працівника призводить до захворювань і зниження працездатності У цеху, в зоні експлуатації та обслуговування персоналу небезпечними і шкідливими виробничими факторами є:

А. фізичні фактори: виробничий шум; вібрація;

В. шум і вібрація виникають при роботі парогенератора, насосів, димососа і вентилятора.

С. травмуючі фактори: гаряча вода, пара високого тиску (проводи пари та гарячої води всередині котельні); обертові механізми (насоси, вентилятори, димососи); небезпека ураження електричним струмом (електродвигуни, електроосвітлювальні установки, пульти керування)

Д. хімічні фактори: небезпека можливого витоку газу (при появі свища в газопроводі або негерметичності з'єднань, арматури та обладнання); загазованість котельні димовими газами (через негерметичність футеровки);

Е. фактори трудового процесу (психофізіологічні фактори) важкість праці: навантаження на опорно-руховий апарат, серцево-судинну, дихальну та інші системи організму; інтенсивність праці, навантаження на центральну нервову систему, на органи чуття, емоційне, сенсорне навантаження

(позмінна робота, контроль за роботою обладнання, погодинні обходи, контроль і ведення технологічного процесу).

Вплив теплових навантажень на організм людини сприяє швидкій стомлюваності, ослабленню, зниженню опірності організму до захворювань, теплового удару, катаракти.

Висока температура поверхонь обладнання викликає опіки.

Підвищений рівень шуму на виробництві шкідливо впливає на людину: притупляє зір, порушує роботу серцево-судинної системи (підвищується внутрішньочерепний і артеріальний тиск, можливе ураження серцевого м'яза); діяльність центральної нервової системи (страждає кора головного мозку, сповільнюються психічні реакції, послаблюється увага); діяльність травної, кровоносної систем, слухового апарату. Втрата слуху може розвинутися значною мірою і в кінцевому підсумку призвести до повної втрати слуху. Вплив вібрації може призвести до пошкодження центральної нервової системи, органів чуття та опорно-рухового апарату.

Постійний вплив вібрації призводить до професійного захворювання – вібраційної хвороби. Вібрація і високий тиск дуже швидко зношують обладнання, в тому числі зношуються ущільнення на засувках ГВП і газопроводів, що призводить до свищів гарячої води і, як наслідок, можливості опіків, а також до витоку природного газу, що призводить до отруєння персоналу, а в кінцевому підсумку і до вибуху.

Машини, що обертаються, можуть травмувати персонал, який знаходиться поблизу.

Фізичні та нервово-психічні перевантаження призводять до помилок персоналу при експлуатації котлів.

Таблиця 3.1 – Оцінка факторів виробничого та трудового процесу

Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактична вартість	III клас: шкідливі та небезпечні умови			Тривалість дії факторів за зміну %
			I ступінь	II ступінь	III ступеня	
1. Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³						
1 клас небезпеки	-	-	-	-	-	-
2 клас небезпеки						
Клас небезпеки	-	-	-	-	-	-
3 (окис вуглецю)						
2. Пил, переважно фіброгенний, мг/м ³	20,0	2.6	-	-	-	90,8
3. Вібрація (загальна та локальна), дБ	4.0	2.0	1.2	-	-	15,0
4. Шум, дБА	50	37	-	-	-	20.83
5. Інфразвук, дБ						
6. УЗД, дБ	80	77	-	-	-	100
7. Теплове випромінювання (опромінена поверхня тіла 50% і більше), W/м ²	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	35	тридцять	-	-	-	25

3.2 Заходи щодо поліпшення умов праці

Цей пункт вирішує завдання зменшення впливу небезпечних шкідливих виробничих факторів.

Захист від теплового випромінювання: модульні котли, трубопроводи, обігрівачі є джерелом надлишкового тепла. З метою запобігання термічним ураженням температурні зовнішні поверхні технологічного обладнання або його огорожувальних конструкцій повинні бути теплоізоляційними.

В котельні є годинник та телефон для зв'язку з технічними службами та власником.

До котельні не допускаються особи, які не мають відношення до експлуатації котлів і котельні. У необхідних випадках сторонні особи можуть входити в котельню тільки з дозволу власника та в супроводі його представника.

Для управління роботою, забезпечення безпечних умов і проектних режимів роботи котли обладнані:

- пристрої захисту від підвищення тиску:
- запобіжний клапан, встановлений на барабані; два запобіжних клапана, встановлені на пароперегрівачі
- показчики рівня води;
- манометри
- прилади для вимірювання температури навколишнього середовища
- запірно-регулююча арматура;
- запобіжні пристрої;
- живильні прилади.

Захист від вібрації:

- використання дистанційного керування;
- поглинання вібрації;
- віброізоляція.
- якісний монтаж;
- проведення своєчасного ремонту.

Вібраційні ЗІЗ включають: використання рукавичок, віброзахисних накладок, спеціального взуття, килимів. Також необхідно дотримуватися оптимального режиму праці та відпочинку.

3.3 Виробнича санітарія

Заходи виробничої санітарії забезпечують раціональне проектування та використання систем опалення, освітлення та вентиляції та забезпечують оптимальні умови праці.

Оператори пульта виконують роботу з енерговитратами організму 100...150 ккал/год.

Це робота, яка виконується стоячи, сидячи або при ходьбі і не вимагає систематичних фізичних навантажень або підняття і перенесення важких предметів.

Метеорологічні умови (температура, вологість і швидкість повітря) з урахуванням категорії робіт наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Оптимальні значення параметрів метеорологічних умов

Кімната	Категорія робочого навантаження	Відносна вологість, %	Температура повітря, 0С		Швидкість повітря, м/с	
			Холодний період	Теплий період	Холодний період	Теплий період
ЩитКОНТ РОЛЬ	Легко	40-60	20-23	22-25	0,2	0,3

Для забезпечення нормалізованих параметрів мікроклімату передбачена система вентиляції та опалення.

Опалення котельні не передбачено, оскільки необхідні температури повітря підтримуються за рахунок наявного надлишку тепла під час роботи котельні.

У котельні використовується природна вентиляція з відведенням повітря з верхньої зони за рахунок витоків повітря в газоповітряний тракт котлоагрегату.

Пульт управління забезпечується штучною припливною вентиляцією з подачею повітря та очищенням повітря від пилу.

При освітленні виробничих приміщень використовується природне освітлення, штучне і комбіноване, при якому природне освітлення доповнюється штучним. У виробничих приміщеннях природне освітлення бокове, одностороннє. Штучне освітлення здійснюється газорозрядними лампами і лампами розжарювання. Також передбачено аварійне та евакуаційне освітлення.

Аварійне освітлення виробляється для продовження роботи у випадках, коли раптове відключення робочого освітлення не дозволяє нормально підтримувати обладнання. Мінімальна освітленість робочих поверхонь, що потребують обслуговування в аварійному режимі, повинна становити 5% загальної освітленості, але не менше 2 лк всередині будівлі і не менше 1 лк на території. Для аварійного та евакуаційного освітлення використовують лампи розжарювання.

Обов'язковому встановленню аварійного освітлення підлягають такі місця: 1) перед котельними модулями; 2) щит і пульт управління; 3) водопоказучі та вимірювальні прилади; 4) водоочисне обладнання; 5) майданчики та сходи.

Евакуаційне освітлення передбачається для евакуації людей із приміщень у разі аварійного відключення робочого освітлення, у небезпечних для проходу людей місцях: уздовж основних проходів приміщень, у проходах між котлами.

Евакуаційне освітлення повинно забезпечувати найменшу освітленість у приміщеннях на підлозі головних проходів і на рівнях не менше 0,5 лк, а на відкритих майданчиках - не менше 0,2 лк. Вхідні двері повинні бути позначені світловими покажчиками. У неробочий час, що збігається з настанням темряви, необхідно передбачити охоронне освітлення. За відсутності спеціальних технічних засобів безпеки вона повинна становити 0,5 лк.

3.4 Електробезпека

Блочні трансформатори і трансформатори власних потреб розміщуються уздовж передньої стінки котельні. В котельні знаходиться наступне обладнання: електроспоживачі на напругу 380/220В, що живляться від мережі з глухозаземленою нейтраллю (двигуни насосів, вентиляторів, димососів, засувки та ін.). За небезпекою електротравматизму котельня

відноситься до 3 категорії приміщень («особливо небезпечних»), оскільки існує два фактори небезпеки: струмопровідна підлога і можливість одночасного контакту з корпусом електроспоживачів і металу. конструкції, що контактують із землею. Усе електрообладнання, апаратура, кабелі та проводи, розподільні пристрої всіх типів і напруг за номінальними параметрами задовольняють умовам експлуатації як у нормальних умовах, так і при коротких замиканнях, перенапругах і перевантаженнях.

Усередині вбудованої котельні по периметру приміщення є контур заземлення, до якого підключається все електрообладнання. Внутрішній контур заземлення підключається до існуючого зовнішнього контуру заземлення в двох місцях. Пристрої оснащені запобіжниками, які забезпечують розрив ланцюга живлення в разі короткого замикання або перевантаження мережі. При виконанні ремонтно-монтажних робіт в котельному цеху персонал користується засобами індивідуального захисту (гумовими рукавичками, інструментом з ізольованими ручками та ін.)

Для усунення природних електричних розрядів використовують громовідводи. Громовідвід — це конструкція з трьох основних компонентів: блискавкоприймача, токовідводу та контуру заземлення. Перша частина громовідводу приймає на себе основний удар, після чого, пройшовши через струмовий провідник, електричний розряд йде через заземлення в землю.

Тип антени громовідвід найпоширеніший. Конструктивно такий громовідвод являє собою металевий стержень, закріплений у найвищій точці даху. Струмопровідник, що з'єднує стержень із землею, є металевий трос. Цей тип блискавковідводу здатний охоплювати площу, рівну основі конуса, вершина якого знаходиться на 80 см вище від точки блискавковідводу, а бічні краї утворюють з вертикаллю кут приблизно 50° .

Будівля котельні захищена від ударів блискавки громовідводом, що складається з димохідної опори, блискавковідводу, провідника та заземлення. Тип охоронної зони.

3.5 Пожежна безпека

Причини пожеж і вибухів: 1) несправність електрообладнання; 2) самозаймання горючих речовин; 3) іскри при електро- та газозварювальних роботах; 4) порушення технологічного режиму.

Відповідно до [17] передбачені такі системи: 1) протипожежна; 2) протипожежний захист; 3) організаційно-технічні заходи;

3.6 Розрахунок теплоізоляції котла

Температуру зовнішньої стінки згідно [23] приймають не вище $t_3=55^\circ\text{C}$

Відстань від екрана до стіни визначається за формулою $l, \text{ m}$

$$l = 0,5 d = 0,5 \cdot 0,051 = 0,0255,$$

де d - конструктивно прийнятий діаметр труби, м.

Ступінь чорноти факела приймається рівним $\epsilon_1 = 0,352$.

Температуру на виході з топки визначають за формулою $T, \text{ K}$

$$T = t_t + 273 = 1091,4 + 273 = 1364,4,$$

де t_t – температура на виході з топки в режимі природного газу, приймаємо $t_t = 1091,4^\circ\text{C}$.

Адіабатну температуру визначають за формулою $T_a, \text{ K}$

$$T_a = t_a + 273 = 1785,4 + 273 = 2058,4,$$

де t_a – адіабатична температура в режимі природного газу, $t_a = 1785,4^\circ\text{C}$.

Середню температуру полум'я визначають за формулою T_1 , К

$$T_1 = \sqrt{T \cdot T_a} = \sqrt{1364.4 \cdot 2058.4} = 1675.85.$$

Температуру стінки екрана труби визначають за формулою T_2 , ТО

$$T_2 = (T'' + 60) + 273 = (194,1 + 60) + 273 = 527,1.$$

Ступінь чорноти топки приймається $\varepsilon_2 = 0,460$.

Допоміжний параметр a визначається за формулою

$$a = \frac{S}{d} = \frac{55}{51} = 1,078,$$

де S – крок труби.

Допоміжний параметр C визначається за формулою

$$C = \frac{2 \cdot l}{d} = \frac{2 \cdot 0.0255}{0,055} = 1.$$

Кутовий опір між футеровкою і пальником визначається за формулою

$$\varphi^{A1} = \frac{a\sqrt{a^2 + c^2} - 1 - c}{a^2 + c^2},$$

$$\varphi^{A1} = \frac{1,078\sqrt{1,078^2 + 1^2} - 1 - 1}{1,078^2 + 1^2} = 0,075,$$

$$\varphi^{A2} = 1 - \varphi^{A1},$$

$$\varphi^{A2} = 1 - 0,075 = 0,925.$$

Максимальна температура вогнезахисної поверхні I визначається за формулою T^{\max} , °C

$$T^{\max} = \sqrt[4]{\frac{\varphi_{A1} \cdot \varepsilon_1 \cdot T_1^4 + \varphi_{A2} \cdot \varepsilon_2 \cdot T_2^4}{\varphi_{A1} \cdot \varepsilon_1 + \varphi_{A2} \cdot \varepsilon_2}},$$

$$T^{\max} = \sqrt[4]{\frac{0,075 \cdot 0,352 \cdot 1675,85^4 + 0,925 \cdot 0,460 \cdot 527,1^4}{0,075 \cdot 0,352 + 0,925 \cdot 0,460}} = 859.$$

Максимальну температуру поверхні облицювання вогнем визначають за формулою t^{\max} , °C

$$t_{\max} = T_{\max} - 273 = 859 - 273 = 586$$

Взято середнє кутове співвідношення між пальником і трубами $\bar{\varphi} = 0,97$

Середню температуру поверхні пожежі визначають за формулою T^3 , K

$$T^3 = \sqrt[4]{\frac{(1 - \bar{\varphi}_{12}) \cdot \varepsilon_1 \cdot T_1^4 + \bar{\varphi}_{12} \cdot \varepsilon_2 \cdot T_2^4}{(1 - \bar{\varphi}_{12}) \cdot \varepsilon_1 + \bar{\varphi}_{12} \cdot \varepsilon_2}},$$

$$T^3 = \sqrt[4]{\frac{(1 - 0,97) \cdot 0,352 \cdot 1675,85^4 + 0,97 \cdot 0,460 \cdot 527,1^4}{(1 - 0,97) \cdot 0,352 + 0,97 \cdot 0,460}} = 715.$$

Вибрана товщина ізоляції забезпечить температуру поверхні нижче допустимої.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі на тему «Дослідження заходів з підвищення енергоефективності 12-поверхового житлового будинку у м. Дніпро» виконано розрахунки системи опалення та гарячого водопостачання житлового багатоповерхового будинку.

У роботі проведено аналіз існуючих технічних рішень в системі опалення та оцінка ефективності системи опалення. Серед розглянутих варіантів проектування системи опалення в багатоповерховому житловому будинку, зваживши всі переваги і недоліки систем, можна зробити висновок, що найбільш ефективною і перспективною на даний момент є горизонтальна двотрубна система опалення квартири.

Гаряче водопостачання від модульної котельні, розташованої на даху, забезпечується тепломодулями МН-120.

Модульні котельні використовуються для підготовки, транспортування та якісного регулювання тепла для систем опалення, гарячого водопостачання, вентиляції свіжого повітря та технологічних потреб. Гаряче водопостачання проектується від установок підготовки гарячої води – УГВНС.

У розділі «Охорона праці» розглядаються питання зменшення впливу негативних факторів (шум, вібрація, загазованість, пил, радіація, тепловиділення) на обслуговуючий персонал, відповідність робочих місць санітарним нормам, забезпечення об'єкта засобами пожежогасіння. засобами, забезпечення працівників спецодягом тощо.

В результаті аналізу та порівняння в проекті обрано двотрубну систему опалення квартири, яка підвищує тепловий комфорт житла, призводить до економії тепла за рахунок квартирної обліку, а також приготування гарячої води від УГВНС. Вони дозволяють індивідуально готувати та використовувати необхідну кількість гарячої води, досягати енергоефективності житлового будинку.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Тихомиров К. В. Теплотехніка, теплопостачання і вентиляція, -М.: Стройиздат, 1981 - 220 с.
2. Раб`яш, Р. Системи опалення приміщень в аспекті теплового комфорту та технологічних вимог [Текст] / Р. Раб`яш. – К.: Ринок інсталяційний, 1997. – 26 с.
3. Сканава, А.И. Отопление А.И. Сканава. – М.: Стройиздат, 1988.– 416 с.
4. Мачкаши, А. Лучистое отопление [Текст] / А. Мачкаши. — М.: Стройиздат, 1985.— 464 с.
5. Гухман, А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена [Текст] / А.А. Гухман. - М.: Стройиздат, 1987. – 216 с.
6. Кутателадзе, С.С. Основы теории теплообмена [Текст] / С.С. Кутателадзе.- М.:Стройиздат, 1962. – 386 с.
7. Шаповалов, И.С. Проектирование панельно-лучистого отопления [Текст] / И.С. Шаповалов.- М.:Стройиздат, 1986. – 124 с.
8. Шорин, С.И. Теплопередача излучением при лучистом отоплении [Текст] / С.И. Шорин. - М.:Стройиздат, 1999. – 86 с.
9. Plechec, L. Tepelny vypocet plynuteho vinuti transformatoru s prirodzenym obehem obeje [Text] / L. Plechec // Electrotechnic obz. — 1972— №1— P.5-10.
10. Petras, V. Teplotne pole olejoveha transformatora so zvitkovym vinutim [Text] / V. Petras, L. Kriho, T. Fiedler // Transformatory.- 1984.- №2.- P. 7-13.
11. Guerra, F. Primeira abordagem a utilização de modelos reduzidos para a determinação experimental do campo termico de transformadores arrefecidos por conveção natural [Text] / Franklin Guerra, Isaac Moreira // Electricidade.- 1987.- № 233.- P. 141-145.

12. Тихомиров, К. В. Теплотехніка, теплогазопостачання і вентиляція [Текст] / К. В. Тихомиров – М.: Стройиздат, 1974.– 186 с.
13. Єрьомкін, А. І. Тепловий режим будівель [Текст] / А. І. Єрьомкін. – К.: АСВ, 2003.– 56 с.
14. Гусев, В. Н. Теплопостачання та вентиляція [Текст] / В. Н. Гусев. – Л.: Стройиздат, 1975.– 56 с.
15. Юркевич, О.О. Опалення громадянського будинку [Текст] / О.О. Юркевич. – Іжевськ: ІжГТУ, 2001.– 108 с.
16. Бондаренко, В. В. Опалення та вентиляція житлового будинку [Текст] / В. В. Бондаренко. – Перм: ПДТУ, 1995.– 98 с.
17. Pivnek, M. Vyzkum tepelnych zavislosti na modelech vinuti transformatoru [Text] / M. Pivnek, K.Navlichek // Electrotechn. obz. — 1974. — №4. — pp. 175-181.
18. Die Darstellung das Wärmeüberganskoeffiyienten im transformator mit Kriteriellen Potenzfunktion [Text] / H. Lobenstein // Elektric. — 1979. — №4. — pp. 218-220.
19. Кораблев, В.П. Электробезопасность на предприятиях химической промышленности [Текст] / В.П.Кораблев.– М.: Химия, 1977. – 232 с.
20. Кукин, П.П. Безопасность технологических процессов и производств [Текст] / П.П. Кукин.– М.: Высшая школа, 2007. – 335 с.
21. Зотов, Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве [Текст] / Б.И. Зотов. - М.: Колосс, 2003.- 432с.
22. Пчелинцев, В.П. Охрана труда в строительстве [Текст] / В.П. Пчелинцев. – М.: Высшая школа, 1991. –272 с.
23. Соловьев, Ю.П. Проектирование крупных центральных котельных для комплекса тепловых потребителей [Текст] / Ю.П.Соловьев. - М.: Энергия, 1976.-196 с.

24. Johnson, M. Advanced Power Cycles with Mixtures as the Working Fluid [Text] / M. Johnson. - Department of Chemical Engineering and Technology, Energy Processes Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden, 2003. -84 p.
25. Шубин, Е.П Проектирование теплоподготовительных установок ТЭЦ и котельных [Текст] / Е.П. Шубин.– М.: Энергия, 1970. – 496 с.
26. Кривов, В.Г. Повышение эффективности дизельных энергоустановок путем утилизации отходящей теплоты [Текст] / В.Г.Кривов. – М.:Двигателестроение, 1979. – 54 с.
27. Кривов, В.Г. Комплексное электроснабжение на базе дизельных электростанций с внешней утилизацией отходящей теплоты [Текст] / В.Г.Кривов. – М.:Двигателестроение, 1988. – 19 с.
28. Кривов, В.Г. Дизельные теплоэлектростанции с тепловыми насосами [Текст] / В.Г.Кривов. – М.:Двигателестроение, 1989. – 27 с.
29. Синатов, С.А. Дизельные теплоэлектростанции с активными котлами-утилизаторами [Текст] / С.А. Синатов. – М.:Двигателестроение, 1988. – 94 с.
30. Фіалко, Н. М. Ефективність систем утилізації теплоти відхідних газів енергетичних установок різного типу [Текст] / Н. М. Фіалко, Ю. В. Шеренковській, А. І. Степанова, Р. А . Навродська, П. К. Голубинський, М. А. Новаковський. // Промислова теплотехніка. - 2008. - № 3. - С. 68-76.
31. Басок, Б.І. Аналіз когенераційних установок. Порівняльний аналіз схемних рішень когенераційних установок [Текст] / Б.І. Басок. – К.: Інститут технічної теплофізики НАН України, 2004. – 102 с.
32. Шляхин, П.Н. Паровые и газовые турбины [Текст] / П.Н. Шляхин. – М.: Энергия, 1974. – 224 с.
33. Белан, Ф.И. Водоподготовка [Текст] / Ф.И. Белан. – М.: Энергия, 1979.-208 с.
34. Нигматулин, И.Н. Тепловые двигатели [Текст] / И.Н. Нигматулин. –М.: Высш. Школа, 1974. – 375 с.

35. Соловьев, Ю.П. Проектирование теплоснабжающих установок для промышленных предприятий [Текст] / Ю.П.Соловьев.- М.: Энергия, 1978. – 198 с.

36. Зуб, М.М. Паровые турбины [Текст] / М.М. Зуб. – К.: Вища школа, 1974.– 208 с.

37. Семенов, А.С. Тепловой расчет паровой турбины [Текст] / А.С. Семенов.- К.: Вища шк., 1975.– 194 с.

38. Дейч, М.Е. Атлас профилей решеток осевых турбин[Текст] / М.Е. Дейч. - М.: Машиностроение, 1965.– 68 с.