

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

КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Кваліфікаційна робота
другий магістерський
(рівень вищої освіти)

на тему «Дослідження шляхів зниження енергоспоживання житлового
будинку за рахунок оптимізації енергетичних потоків»

Виконав: студент II курсу,
групи 8.1441-з
спеціальності теплоенергетика
освітньої програми теплоенергетика
Лисенко Ілля Віталійович

Керівник к.т.н., доц. Ільїн С.В.


Рецензент доц., к.т.н., Карпенко Г.В.

Запоріжжя
2022

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри 
 « 05 » 12 2022 року

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

Лисенко Ілля Віталійович
 (прізвище, ім'я, по батькові)





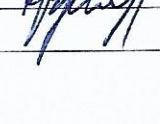
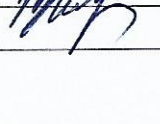
Тема роботи (проекту) Дослідження шляхів зниження енергоспоживання житлового будинку за рахунок оптимізації енергетичних потоків

керівник роботи Ільїн Сергій Віталійович, к.т.н., доц.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 02 » липня 2022 року № 598-с

- 1 Строк подання студентом роботи: 05 грудня 2022 р.
- 2 Вихідні дані до роботи: кліматологія району будівництва, теплофізичні властивості теплоізоляційних матеріалів, геометричні характеристики будівлі.
- 3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Розрахункові параметри зовнішнього повітря. Розрахункові параметри внутрішнього повітря. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій. Розрахунок тепловтрат приміщень. Проектування системи опалення. Розрахункові температури внутрішнього повітря та вимоги щодо повітрообміну.
- 4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Сталевий конвектор «Універсал ТБ» малої глибини. Схема прокладання трубопроводів у конструкції підлоги. Схема системи природної вентиляції зі спільними витяжними каналами в будинку з теплим горіщем. Схема встановлення припливного пристрою в металопластикове вікно.

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Ільїн С.В.		
2	Ільїн С.В.		
3	Ільїн С.В.		

6 Дата видачі завдання 05 травня 2022 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис об'єкту реконструкції	25.06.2022	виконано
2	Проектування системи опалення	01.08.2022	виконано
3	Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	01.10.2022	виконано
4	Розрахунок тепловтрат приміщень	25.11.2022	виконано
5	Оформлення кваліфікаційної роботи згідно нормативним вимогам	05.12.2022	виконано

Студент


(підпис)Лисенко І.В.

(ініціали та прізвище)

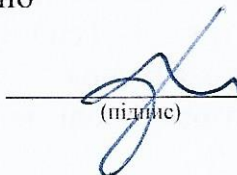
Керівник роботи (проекту)


(підпис)Ільїн С.В.

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)Чижов С.Є

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

І.В. Лисенко. Дослідження шляхів зниження енергоспоживання житлового будинку за рахунок оптимізації енергетичних потоків

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник канд. техн. наук, доцент Ільїн С.В. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2022.

Об'єктом дослідження є енергоефективні інженерні мережі 9-ти поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями.

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

Ціль проекту – розробка енергоефективної системи опалення та гарячого водопостачання на базі автономної котельні.

Метод дослідження – метод фізичного моделювання для вивчення параметрів парового котла в залежності зміни його режиму роботи.

У літній період одинична потужність існуючих котлів значно перевищує необхідну потребу на потреби гарячого водопостачання. Відповідно і обладнання котельні, зокрема насоси, має надлишкову потужність. Отже, обладнання експлуатується в неефективних режимах. У зв'язку з цим проводиться заміна існуючого котла, існуючих насосів для подачі ГВП, а також бака для запасу гарячої води.

Ключові слова: КОТЕЛ, НАСОС, ГАРЯЧА ВОДА, ТЕПЛООБМІННИК, ПРИРОДНІЙ ГАЗ, ЗАПОБІЖНИЙ КЛАПАН, ЗАСУВКА, СПОЖИВАЧ, ТЕПЛОНОСІЙ, ПАЛЬНИК, ПРОДУКТИВНІСТЬ НАСОСА, ФІЛЬТР, ВИТРАТА, ПОТУЖНІСТЬ, КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ

ANNOTATION

I.V. Lysenko. Research of ways to reduce the energy consumption of a residential building due to the optimization of energy flows

Qualifying final work for obtaining a master's degree in the specialty 144 - Heat Power Engineering, research supervisor Cand. tech. Sciences, Associate Professor Ilyin SV. Zaporozhye National University, Engineering Educational and Scientific Institute. Yu.M. Potebny, Department of Heat and Hydropower, 2022.

The object of the research is the energy-efficient engineering networks of a 9-story residential building with built-in premises.

The subject of the study is the process of creating energy-efficient heating and hot water systems in residential buildings

The goal of the project is to develop an energy-efficient heating system and hot water supply based on an autonomous boiler house.

The research method is a physical modeling method for studying the parameters of a steam boiler depending on the change in its operating mode.

In summer, the unit capacity of the existing boilers significantly exceeds the necessary demand for hot water supply. Accordingly, the equipment of the boiler room, in particular the pumps, has excess capacity. Therefore, the equipment is operated in inefficient modes. In this connection, the existing boiler, the existing pumps for the supply of domestic hot water, as well as the tank for the supply of hot water are being replaced.

Keywords: BOILER, PUMP, HOT WATER, HEAT EXCHANGER, NATURAL GAS, SAFETY VALVE, VALVE, CONSUMER, HEAT CARRIER, BURNER, PUMP PERFORMANCE, FILTER, CONSUMPTION, POWER, EFFICIENCY

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

- 1.1 Централізовані системи теплопостачання
- 1.2 Децентралізовані системи теплопостачання
- 1.3 Аналіз існуючих технічних рішень у системі опалення
- 1.4 Вибір оптимальної системи опалення

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТОКІВ

- 2.1 Природно – кліматична характеристика району забудови
- 2.2 Склад будівельних елементів зовнішніх огорожень
- 2.3 Розрахункові параметри зовнішнього повітря
- 2.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря
- 2.5 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій
- 2.6 Розрахунок тепловтрат приміщень
- 2.7 Проектування системи опалення
- 2.8 Розрахункові температури внутрішнього повітря та вимоги щодо повітрообміну

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

ВСТУП

Актуальність теми. Внаслідок тривалого використання систем централізованого опалення теплові мережі перестали відповідати нормам. Необхідність прокладання довгих, багатокілометрових трубопроводів для теплоносія, потребує великих капітальних затрат на труби, запірну арматуру, теплоізоляцію, будівельно-монтажні роботи, а також значних експлуатаційних витрат, які викликані гідравлічними втратами, лінійними втратами тепла і великими витратами на ремонт тепломереж.

Вимоги сьогодення вимагають використовувати автономне опалення, системи регулювання, для економії теплової енергії та газу. В них зведені до мінімуму витрати тепла, гідравлічні втрати, а також питомі капітальні і експлуатаційні витрати.

Актуальністю даної роботи є влаштування індивідуальних систем опалення та гарячого водопостачання для досягнення значної економії тепла.

Метою даної роботи є розроблення проекту пропозицій, щодо створення комфортних температурних умов сучасними методами у приміщеннях, за допомогою модульної котельні розташованої на даху, розроблення варіанту проекту системи гарячого водопостачання за допомогою установок приготування гарячої води, виконання теплотехнічного розрахунку для підбору нагрівальних приладів, виконання гідравлічного розрахунку для підбору діаметрів трубопроводу, побудова аксонометричних схем по квартирній розводки системи опалення та гарячого водопостачання.

Об'єктом дослідження є енергоефективні інженерні мережі 9-ти поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями.

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

Для реалізації поставленої мети необхідно *розв'язати наступні задачі:*

- розробити техніко економічне обґрунтування, в якому провести співставлення різних систем опалення та гарячого водопостачання;
- визначити та обґрунтувати вибір даного типу систем опалення та гарячого водопостачання;
- запроектувати двотрубну систему опалення, розрахувати систему опалення, підібрати обладнання;
- запроектувати систему гарячого водопостачання, розрахувати систему гарячого водопостачання;
- проаналізувати використання дахової котельні як джерела системи опалення;
- визначити фізично небезпечні і шкідливі виробничі фактори при монтажі систем;
- оцінити безпеку мешканців будинку під час вибуху на котельні.

Методи дослідження. В роботі використовувалися теоретичні методи дослідження. При інформаційно – аналітичному дослідженні методів та обладнання для систем опалення та гарячого водопостачання використали Internet-мережу як джерело інформації.

Практичне значення та реалізація результатів дослідження. Можна використати як варіант проекту пропозицій системи опалення та системи гарячого водопостачання.

Результати роботи було представлено на II Всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України»

Пояснювальна записка містить 82 сторінки, 14 таблиць, 5 рисунків, 36 використаних літературних джерел.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Централізовані системи теплопостачання

Системи теплопостачання великих житлових масивів, міст, селищ і промислових підприємств. Джерелами теплоти у них служать теплоенергоцентралі або великі котельні, що мають високі ККД, що транспортують і розподіляють теплоносії по теплових мережах протяжністю (10...15) км, з макс, діаметром труб (1000...1400) мм, що забезпечує подачу споживачам теплоносія в необхідній кількості і з необхідними параметрами. Потужність ТЕЦ становить (1000... 3000) МВт, котельнь (100...500) МВт. Великі централізовані системи теплопостачання мають декілька джерел теплоти, поєднаних резервними тепломагістралями, що забезпечують маневреність і надійність їх функціонування. У централізовану систему теплопостачання входять і системи теплопостачання будівель, пов'язані з нею єдиним гідравлічним і тепловим режимами і загальною системою управління. Однак, зважаючи на різноманіття технічних рішень теплопостачання будівель їх виділяють в самостійну технічну систему - систему опалення.

Централізовані системи теплопостачання бувають водяні і парові. Основна перевага води, як теплоносія, в значно меншій витраті енергії на транспортування одиниці теплоти у вигляді гарячої води, ніж у вигляді пари, що обумовлюється більшою щільністю води. Зниження витрати енергії дає можливість транспортувати воду на великі відстані без істотної втрати енергетичного потенціалу. У великих системах температура води знижується приблизно на 1 °С на шляху в 1 км, тоді як тиск пари на тій же відстані знижується приблизно на (0,1...0,15) МПа, що відповідає (5...10) °С. Тому тиск пари у відборах турбіни у водяних систем нижче, ніж у парових, що призводить до зниження витрати палива на ТЕЦ. До інших переваг водяних систем відносяться можливість центрального регулювання подачі теплоти споживачам шляхом зміни температури теплоносія і простіша експлуатація системи.

До переваг пара слід віднести можливість задоволення і потреб в опаленні і технологічних навантажень, а також малий гідростатичний тиск. Враховуючи переваги і недоліки теплоносіїв, водяні системи використовують для теплопостачання житлових масивів, товариств, і комун, будівель, підприємств, що використовують гарячу воду, а парові - для промислових споживачів, яким необхідний водяний пар. Централізація теплопостачання міст становить (70...80) %. У великих містах рівень використання ТЕЦ в якості джерел теплоти для житлово-комунального сектора досягає (50...60)%.

У теплофікаційних системах пар високих параметрів (тиск 2,4 МПа, температура 565°C), що виробляється в котлах, подається в турбіни, де, проходячи через лопатки, віддає частину своєї енергії для отримання електроенергії. Основна частина пара проходить через відбори і надходить у теплофікаційні теплообмінники, в яких він нагріває теплоносій системи теплопостачання. Отже, на ТЕЦ теплота високого потенціалу використовується для вироблення електроенергії, а теплота низького потенціалу - для теплопостачання. Комбіноване вироблення тепла й електроенергії забезпечує високу ефективність використання палива, дозволяє скоротити його витрати.

У більшості централізованих систем теплопостачання максимальна температура гарячої води приймається 150 °С. Температура пари в теплофікаційних відборах турбіни не перевищує 127 °С. Отже, при низьких температурах зовнішнього повітря в теплофікаційних теплообмінних апаратах підігріти воду до необхідного рівня неможливо. Для цього використовують пікові котли, які працюють тільки при низьких зовнішніх температурах, тобто знімають пікове навантаження. Через те, що навантаження на опалення змінюється зі зміною зовнішньої температури, змінюється і кількість пари, що відбирається з турбіни для теплопостачання. Невідпрацьована пара проходить через циліндри низького тиску турбіни, віддає свою енергію і надходить у конденсатор, де підтримується вакуум (тиск (0,004...0,006) МПа), якому відповідають низькі температури конденсації (30...35)°С, а охолоджуюча вода

має ще нижчу температуру, та не може використовуватися для теплопостачання. Отже, для теплопостачання використовується тільки частина пари, що проходить через відбори турбіни, що знижує економічний ефект теплофікації. Однак, витрата палива на вироблення електроенергії та теплоти для теплопостачання в середньому за рік скорочується більш ніж на третину. Економічний ефект дає і використання в якості джерел теплоти великих районних котельних установок (теплових станцій), що мають високий ККД.

Теплоносій від джерел теплоти транспортується і розподіляється між споживачами по розвиненим тепловим мережам. В результаті теплові мережі охоплюють всі міські території, а їх спорудження викликає найбільші експлуатаційні труднощі. У процесі експлуатації вони піддаються корозії і руйнуванням. Аварійні пошкодження призводять до відмов теплопостачання, соціальному та економічному збиткам. В результаті теплові мережі, будучи основним елементом великих систем теплопостачання, стають і найбільш слабкою складовою їх частиною, що знижує економічний ефект від централізації теплопостачання, що обмежує максимальну потужність систем. Залежно від способу приготування гарячої води централізовані системи теплопостачання поділяють на закриті та відкриті. У закритій системі вода, що циркулює в ній, використовується тільки як теплоносій. Вода нагрівається джерелом теплоти, несе свою ентальпію до споживачів і віддає її на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Вода для гарячого водопостачання береться з міського водопроводу і підігрівається в поверхневих теплообмінних апаратах циркулюючим теплоносієм до необхідної температури. Система замкнута по відношенню до атмосферного повітря. У відкритих системах гаряча вода, яку використовує споживач, відбирається з теплової мережі. Отже, гаряча вода в системі використовується не тільки як теплоносій, а й безпосередньо як рідина. Тому система теплопостачання є частково циркуляційною, а частково прямоочною. Вода гарячого водопостачання

підігрівається джерелом теплоти, прямоточно рухається до споживачів і виливається через водорозбірні крани в атмосферу,

Для великих міст централізація тепlopостачання - перспективний напрямок. Централізовані системи, особливо теплофікації, витрачають менше палива. Скорочення і укрупнення джерел теплоти покращують екологію великих міст. Менша кількість джерел теплоти дозволяє різко скоротити число димових труб, через які в навколишнє середовище викидаються продукти згоряння. Виключається необхідність створення безлічі дрібних паливних складів для зберігання твердого палива, звідки при децентралізованих системах тепlopостачання доводиться розвозити паливо. Крім того, при централізації джерел теплоти легше очищати димові гази від токсичних компонентів.

Сучасні централізовані системи тепlopостачання є складним комплексом, що включає джерела тепла, теплові мережі з насосними станціями і тепловими пунктами і абонентські вводи, оснащені системами автоматичного управління. Для забезпечення надійного функціонування таких систем необхідна їх ієрархічна побудова, при якій всю систему розчленовують на ряд рівнів, кожен з яких має своє завдання, яке зменшується за значенням від верхнього рівня до нижнього.

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

окремих споживачів приєднувати не варто, щоб не порушувати ієрархічності побудови системи.

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

Котельні систем централізованого теплопостачання діляться на районні, квартальні, групові та котельні підприємств. Перші призначені для постачання теплотою всіх споживачів району житлової забудови або промислового вузла і входять до складу підприємств об'єднаних котелень і теплових мереж, другі і треті - для теплопостачання одного або декількох кварталів, групи житлових будинків або громадських будівель і проектується при незначній щільності теплових навантажень, входячи до складу підприємств об'єднаних котелень і теплових мереж. Котельні підприємства - це котельні, які є на промислових підприємствах і служать для теплопостачання цих підприємств, їх житлових фондів, а також інших промислових підприємств, передбачених схемою теплопостачання в порядку кооперування.

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

- промислові, які використовуються для технологічного постачання паром або гарячою водою промислових підприємств;
- опалювальні, призначені для забезпечення опалення, вентиляції та гарячого водопостачання;
- промислово-опалювальні, які застосовуються для технологічного теплопостачання та постачання теплотою систем опалення, вентиляції та

гарячого водопостачання промислових підприємств, житлових і громадських будівель.

Квартальні та групові котельні, як правило, опалювальні.

Котельні всіх типів класифікуються за такими ознаками:

- за типом використовуваних котлів (парові; водогрійні; пароводогрійні - з паровими і водогрійними котлами);
- за видом спалюваного палива (котельні, що працюють на газоподібному, рідкому або твердому паливі);
- за виглядом теплоносія і схеми відпустки теплоти (котельні, які виробляють пар з поверненням або без повернення конденсату; котельні, які відпускають теплоту гарячої води при закритій або відкритій системі теплопостачання; котельні, які відпускають пар і теплоту гарячої води по перерахованих схемах в їх різних поєднаннях);
- за способом розміщення на генеральному плані (вбудовані, прибудовані, відокремлені)
- по технологічній структурі (блочні, неблочні);
- щодо компоновки обладнання (закриті, напіввідкриті і відкриті);
- по режиму роботи (базові районні; пікові, які працюють спільно з ТЕЦ).

1.2 Децентралізовані системи теплопостачання

Системи теплопостачання поділяють на централізовані і децентралізовані. Для міст зазвичай до децентралізованих систем теплопостачання відносять системи мікрорайонів, кварталів або будівель з тепловою потужністю менше 58 МВт (50 Гкал/год), з тепловими мережами протяжністю (1...2) км з діаметрами труб до (300...400) мм; для селищ - системи, що не мають теплових мереж. Автономні теплоагрегати потужністю (20...40) кВт, що забезпечують опалення та гаряче водопостачання одного

будинку або квартири, є по суті місцевими джерелами теплопостачання. Якщо теплоагрегат забезпечує тільки опалення будівлі, він відноситься до місцевого опалення. Тому системи теплопостачання можна розділити на централізовані системи теплопостачання, децентралізовані і місцеві, як різновид децентралізованих систем.

Децентралізовані системи теплопостачання, у яких джерелом теплоти служить квартальна котельня, мають теплові мережі і за принципом роботи в значній мірі схожі з централізованими системами. Централізовані системи мають значно розвинені теплові мережі, які оснащені тепловими пунктами, насосними станціями, автоматикою і системою управління, які закінчуються абонентськими вводами в будинки. Заміна дрібних опалювальних установок великими котельнями та ТЕЦ зменшує забруднення повітряного басейну. Разом з тим централізація систем теплопостачання з концентрацією в джерелах теплоти великих потужностей призводить до необхідності розвитку теплових мереж, які виконуються з труб великих діаметрів (до 1400 мм), що викликає великі труднощі, ускладнює експлуатацію систем і збільшує шкоду при виникненні аварійних ситуацій.

З тепломагістралей в розподільчі мережі теплоносій подають через теплові пункти, в яких встановлюють підмішують насоси та автоматику, що забезпечує управління розподілом теплоносія при нормальних та аварійних гідравлічних режимах. Можливі системи теплопостачання, в яких мережа приєднується безпосередньо до магістралі, а теплові пункти зміщені до будівель з меншими тепловими навантаженнями, але і в цьому випадку повинна бути забезпечена керованість системи. Розподільчі мережі звичайно проектують тупиковими. Будівлі приєднують до розподільчих мереж, не допускаючи їх підключення до тепломагістралі.

Для подачі та розподілу теплоти споживачам в теплових мережах, особливо централізованих, застосовують автономні системи управління (АСУ), які забезпечують теплотехнічний контроль параметрів і режимів,

управління подачею теплоти відповідно до потреб, управління експлуатаційними та аварійними режимами.

Найбільша кількість теплоти витрачається на опалення будівель. Навантаження на опалення змінюється зі зміною зовнішньої температури. Для підтримки відповідності подачі теплоти потребам у ньому застосовують централізоване якісне регулювання на джерелах теплоти. Крім централізованого регулювання застосовують місцеве автоматичне регулювання на теплових пунктах і у споживачів.

Витрата теплоти на гаряче водопостачання не пов'язано з зовнішньою температурою. Вона визначається режимом споживання гарячої води, який залежить від способу життя населення та режиму роботи підприємств. Для забезпечення необхідної споживачеві температури гарячої води в (50...60) °С температура теплоносія в подаючому теплопроводі повинна бути вище цього значення, а система приготування гарячої води обладнана автоматикою, що забезпечує підтримку температури необхідного рівня. Надійну і економічну роботу системи забезпечує служба експлуатації, основними завданнями якої є безперебійне постачання споживачів теплотою, забезпечення безаварійної роботи, поліпшення техніко-економічних показників. Управління тепловими та гідравлічними режимами здійснюють за допомогою АСУ та диспетчерських пунктів, які входять в службу експлуатації. При службі є бригади та ремонтні цехи. Аварійні роботи виконує аварійно-відновлювальна служба.

1.3 Аналіз існуючих технічних рішень у системі опалення

Діючі будівельні норми вимагають встановлення на нагрівальних приладах систем опалення термостатичних клапанів, які автоматично підтримують в приміщенні постійну, задану споживачем, температуру. Це економить до 20 % тепла за рахунок використання теплонадходжень від сонячної радіації, побутових і виробничих тепловиділень.

Найбільш широке застосування знайшли три типи водяних систем опалення: вертикальні однотрубні, вертикальні і горизонтальні двотрубні системи. Всі ці типи систем широко застосовуються при проектуванні. Аналіз багаторічної роботи цих систем у специфічних умовах показує, що кожна з цих систем має як свої переваги, так і свої, недоліки. У тих чи інших умовах будівництва та експлуатації постають різні переваги та недоліки систем.

Розглянемо детально три типи водяних систем опалення.

Вертикальні однотрубні системи опалення

Вертикальна однотрубна система застаріла, не відповідає сучасним вимогам, її проектування треба якщо не припинити, то максимально обмежити. Не зважаючи на це, однотрубна система має такі переваги, які в звичайних умовах експлуатації будівель висувають її на перше місце.

Головна перевага полягає у тому, що ця система набагато надійніша, ніж двотрубна.

Існують й інші переваги однотрубних систем: менша вартість, велика простота заготовок, можливість уніфікації деталей системи, легкість монтажу, тощо.

Мають ці системи і недоліки. Основний з них - це те, що у тому випадку, якщо приміщення перегріто і термостат закритися, теплоносій мине опалювальний прилад не остигаючи. У цьому сенсі можна сказати, що однотрубна система не економить, а не дає перевитратити тепло. Протягом опалювального сезону існують такі періоди, коли температура на вулиці (18...20) °С, а система опалення працює тому, що завтра буде знову -5 °С і відключати систему недоцільно. Можна назвати такий режим режимом мінімум. При цьому режимі всі термостати можуть бути закриті, а теплоносій з подаючої лінії перетікає у зворотню, майже не остигаючи. Це вкрай небажане явище, якщо джерелом теплопостачання є ТЕЦ. До того ж, зворотній теплоносій перш, ніж повернутися в тепломережу, як правило, проходить попереднє охолодження у першому ступені підігріву системи гарячого водопостачання.

Зона застосування вертикальних однотрубних систем опалення з термостатами обмежується мінімальною кількістю поверхів у стояку. Наприклад, при кількості поверхів на стояку менше 7 температура води, що виходить з останніх приладів, знижується в розрахунковому режимі до 18 °С, що неприпустимо. Пояснюється це тим, що в будинках, запроектованих у відповідності з другим етапом енергозахищеності, тепловтрати знижені і, відповідно, витрата теплоносія в стояку також невелика. При коефіцієнті затікання теплоносія в прилад 0,2 і малій кількості води в стояку кількість теплоносія, що затікає в прилад, стає неприпустимо малою і вода остигає до зазначених температур. У практиці рекомендується не застосовувати однотрубні системи при кількості приладів у стояку менше 10. Максимальна кількість приладів у стояку рівна 25.

Ще однією особливістю однотрубних систем є те, що витрата теплоносія в системі мало залежить від ступеня відкриття термостатів. Якщо в режимі максимум (всі термостати відкриті) витрату води по стояку прийняти за 100 %, то витрата по замикаючим ділянкам може бути 80 %. У режимі мінімум (всі термостати закриті) витрата води по замикаючим ділянкам трохи збільшиться і загальна витрата по системі може досягати 90 %. З достатнім ступенем правдоподібності можна сказати, що витрата води в однотрубних системах - величина постійна. Цей факт впливає на балансування стояків в системі.

У деяких випадках (наприклад, при розрахунку системи методом постійних перепадів температур на стояках) розрахунковий перепад тисків на стояках не відповідає розрахунковим тискам, що є в місцях розташування цих стояків. При цьому в стояк буде надходити кількість теплоносія, відмінна від розрахункового. Це призводить до перегріву або недогріву приміщень. Така ж ситуація може мати місце, якщо опір трубопроводів при монтажі або реконструкції системи буде відрізнятися від розрахункового. Для зрівнювання фактичної кількості теплоносія в стояку з розрахунковим на стояках встановлюються балансувальні клапани (БК).

Факт сталості витрати теплоносія в стояку впливає на тип БК.

Потрібно мати на увазі, що БК створюють додаткову втрату тиску в системі в розмірі 20 кПа.

Вертикальні двотрубні системи опалення

На відміну від однокотрубних систем, двотрубні системи безпосередньо економлять тепло. У тому випадку, якщо приміщення перегріто, термостат зменшує або припиняє доступ теплоносія в прилад. Якщо теплоносій, який не надійшов у прилад, потрапить в прилад сусіднього приміщення, то він перегріє це приміщення і термостат цього приміщення прикриється. Таким чином, зайвий теплоносій з циркуляції виключається. У режимі мінімум в двотрубну систему надходить теплоносій, який циркулює тільки за нерегульованими стояками (сходові клітки, ліфтові холи, міжквартирні коридори). У цьому відношенні двотрубні системи більш прогресивні, ніж однокотрубні.

Для забезпечення необхідної теплової і гідравлічної стійкості у вузлах об'язки нагрівальних приладів встановлюються термостати, здатні здроселювати значну втрату тиску. З теорії автоматизації відомо, що для якісної роботи регулюючого органу його авторитет (відношення втрати тиску в регуляторі до втрати тиску на регульованій ділянці) повинен бути в межах (30...70) %. Таким чином, ця втрата може коливатися від 10 кПа на периферії до 28 кПа біля основи стояка.

Для забезпечення такої втрати тиску, враховуючи, що розрахункова витрата теплоносія в приладі може бути невелика, розмір дроселюючого отвору термостата повинен бути дуже маленьким. Практично мінімальний отвір в термостатах для двотрубних систем порівняно навіть не з шпильковою голівкою, а з шпильковим вістряем. У тому випадку, якщо теплоносій у системі має забруднення, такі отвори легко засмічуються.

Для того, щоб цього не відбувалося, потрібно якісне обслуговування системи, постійне очищення грязьовиків і ще ряд відомих заходів. У тому випадку, якщо замовник не в змозі гарантувати таке обслуговування (а також збереження термостатичних клапанів у приладів), застосування двотрубної

системи не є оптимальним рішенням. Тому при виборі типу системи опалення рекомендовано в першу чергу з'ясувати, в яких умовах буде експлуатуватися будівля.

Вертикальні двотрубні системи проектуються найчастіше з нижнім прокладанням розвідних магістралей. Пояснюється це тим, що через різницю температур в подаючому і зворотному стояках виникають значні гравітаційні тиски (у 25-поверховому будинку до 10 кПа). Для приладів різних поверхів ці тиски різні, чим вище прилад, тим більше гравітаційний тиск. При нижньому розташуванні розвідних магістралей додатковий гравітаційний тиск використовується для подолання теплоносієм трубопроводів стояка. У цих умовах система працює більш рівномірно. Однак, якщо це неможливо, можна проектувати системи і з верхнім розташуванням магістралі, що подає. Рекомендується уникати систем з верхнім розташуванням прямої та зворотної магістралей, тому що в цьому випадку важко виключити засмічення нижніх приладів, вони стають природними збірниками шламу.

Для балансування в основі стояків встановлюються БК.

Зона застосування двотрубних систем відрізняється від зони застосування однокотрубних: стояки двотрубних систем можуть бути і одноповерховими. Обмеження висотності має бути швидше зверху. Рекомендовано обмежувати висотність 20 поверхами. При зменшенні висоти системи знижуються вертикальні розрегулювання і економиться більша кількість тепла.

Горизонтальні поквартирні системи опалення

З теплотехнічної і гідродинамічної точок зору горизонтальні поквартирні системи опалення оптимальні. Зона їх застосування - від одного поверху до максимуму, який обмежується міцністю елементів системи або висотою пожежного відсіку висотного будинку. Ці системи здатні економити найбільшу кількість тепла. Такі системи найменш вразливі у разі несанкціонованої зміни або реконструкції. Вони мають безсумнівні

естетичними переваги. Словом, ці системи майже у всьому найкращі. За винятком одного - вони найдорожчі з розглянутих систем.

Крім явних переваг: незалежність, ремонтпридатність, легкість організації по квартирному вимірюванню тепла та інші – дана система перевищує вертикальну двотрубну тим, що БК (регулятор постійного перепаду тиску) тут максимально наближається до опалювального приладу і знімає всі розрегулювання, які виникають до нього в процесі роботи системи (гравітаційні напори, зміна втрат тиску на стояку). Це не тільки краще стабілізує систему, але і дозволяє налаштовувати термостати на більші настройки, що приводять до більш плавного регулювання і більшій економії тепла.

1.4 Вибір оптимальної системи опалення

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

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

Для того, щоб порівняно просто організувати поквартирний облік тепла, необхідно забезпечити одне введення в квартиру подаючого та зворотного

трубопроводів і приєднати до них всі опалювальні прилади, розміщені в квартирі.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТОКІВ

2.1 Природно – кліматична характеристика району забудови

Кліматологічна характеристика району будівництва: за даними СНиП 23-01-99 «Будівельна кліматологія» [3] для м. Рівне середні температури зовнішнього повітря: найбільш холодної п'ятиденки $t_5^{0,92} = -22^\circ\text{C}$ (із забезпеченістю $k=0,92$); найбільш холодної доби $t_1^{0,92} = -28^\circ\text{C}$ (із забезпеченістю $k=0,92$); найбільш холодної доби $t_1^{0,98} = -31^\circ\text{C}$ (із забезпеченістю $k=0,98$), швидкість вітру в січні $v_{\text{січ}}=6,5$ м/с. Місто Харків розташоване в першій температурній зоні, розрахункове значення зовнішньої температури становить -22°C . Тривалість опалювального сезону – 189 діб [3].

2.2 Склад будівельних елементів зовнішніх огорожень

У проектуваному будинку кожна квартира складається з таких приміщень:

- житлові кімнати;
- кухня;
- передпокій (коридор);
- ванна;
- вбиральня;
- лоджія.

В техпідпіллі (секція А) розташовані електрощитова та тепловодомірний вузол.

Всі житлові кімнати освітлені природним світлом відповідно до вимог ДБН В.2.2-15-2005. Кімнати в квартирах мають окремі входи, висота приміщень – 2,8 м.

Кухня обладнана витяжною природною вентиляцією, мийкою, електроплитою. Стіни біля кухонного обладнання облицьовані глазурованою плиткою, решта стін – шпалерами, що миються.

Підлога в квартирах вкрита лінолеумом полівінілхлоридним по цементно-піщаній стяжці.

Ванна і туалет оздоблені вологостійкою гіпсоплитою.

Оскільки будинок розташований у I-й кліматичній зоні, то тамбур виконаний одинарним з утепленими вхідними дверима та зі встановленням приладів опалення як у вхідному вестибюлі, так і на сходовій клітці.

Сходова клітка запроектована як внутрішня незадимлювана, повсякденної експлуатації, з монолітного залізобетону, у вхідному вузлі – сходи з окремих бетонних набірних сходинок. Сходи двомаршеві з опиранням на сходові площадки. Похил сходів – 1 до 2. Зі сходової клітки є вихід на покрівлю по металевій драбині, що обладнаний вогнестійкими дверцятами. Сходова клітка має штучне та природне (через віконні отвори) освітлення. Всі двері у сходовій клітці та в тамбурі відкриваються в сторону виходу з будинку. Огородження сходів виконується з металевих ланок, а поручень облицьовується пластмасою.

Для вертикальних комунікацій передбачена ліфтова збірна залізобетонна шахта з монтажем ліфтових установок вантажопідйомністю 400 та 630 кг. Машинне відділення ліфта розташоване на технічному (горищному) поверсі, що дозволяє зменшити довжину ведучих канатів майже в три рази, спростити кінематичну схему ліфта, зменшити навантаження на несучі конструкції будівлі, відмовитись від влаштування спеціального приміщення для блоків. Таким чином, вартість ліфта й експлуатаційні видатки значно скорочуються. Водночас таке верхнє розташування машинного відділення менш вигідне за своїми акустико-шумовими характеристиками.

Житловий будинок двосекційний, з окремим входом для кожної секції. Кількість квартир – 216. Планування будинку вирішене з певним ступенем комфортності та чітким функціональним зонуванням. В кожній квартирі передбачені тамбур-шлюз, лоджія. У підвалі розташовані господарські приміщення. Експлікація квартир будинку наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1-Експлікація квартир будинку

№ з/п	Назва приміщень	Кількість	Загальна площа, м ²	Житлова площа, м ²
1	Однокімнатна квартира	96	38,03	14,38
2	Однокімнатна квартира	24	39,80	15,82
3	Двокімнатна квартира	96	58,66	32,09
	РАЗОМ	216	10 237,44	4 840,80

Метеорологічні умови району розташування об'єкта характеризуються такими параметрами [3]:

- тривалість опалювального періоду (періоду із середньодобовою температурою повітря не вище 8 °С) – 191 доба;
- середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду – мінус 0,5 °С;
- тривалість періоду із середньодобовою температурою зовнішнього повітря не вище 0 °С – 112 діб.

Температури зовнішнього повітря, °С, характеризуються такими значеннями:

- середньорічна – 6,9;
- абсолютна мінімальна – мінус 36;
- абсолютна максимальна – 38;
- середня максимальна найбільш жаркого місяця – 24,2;
- середня найбільш холодного періоду – мінус 9;

- найбільш холодної доби забезпеченістю 0,98 – мінус 27, забезпеченістю 0,92 – мінус 25;
- найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,98 – мінус 22, забезпеченістю 0,92 – мінус 21.

Середні по місяцях температура та пружність водяної пари зовнішнього повітря наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2- Середні по місяцях температура та пружність водяної пари зовнішнього повітря [3]

Параметри	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня температура, °С	-5,4	-4,4	0	6,9	13,5	16,9	18,5	17,5	13	7,4	1,8	-2,6
Пружність водяної пари, гПа	4	4,2	5,1	8,1	11	13,7	15,2	15	11,6	8,4	6,7	5

Середньомісячна відносна вологість повітря о 13-й годині дня, %:

- найбільш холодного місяця – 84;
- найбільш жаркого місяця – 56.

Кількість атмосферних опадів за рік становить 683 мм.

Дані щодо напрямів та швидкостей вітру в районі розташування об'єкта проектування наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3- Напрями та швидкості вітру [3]

Січень		
Параметри	Напрями	

	Пн	ПнСх	Сх	ПдС х	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ х	штиль	Макс. із сер. швидкостей по румбах
Повторюваність напрямів, %	7	5	8	13	14	14	27	12	7	–
Середня швидкість вітру, м/с	4,9	3,9	4,5	5,4	5,1	6,1	7, 5	6,5	–	7,5
Липень										
Параметри	Напрями									Мін. із сер. швидкостей по румбах
	Пн	ПнСх	Сх	ПдС х	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ х	штиль	
Повторюваність напрямів, %	10	7	5	8	7	11	29	23	16	–
Середня швидкість вітру, м/с	4	3,3	2,8	3,2	3,4	3,7	4, 6	4,9	–	0

Розрахункові температури внутрішнього повітря в холодний період року для проектування системи опалення житлового будинку наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 -Розрахункові параметри внутрішнього повітря

№ з/п	Назва приміщення	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Режим вологості приміщення
----------	------------------	----------------------------	--------------------------	-------------------------------

1	Житлові кімнати	20	55	нормальний
2	Кухня	18	55	нормальний
3	Ванна	не нормується [5, табл. 4, прим. 2]	55	нормальний
4	Вбиральня	20	55	нормальний
5	Передпокій квартири	16	55	нормальний
6	Вестибюль, загальний коридор	16	55	нормальний
7	Незадимлювана сходові клітка	16	55	нормальний
8	Машинне приміщення ліфтів, сміттєзбірні кімнати, електрощитова	5	55	сухий

Температура повітря у ванних кімнатах, які не примикають до зовнішніх огорожувальних конструкцій і неопалюваних приміщень, не нормується, оскільки в них передбачене встановлення сушарок для рушників, приєднаних до циркуляційного трубопроводу системи гарячого водопостачання й оснащених термостатичними вентилями для регулювання їхньої теплової потужності [5].

Конструкція будівлі – монолітно-каркасна. В такій будівлі робоче навантаження передається на каркас із монолітного залізобетону, при цьому відпадає необхідність влаштування товстих внутрішніх перегородок, що несуть навантаження, а зовнішні стіни виконують лише роль захисних та теплоізолюючих конструкцій. Загалом, зовнішні стіни можуть бути будь-якими – панельними, цегляними, навісними тощо (в даному проекті вони виконані з керамзитобетону).

Суттєвою перевагою монолітно-каркасних будівель є можливість їхнього зведення в умовах обмеженого простору (на промайданчику, в центрі міста тощо). Особливого значення серед характеристик конструкції будівлі мають її жорсткість та міцність. У цьому відношенні монолітні

будівлі не мають собі рівних. На такі споруди значно менше впливає процес осідання, оскільки в них відсутні стики між плитами, які традиційно вважаються найслабкішим місцем панельних будинків. Монолітна конструкція забезпечує рівномірне осідання будівлі, оскільки перерозподіляє навантаження і запобігає появі тріщин.

Особливої актуальності застосування монолітних технологій набуло в останні роки у зв'язку з підвищенням вимог щодо теплоізолюючих характеристик захисних конструкцій будівель [1]. Підвищувати опір теплопередачі зовнішніх стін шляхом збільшення товщини кам'яної кладки економічно не вигідно, тому на допомогу будівельникам прийшли системи зовнішнього утеплення фасадів ефективними утеплювачами типу пінополістиролу та мінеральної вати, які оптимально вписуються в конструктивну схему монолітного будівництва.

12-поверховий житловий будинок зводиться із застосуванням збірно-щитової опалубки, що виготовляється з багат шарової високоякісної фанери, яка формує ідеально гладкі поверхні, практично готові до оздоблювальних робіт. Дуже часто це дозволяє відмовитися від «мокрих» процесів – стіни і стелі будівлі практично готові до завершальної обробки.

За допомогою мобільної збірно-щитової опалубки можна зводити будівлі каркасного типу без балок. Це відкриває широкі можливості для зведення будівель-етажерок із будь-яким фасадом, із будь-яким плануванням внутрішніх приміщень (за бажанням замовника). За допомогою ретельно підбраного функціонального комплексу опалубки можна втілити в життя будь-яку неординарну ідею архітектора, а також значно зменшити собівартість виконання будівельних робіт. Спочатку зводять внутрішні стіни і перекриття будівлі, причому приміщення можуть мати будь-яку конфігурацію та розміри. Після цього залишається лише побудувати зовнішні стіни – і будівля практично готова.

Об'єкт проектування відноситься до багатопверхових житлових будинків секційного типу:

- категорія будівлі – II (житло соціальне) [5, дод. Б];
- клас будівлі за ступенем довговічності – I-й;
- клас будівлі за ступенем вогнестійкості – II-й;
- кожна секція будинку обладнана двома пасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 400 та 630 кг;
- сміттєпровід – азбестоцементний діаметром 400 мм;
- фундамент – пальовий з монолітним ростверком та збірними залізобетонними блоками;
- стіни – з керамзитобетону на керамзитовому піску;
- перекриття та покриття – монолітні залізобетонні.

Орієнтація головного фасаду житлового будинку – на північ.

Будівництво проектного будинку передбачене в районі новобудов м. Рівне.

Планувальне рішення будівлі передбачає розміщення в ній:

- у підвальному поверху (техпідпіллі) – господарських приміщень;
- на 1 – 12 поверхах – квартир одно- та двокімнатних;
- на горіщі – технічних приміщень ліфтових шахт.

Проект будинку виконаний відповідно до вимог ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки. Основні положення.

Об'ємно-просторова композиція житлового будинку створює сприятливі умови для проживання людей.

Під житловий будинок запроектовані пальові фундаменти. По пальовій основі передбачений монолітний армований ростверк. По монолітному ростверку фундамент виконується зі збірних бетонних блоків.

Зовнішні стіни будинку запроектовані з керамзитобетону на керамзитовому піску з утепленням із плит мінераловатних гофрованої структури. Ззовні стіни облицьовуються плитами з місцевого природного каменю – туфу, а зсередини оштукатурюються вапняно-піщаним розчином.

Перекриття і покриття запроектовані з монолітного залізобетону, що дозволяє вільно і порівняно легко надавати індивідуальності фасадам та

внутрішньому плануванню. Покрівля запроектована з тришарового гідроізоляційного килима з руберойду та захисного 4-сантиметрового шару цементно-піщаної стяжки.

Міжквартирні перегородки запроектовані з керамзитобетону на керамзитовому піску з оштукатурюванням вапняно-піщаним розчином. Стіни до неопалюваного загального коридору ззовні утеплюються плитами мінераловатними гофрованої структури. Внутріквартирні перегородки керамзитобетонні.

Вікна та вітражі підібрані у відповідності з площами освітлюваних приміщень. Верх вікон максимально наближений до стелі, що забезпечує кращу освітленість у глибині кімнати. Основи вікон, тобто коробки та плетіння, виконані із сучасного металопластикового профілю, зі склопакетами. На відміну від дерев'яних вікон, вони не чутливі до зміни вологості повітря і не зазнають гниття, завдяки чому їх не треба періодично офарбовувати. Лоджії скляться за сучасною технологією безрамного скління по направляючих.

Двері в будинку, як внутрішні, так і зовнішні – зміцнені. Застосовані двері як одно-, так і двопільні висотою 2,2 м та шириною 1,3, 0,8 і 0,7 м. Для забезпечення швидкої евакуації людей під час пожежі всі двері відчиняються назовні за напрямом руху на вулицю. Дверні коробки кріпляться в отворах до антисептованих дерев'яних пробок, що закладаються в стіни під час їхнього влаштування. Для зовнішніх дерев'яних дверей, на сходових клітках та у тамбурі коробки влаштовуються з порогами, а для внутрішніх дверей – без порогів. Дверні полотна навішуються на петлях (навісах), які дозволяють знімати відкриті навстіж дверні полотна з петель – для ремонту або заміни полотна. З метою попередження перебування дверей у відчиненому стані або їхнього ляскоту встановлюються спеціальні пружинні пристрої, які тримають двері в зачиненому стані і плавно повертають їх у цей стан без удару. Двері обладнуються ручками, клямками та різними замками.

Покриття підлоги в квартирах прийняте з лінолеуму полівінілхлоридного на тканинній основі. Стяжка виконується з цементно-піщаного розчину по шлакопемзовій щебеневій засипці, що виконує роль звукоізоляційного шару. Підлога першого поверху додатково утеплюється плитами мінераловатними гофрованої структури.

Зовнішня цокольна частина будинку оздоблюється декоративною штукатуркою жовтих відтінків складу: вапно – 10 %; портландцемент – 20 %; мармурове борошно – 10 %; охра – 4,5 %; мумія – 0,5 %; гірський жовтий пісок – 15 %; мармуровий пісок крупністю 0,5-2 мм – 40 %.

Зовнішні стіни оздоблюються декоративними плитами з туфу жовтих відтінків. Внутрішні стіни в квартирах обклеюються шпалерами після оштукатурювання керамзитобетонних стін. Кухні обклеюються шпалерами, що миються, а ділянки стін над санітарними приладами облицьовуються глазурованою плиткою. В санітарних кабінах підлоги виконуються з керамічної плитки. В загальному коридорі стіни біляться крейдяною пастою, і влаштовується панель з офарбленням масляними або емалевими фарбами.

Опалення і гаряче водопостачання будинку передбачені від магістральних теплових мереж міста з нижньою розводкою трубопроводів по підвалу. Приладами опалення служать конвектори. В техпідпіллі влаштовується індивідуальний тепловий пункт для регулювання та обліку витрат теплоносія. Магістральні трубопроводи і труби стояків, що розташовані в підвальній частині будівлі, ізолюються.

Джерелом водопостачання служить існуючий водопровід діаметром 300 мм. Розрахункові витрати води по холодному водопроводу (включно з гарячою водою) при забезпеченні норми водоспоживання становлять 40,75 м³/добу, 6,27 м³/год, 2,55 л/с. Потрібний напір на вводі за господарсько-питного водоспоживання становить 30 м вод. ст. і забезпечується наявним тиском у міському водопроводі. Зовнішнє пожежегасіння передбачене від пожежних гідрантів діаметром 125 мм, що розташовані на існуючій міській водопровідній мережі.

Ввід водопроводу в будинок виконаний з чавунних труб діаметром 80 мм згідно ГОСТ 9583-75. В місці урізання вводу водопроводу у вуличну мережу передбачений колодязь із запірною засувкою. Колодязь виконується зі збірних залізобетонних елементів згідно ТПР 901-09-11.84 діаметром 1500 мм.

Ввід водопроводу діаметром 80 мм забезпечує господарсько-питні потреби житлового будинку та потреби на поливання прибудинкових зелених насаджень. Поливання зелених насаджень, проїздів, тротуарів, спортивних і дитячих майданчиків передбачене від поливальних кранів, що виведені в цоколі від внутрішньої системи водопостачання будинку.

Для обліку витрат води в техпідпіллі влаштовується водомірний вузол.

Внутрішні трубопроводи холодного і гарячого водопостачання виконані з пластикових труб виробництва фірми «Екопластик» (Чехія).

Загальна витрата стічних вод будинку становить 40,75 м³/добу, 6,27 м³/год, 4,15 л/с. Траса побутової каналізації вздовж житлового будинку запроектована на відстані від зовнішньої стіни будівлі 3-7 м. Мережа самопливна. Скид стічних вод здійснюється в існуючу фекальну мережу діаметром 200 мм. Випуски каналізаційної мережі з будинку виконуються з керамічних труб діаметром 150 мм згідно ГОСТ 286-82. Каналізаційні колодязі – зі збірних залізобетонних елементів згідно ТПР 902-09-22.84.

Атмосферні та дренажні води відводяться через дворову мережу в дощовий колектор діаметром 300 мм. Двірські мережі виконуються з керамічних труб діаметром 200 мм згідно ГОСТ 286-82. Колодязі – зі збірних залізобетонних елементів згідно ТПР 902-09-22.84 і ТПР 902-9-1 вип. IV.

Енергопостачання будинку характеризують такі технічні дані:

- напруга мережі – 380 В;
- категорія надійності електропостачання – III;
- розрахункове навантаження на ввіді – 51,8 кВт;
- втрати напруги в мережі для найбільш віддаленого споживача – 3,9 %;
- точка приєднання – трансформаторна підстанція.

Ввід в електрощитову будинку здійснюється кабелем 0,4 кВ ААБ2ЛУ-4х120 мм². В електрощитовій передбачене встановлення ввідно-розподільного пристрою типу ВРУ 1-24-53УХЛ4. Електрощитова розміщується в техпідпіллі будинку (секція А).

Облік електроенергії передбачений лічильниками, що встановлюються:

- для квартир – у щитах на поверхах;
- для домоуправління – у щиті ВРУ роздільно для силового та освітлювального навантаження.

Внутрішні мережі електропостачання виконуються відповідно до вимог СНиП 2.08.01-89*, ВСН 59-88, ПЗУ-85 та на підставі робочих креслень архітектурно-будівельної, санітарно-технічної і технологічної частин проекту будівлі.

Зовнішнє освітлення передбачене світильниками РТУ-125 з лампами ДРЛ-80 на металевих опорах висотою 8 м. Мережа виконується кабелем ААБ2ЛУ-4х35 мм² напругою 1 кВ.

Всі квартири будівлі під'єднуються до мережі кабельного телебачення та до мережі Інтернет.

На кожному секцію будинку встановлюються радіостійки з влаштуванням радіофідерів від сусідніх будинків. У кожній квартирі влаштовуються дві радіоточки – на кухні та в залі.

До кожної блок-секції будинку з внутріквартиральної телефонної мережі підводиться телефонний кабель і, залежно від можливостей міської телефонної станції, здійснюється підключення абонентів до міської телефонної мережі.

Сміттепровід унизу закінчується у сміттекамері бункером-накопичувачем. Накопичене в бункері сміття вивантажується у сміттеві візки та завантажується у сміттезбірні машини й вивозиться на міський полігон твердих побутових відходів. Стіни сміттекамери облицьовуються глазурованою плиткою, підлога оббивається металом. У сміттекамері

передбачені холодний та гарячий водопровід зі змішувачем для промивання сміттєпроводу, обладнання та приміщення сміттекамери. Сміттекамера обладнується трапом зі зливом води в господарсько-фекальну каналізацію. Біля внутрішньої стіни сміттекамери передбачений змішувач опалення у вигляді реєстру з трьох гладких труб. У верхній частині сміттєпровід має вихід на покрівлю для провітрювання сміттекамери, видалення застоюваного повітря зі сходових кліток через сміттєприймальні клапани, а також для видалення диму в разі виникнення пожежі. Вхід у сміттекамеру окремий, зі сторони вулиці.

Ступінь вогнестійкості будівлі – II.

Будинок запроектований з урахуванням ДБН В.1.1.7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Евакуація людей здійснюється безпосередньо назовні будинку по незадимлюваних сходах із шириною маршу 1,2 м.

Цокольний поверх має відособлені виходи.

Для збільшення пожежної безпеки на територію житлового будинку організований другий в'їзд, а довкола будівлі – проїзд шириною 3,5 м на відстані 4-10 м від будинку, тобто до будівлі можна під'їхати з усіх чотирьох сторін.

Забезпечення необхідної витрати води на потреби пожежегасіння проєктованого будинку передбачене від міського водопроводу.

Витрата води на пожежегасіння становить 15 л/с.

Необхідна кількість питної води з джерел водопостачання становить 90 м³/год і забезпечується від міського водопроводу.

Господарсько-побутові стічні води будинку скидаються в існуючу господарсько-фекальну мережу міста. Концентрації забруднюючих речовин на випуску стоків з будинку відповідають правилам приймання стічних вод у міську каналізацію.

Проектом будівництва 12-поверхового монолітного житлового будинку на 216 квартир передбачені:

- благоустрій та озеленення ділянки площею 0,222 га;
- відведення побутових стічних вод від проєктованих споруд в існуючу каналізаційну мережу;
- трасування інженерних комунікацій з урахуванням збереження існуючих зелених насаджень;
- відсутність шкідливих викидів в атмосферу;
- створення санітарно-захисної зони згідно чинних будівельних норм і правил та вимог санітарно-епідеміологічної служби.

2.3 Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для проєктування системи опалення 12-поверхового житлового будинку прийняті відповідно до вимог [2, п. 2.14] за параметрами «Б» для холодного періоду року такими [2, дод. 8*]:

- температура – мінус 21 °С;
- ентальпія – мінус 19,7 кДж/кг;
- швидкість вітру – 5,1 м/с.

Метеорологічні умови м. Рівне характеризуються такими параметрами [3]:

- тривалість опалювального періоду (періоду із середньодобовою температурою повітря не вище 8 °С) – 191 доба;
- середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду – мінус 0,5 °С.

Кількість градусо-днів опалювального періоду становить 3555 [2]. Температурна зона за [4] – I (перша).

Напрямок та швидкість вітру в січні з повторюваністю не менше 15 % за [3] такі: вітер – західний, швидкість – 7,5 м/с.

2.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові температури внутрішнього повітря в холодний період року для проектування системи опалення 12-поверхового житлового будинку прийняті за [5] і наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Розрахункові параметри внутрішнього повітря

№ з/п	Назва приміщення	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Режим вологості приміщення
1	Житлові кімнати	20	55	нормальний
2	Кухня	18	55	нормальний
3	Ванна	не нормується [5, табл. 4, прим. 2]	55	нормальний
4	Вбиральня	20	55	нормальний
5	Передпокій квартири	16	55	нормальний
6	Вестибюль, загальний коридор	16	55	нормальний
7	Незадимлювана сходові клітка	16	55	нормальний
8	Машинне приміщення ліфтів, сміттєзбірні кімнати, електрощитова	5	55	сухий

Температура повітря у ванних кімнатах, які не примикають до зовнішніх огорожувальних конструкцій і неопалюваних приміщень, не нормується, оскільки в них передбачене встановлення сушарок для рушників, приєднаних до циркуляційного трубопроводу системи гарячого водопостачання й оснащених термостатичними вентилями для регулювання їхньої теплової потужності [5].

В теплотехнічних розрахунках огорожувальних конструкцій житлових приміщень відносна вологість повітря прийнята рівною 55 % [4]. Режим вологості приміщень визначений за [4] і наведений у табл. 2.4.

2.5 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Умови експлуатації матеріалу зовнішніх огорожувальних конструкцій за [4, дод. К] для нормального режиму вологості приміщень житлового будинку відносяться до категорії «Б». Матеріали внутрішніх конструкцій будівлі з нормальним вологісним режимом експлуатації розраховуються для умов експлуатації «А» [4, дод. К, прим. 1].

Для I-ї температурної зони експлуатації будинку для кожного виду зовнішнього огороження за [4, табл. 1] прийняті мінімально допустимі значення опору теплопередачі, які наведені в табл. 2.6.

Мінімально допустимий опір теплопередачі внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розмежовують приміщення з різницею температур внутрішнього повітря більше 3°C, а також приміщення з поквартирним регулюванням теплоспоживання, визначений за формулою [4, п. 2.5]

$$R_{Q\ MIN} = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{\Delta t_{CF} \cdot \alpha_B} = \frac{20 - 16}{4 \cdot 8,7} = 0,172, \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

де t_{B1} та t_{B2} – розрахункові температури повітря у приміщеннях, °C (20°C в житлових кімнатах та 16°C у незадимлюваній сходовій клітці); Δt_{CF} – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця температури внутрішнього повітря та приведеної температури внутрішньої поверхні огороження, для стін 4°C [4, табл. 3]; α_B – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороження, 8,7 Вт/(м²·К) [4, дод. Е].

Таблиця 2.6 - Теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій

№ з/п	Назва огороження	Опір теплопередачі, м ² ·К/Вт		Коефіцієнт теплопередачі К, Вт/(м ² ·К)
		мінімально допустимий R _{Q MIN}	фактичний R _Ф	
1	Зовнішні стіни	2,8	2,830	0,353
2	Покриття і перекриття неопалюваних горищ	3,3	3,307	0,302
3	Перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані вище рівня землі	2,8	2,890	0,346
4	Вікна, балконні двері	0,5	0,5	2
5	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки	0,44	0,444	2,25
6	Вхідні двері в квартири, що розташовані на першому поверсі багатоповерхових будинків	0,6	0,606	1,65
7	Вхідні двері в квартири, що розташовані вище першого поверху багатоповерхових будинків	0,25	0,25	4
8	Внутрішні міжквартирні конструкції	0,172	1,005	0,995

Теплотехнічні показники прийнятих у проекті матеріалів огорожень з нормованим опором теплопередачі для відповідних умов експлуатації (зовнішні стіни – умови «Б», решта огорожень – «А») визначені за [4, дод. Л] і наведені в табл. 2.7.

Склад і товщина шарів основних конструктивних матеріалів зовнішніх і внутрішніх огорожень та перекриттів прийняті згідно вихідних даних до

дипломного проекту, натомість товщина шару утеплювача огорожувальних конструкцій визначена теплотехнічним розрахунком з умови забезпечення нормативного опору теплопередачі.

Необхідна товщина шару утеплювача визначена за формулою [6, с. 7]

$$\delta_{yT} = \lambda_{yT} \cdot \left[R_{Q \text{ MIN}} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_{Pi}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right], \text{ м}$$

де λ_{yT} – коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача, Вт/(м·К); $R_{Q \text{ MIN}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі даного огородження, м²·К/Вт; α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження, Вт/(м²·К), що визначається за [4, дод. Е]; δ_i – товщина і-го шару огородження, м; λ_{Pi} – коефіцієнт теплопровідності матеріалу і-го шару огородження, Вт/(м·К); α_B – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні огородження, Вт/(м²·К), що визначається за [4, дод. Е].

Таблиця 2.7 - Теплотехнічні показники огороджувальних конструкцій

№ з/п	Назва матеріалу	Густина ρ_0 , кг/м ³	Товщина шару δ , мм	Коефіцієнт теплопровідності λ_r , Вт/(м·К)	Схема огороження
1	2	3	4	5	6
Зовнішня стіна					
1	Плити з природного каменю – туфу	2000	25	1,05	
2	Плити мінераловатні гофрованої структури	70	70	0,055	
3	Керамзитобетон на керамзитовому піску	500	300	0,23	
4	Розчин вапняно-піщаний	1800	55	0,93	
	РАЗОМ		450		
Стіна до неопалюваного загального коридору					
1	Розчин вапняно-піщаний	1800	15	0,76	
2	Керамзитобетон на керамзитовому піску	500	120	0,17	
3	Розчин вапняно-піщаний	1800	15	0,76	
	РАЗОМ		150		
Перекрытие до горища					
1	Розчин цементно-піщаний	1600	45	0,70	
2	Плити мінераловатні гофрованої структури	70	140	0,05	
3	Щебінь шлакопемзовий	400	30	0,21	
4	Залізобетон	2500	150	1,92	
5	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	15	0,70	
	РАЗОМ		380		

Перекриття до підвалу				
1	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	15	0,70
2	Залізобетон	2500	150	1,92
3	Щебінь шлакопемзовий	400	30	0,21
4	Плити мінераловатні гофрованої структури	70	110	0,05
5	Розчин цементно- піщаний	1600	45	0,70
6	Лінолеум полівінілхлорид ний на тканинній основі	1400	10	0,23
	РАЗОМ		360	

Обчислена товщина утеплювача заокруглена в більшу сторону до двох знаків після коми, оскільки стандартна товщина прийнятого утеплювача кратна 0,01 м (10 мм).

Фактичні опори теплопередачі огорджувальних конструкцій та їх коефіцієнти теплопередачі обчислені за формулами:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$K = \frac{1}{R_{\phi}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

В дипломному проекті розрахунки опорів теплопередачі огорджувальних конструкцій та їх коефіцієнтів теплопередачі виконані за допомогою комп'ютерної програми Кап ОЗС згідно рекомендацій, викладених у літературі [7, розд. 2.2.5].

При виконанні теплотехнічного розрахунку огорджувальних конструкцій для зовнішньої стіни будинку був вибраний вологий режим експлуатації (що в європейських нормах проектування PN-EN ISO 6946

відповідає умовам експлуатації огорожень «Б» в українських нормах ДБН В.2.6.-31:2006 [4, дод. К]), а для решти огорожень – нормальний режим (що в Україні відповідає умовам експлуатації «А»).

Конструкція міжповерхових перекриттів прийнята такою самою, як конструкція перекриття до підвалу, проте без шару теплоізоляції з плит мінераловатних, але з шаром звукоізоляції із щебеню шлакопемзового. Оскільки в товщі підлоги планується прокладати трубопроводи системи опалення, то висота цементно-піщаної стяжки підлоги прийнята рівною 45 мм. Загальна висота міжповерхового перекриття становить 240 мм.

Конструкція горищного покриття аналогічна конструкції перекриття до горища, але додатково має тришаровий гідроізоляційний килим з руберойду та захисний шар цементно-піщаної стяжки товщиною 40 мм. Загальна висота горищного покриття становить 425 мм.

Зовнішні входні двері в будинок прийняті стандартні дерев'яні утеплені з коефіцієнтом теплопередачі $K = 2,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ та з розмірами 1,31 x 2,2 м. Внутрішні двері тамбура та сходової клітки прийняті стандартні дерев'яні утеплені з коефіцієнтом теплопередачі $K = 2,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ та з розмірами 1,31 x 2,2 м.

Внутрішні входні двері у квартири 1-го поверху прийняті стандартні дерев'яні утеплені з розмірами 0,8 x 2,2 м з коефіцієнтом теплопередачі $K = 1,65 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а для решти поверхів – неутеплені з коефіцієнтом теплопередачі $K = 4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Внутрішні двері в квартирах – стандартні дерев'яні з розмірами 0,7 x 2,2 м з коефіцієнтом теплопередачі $K = 5,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Балконні двері прийняті стандартні (дерево, пластик) з потрійним склінням з розмірами 0,75 x 2,5 м та з коефіцієнтом теплопередачі $K = 2,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Вікна прийняті спареного плетіння з потрійним склінням з коефіцієнтом теплопередачі $K = 2,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ та з розмірами: 0,75 x 1,7 м; 1,51 x 1,7 м; 1,81 x 1,7 м.

2.6 Розрахунок тепловтрат приміщень

Розрахункові тепловтрати приміщень визначені як сума втрат теплоти крізь огорожувальні конструкції $Q_{\text{ОГОР}}$ та витрат тепла на нагрівання зовнішнього повітря в об'ємі нормативного повітрообміну $Q_{\text{ВЕНТ}}$ [2, п. 3.1*] за формулою [12, п. 2.2]

$$Q_1 = Q_{\text{ОГОР}} + Q_{\text{ВЕНТ}}, \text{ Вт}$$

Основні та додаткові втрати теплоти (тепловий потік) крізь окремі огорожувальні конструкції визначені відповідно до [2, дод. 12*] за формулою

$$Q_{\text{ОГОР}} = A(t_B - t_3) \left(1 + \sum \beta\right) \frac{n}{R}, \text{ Вт}$$

де A – розрахункова площа огорожувальної конструкції, м^2 ; R – опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; t_B – розрахункова температура повітря у приміщенні, $^{\circ}\text{C}$; t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду (для розрахунку тепловтрат крізь зовнішні огородження) або температура повітря більш холодного сусіднього приміщенні (для розрахунку тепловтрат крізь внутрішні огородження у випадку, якщо температура в суміжному приміщенні відрізняється від температури в даному приміщенні t_B більше ніж на 3°C), $^{\circ}\text{C}$; n – коефіцієнт, що приймається залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря згідно СНиП II-3-79**); β – додаткові втрати теплоти в частках від загальних втрат, що визначаються за [12, табл. 3] (для 12-поверхового будинку для зовнішніх вертикальних огороджень першого і другого поверхів $\beta = 0,10$, для третього поверху $\beta = 0,05$; для зовнішніх огороджень західної орієнтації, звідки в січні

дме вітер з повторюваністю не менше 15 % і швидкістю не менше 5 м/с, $\beta = 0,10$).

Кількість тепла на нагрівання зовнішнього повітря обчислюється для кожного опалюваного приміщення, що має хоча б одне вікно, виходячи з необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря в об'ємі однократного повітрообміну за годину (для житла II-ї категорії [5, табл. 4]), за формулою [12, п. 2.4]

$$Q_{\text{ВЕНТ}} = 0,337 F_{\text{П}} h (t_{\text{В}} - t_{\text{З}}), \text{ Вт}$$

де $F_{\text{П}}$ – площа підлоги приміщення, м^2 ; h – висота приміщення від підлоги до стелі, м, але не більше 3,0 м; 0,337 – коефіцієнт, $\text{кВт}/(\text{К} \cdot \text{м}^3)$.

Витрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить через вхідні двері у ліфтовий хол, для кожної секції будинку дорівнюють [12, п. 2.4]

$$\begin{aligned} Q_{\text{ВЕНТ}} &= 0,7V(H + 0,8P)(t_{\text{В}} - t_{\text{З}}) = \\ &= 0,7 \cdot 1 \cdot (36 + 0,8 \cdot 264) \cdot [16 - (-21)] = 6400, \text{ Вт} \end{aligned}$$

де H – висота будинку від низу вхідних дверей до верху перекриття сходової клітки, 36 м; P – розрахункова кількість мешканців в одній секції будинку, 264 особи; V – коефіцієнт, що враховує кількість вхідних тамбурів, для одного тамбура (двоє дверей) дорівнює 1.

Втрати теплоти, додані до тепловтрат загальних коридорів перших двох поверхів будівлі (по 3200 Вт на кожному поверсі).

Втрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить через двері опалюваних незадимлюваних сходових кліток з виходами на лоджії на кожному поверсі, у якій $P = 0$, а значення H_i для кожного поверху приймається рівним відстані в м від низу дверей розрахункового поверху до

верху перекриття сходової клітки [12, п. 2.4]. Ці втрати теплоти для кожної секції будинку дорівнюють

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ВЕНТ}} &= 0,7 \sum_{i=1}^n H_i \cdot (t_B - t_3) = \\
 &= 0,7 \cdot (36 + 33 + 30 + 27 + 24 + 21 + 18 + 15 + 12 + 9 + 6 + 3) \cdot [16 - (-21)] = \\
 &= 930 + 850 + 780 + 670 + 620 + 540 + 470 + 390 + 310 + 230 + 160 + 80 = 6030 \\
 &\quad , \text{ Вт}
 \end{aligned}$$

Тепловтрати сходової клітки крізь огороження визначені як для одного приміщення без поділу на поверхи [6, с. 9].

Проте для визначення розрахункової потужності опалювальних приладів, що встановлюються на окремих поверхах незадимлюваної сходової клітки, виконаний розрахунок тепловтрат сходової клітки на кожному поверсі, який наведений у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 - Розрахункова теплова потужність опалювальних приладів на поверхах незадимлюваної сходової клітки

Поверх	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
Тепловтрати крізь огороження, Вт	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	3458
Тепловтрати на нагрівання зовнішнього повітря, Вт	930	850	780	670	620	540	470	390	310	230	160	80	6030
Разом тепловтрати:													
– у Вт	1218	1138	1068	958	908	828	758	678	598	518	448	368	9488
– у %	12,8	12,0	11,3	10,1	9,6	8,7	8,0	7,1	6,3	5,5	4,7	3,9	100

Таблиця 2.9 - Тепловтрати приміщень житлового будинку

Приміщення		t, °C	Тепловтрати Q ₁ , Вт					
номер (символ)	назва		Секція А			Секція Б		
			поверх					
			1	2-11	12	1	2-11	12
1	житлова кімната	20	685	564	627	685	564	627
2	кухня	18	529	447	481	529	447	481
3	кухня	18	529	447	481	529	447	481
4	житлова кімната	20	814	685	746	814	685	746
5	житлова кімната	20	1192	1010	1092	821	676	753
6	житлова кімната	20	1224	1039	1123	879	724	809
7	житлова кімната	20	853	719	784	853	719	784
8	кухня	18	571	485	523	571	485	523
9	кухня	18	571	485	523	571	485	523
10	житлова кімната	20	734	605	675	734	605	675
11	кухня	18	571	485	523	571	485	523
12	житлова кімната	20	835	692	768	835	692	768
13	житлова кімната	20	734	605	675	734	605	675
14	кухня	18	571	485	523	571	485	523
15	кухня	18	571	485	523	571	485	523
16	житлова кімната	20	853	719	784	853	719	784
17	житлова кімната	20	879	724	809	1224	1039	1123
18	житлова кімната	20	821	676	753	1192	1010	1092
19	житлова кімната	20	814	685	746	814	685	746
20	кухня	18	529	447	481	529	447	481
21	кухня	18	529	447	481	529	447	481
22	житлова кімната	20	755	627	690	755	627	690
23	загальний коридор	16	3978	3873 (2-й) 673 (3-11-й)	920	3978	3873 (2-й) 673 (3-11-й)	920
SM	сміттекамера	5	949	–	–	949	–	–
A/B	ходова клітка	16	9488			9488		

Розрахунок тепловтрат приміщень житлового будинку виконаний за допомогою комп'ютерної програми Кап ОЗС за методичними рекомендаціями, що наведені в літературі [7]. У дод. 3 наведені загальні результати розрахунку тепловтрат житлового будинку, а також детальні результати розрахунку тепловтрат деяких найбільш характерних приміщень будівлі – житлових кімнат, кухонь, сходових кліток, сміттекамер, а в дод. 4 – фрагмент відомості тепловтрат приміщень будинку (через значний обсяг всі результати розрахунків у пояснювальній записці не наводяться). Узагальнені дані щодо тепловтрат приміщень будинку наведені в табл. 3.5.

Перед початком розрахунку всі опалювані приміщення були пронумеровані на планах поверхів, починаючи від найближчого до ліфтового холу приміщення за рухом годинникової стрілки. У розрахунку прийнята п'ятизначна нумерація приміщень, де перші дві цифри позначають поверх будинку (від 1-го до 12-го), наступна цифра – секцію (1 для секції А та 2 для секції Б), а останні дві цифри – порядковий номер приміщення на плані поверху. Сходові клітки позначені літерами А та В, сміттекамери – символами SMA та SMB, техпідпілля – PIW.

Лінійні розміри огорожень, що потрібні для обчислення їх площі, виміряні на планах поверхів та на вертикальному розрізі будинку з точністю до 0,1 м за такими правилами [6, с. 10]:

– Зовнішні стіни. За планами визначена довжина огорожень: для кутових приміщень – по зовнішній поверхні стіни від наріжного кута до осі або середини внутрішньої стіни; для рядових приміщень – між осями внутрішніх стін. За розрізами визначена висота огорожень: на першому поверсі – від нижньої поверхні підвального перекриття (стелі підвалу) до рівня чистої підлоги другого поверху; на середніх поверхах – від поверхні підлоги даного поверху до поверхні підлоги вище розташованого поверху; на останньому поверсі – від поверхні підлоги до верху конструкції горищного перекриття.

– Підлоги та стелі. Розміри для розрахунку площ виміряні між осями внутрішніх стін і внутрішньою поверхнею зовнішніх стін.

– Вікна і двері. Визначені найменші розміри будівельних отворів для даних конструкцій.

– Сходові клітки. Висота зовнішньої стіни обчислена від низу підвального до верху горищного перекриття, інші розміри прийняті за попередніми правилами. Сходова клітка розрахована як одне приміщення без поділу на поверхи.

Під час розрахунку площ вертикальних огорожувальних конструкцій врахована наявність (або відсутність) в них вікон, дверей та балконних дверей.

Розрахункові тепловтрати всієї будівлі дорівнюють

$$Q_1 = 358880 + 6400 \cdot 2 + 6030 \cdot 2 = 383740, \text{ Вт}$$

де 358880 – сумарні розрахункові тепловтрати всіх приміщень (через огороження та на нагрівання вентиляційного повітря), Вт, обчислені за допомогою програми Кап ОЗС; 6400 – витрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить через входні двері у ліфтовий хол однієї секції будинку, Вт; 6030 – витрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить через двері опалюваних незадимлюваних сходових кліток з виходами на лоджії на кожному поверсі, обчислені для однієї секції будинку, Вт.

2.7 Проектування системи опалення

Джерелом теплопостачання житлового будинку є міські зовнішні теплові мережі з розрахунковою температурою теплоносія у зовнішньому контурі 150-70°C. Система опалення житлового будинку приєднується до

міських зовнішніх мереж за незалежною схемою через індивідуальний тепловий пункт, що запроектований у техпідпіллі будинку.

Увід теплової мережі в будинок виконаний зі сталевих електрозварних попередньо ізольованих труб діаметром 89x3,5 мм (по ГОСТ 10704-91) в оболонці «Spiroflex». Монтаж попередньо ізольованих труб проводиться за температури зовнішнього повітря не нижче 10 °С. Змонтована тепла мережа випробовується тиском 1,25 P_{роб}, але не менше 0,65 МПа.

Теплоносієм для системи опалення будинку є вода з параметрами T₁ = 90°С, T₂ = 70°С. Циркуляція теплоносія – насосна.

Відповідно до вимог [12, п. 1.2] при проектуванні централізованих систем водяного опалення житлових будинків перевагу належить надавати насосним двотрубним системам опалення з місцевими та центральними регуляторами теплової потужності. Такі системи проектуються з радіаторними термостатичними клапанами (РТК) на підводках до опалювальних приладів та з центральними автоматичними регуляторами теплової потужності, що встановлюються в індивідуальних теплових пунктах будівель.

Двотрубні системи опалення дорожчі за однотрубні, проте саме в двотрубних системах може бути ефективно реалізоване автоматичне місцеве регулювання за допомогою РТК при економії теплової енергії до 10 % за рік.

Для проектованого житлового будинку прийнята вертикальна двотрубна система водяного опалення з нижнім розведенням магістралей Т11 та Т21 [12, п. 3.2], що прокладаються в техпідпіллі будинку.

В місцях приєднання вертикальних стояків до розвідних магістральних трубопроводів передбачене встановлення запірної арматури – кульових вентилів з отворами для зливання води. Місця приєднання стояків до розвідних трубопроводів розташовуються на відстані не менше

1 м від осі стояка для того, щоб послабити зусилля, спричинені температурним видовженням трубопроводів.

У верхніх точках стояків системи опалення з нижнім розведенням передбачене встановлення автоматичних повітровідвідників [12, п. 3.3].

В житловому будинку запроектована поквартирна система опалення з горизонтальними двотрубними гілками трубопроводів, що прокладаються в конструкції підлоги у гофтрубі, та з приладами поквартирного обліку теплоспоживання системою опалення. В ліфтових холах та сходових клітках прийнята вертикальна двотрубна система опалення.

Біля кожного опалювального приладу в квартирах передбачене встановлення радіаторних термостатичних клапанів, крім того в основах стояків встановлюються регулятори перепаду тиску, які сприяють більш ефективній роботі РТК [12, пп. 3.5, 4.7]. Справа в тому, що в разі встановлення РТК біля кожного опалювального приладу існує можливість зменшення витрат води в мережі через закриття частини клапанів. У цьому випадку перепад тиску на тих РТК, які залишаються відкритими, може збільшитися, і це призведе до виникнення шуму. З метою попередження цих проблем (підтримання на постійному рівні різниці тиску в подавальному та зворотному трубопроводах) і застосовуються регулятори тиску, що встановлюються на стояках.

На зворотних стояках у проекті прийняті регулятори перепаду тиску з внутрішньою різьбою типу ASV-PV PLUS виробництва «Danfoss», які підтримують постійний перепад тиску в діапазоні $dP = 20...40$ кПа, а на подавальних – налаштовувані запірно-вимірювальні клапани типу ASV-I виробництва «Danfoss», які обмежують максимальну витрату теплоносія через стояк, мають вимірювальні ніпелі та отвори для підключення імпульсної трубки від регулятора перепаду тиску ASV-PV PLUS.

РТК – це інструмент комфорту й економії. Комфорт у загальному коридорі, сходовій клітці, ліфтовому холі – це надмірність, а досягнути в цих приміщеннях економії навряд чи можливо через відсутність у них

господаря. Тому в допоміжних приміщеннях будинку – ліфтових холах, сходових клітках, сміттекамерах, де люди перебувають непостійно, РТК не встановлюються.

РТК підібрані за їх гідравлічною характеристикою, що відповідає зоні пропорційності 2К [12, п. 4.4]. Це означає, що достатньо перевищення кімнатної температури на 2°C по відношенню до тієї, на яку встановлена термостатична головка клапана, і він повністю закриється. При виборі типу РТК перевага надана тим модифікаціям, в яких попереднє налаштування та регулювання суміщені в одному приладі. При застосуванні РТК на зворотній підводці до опалювального приладу спеціальні клапани з ручним попереднім налаштуванням не встановлюються.

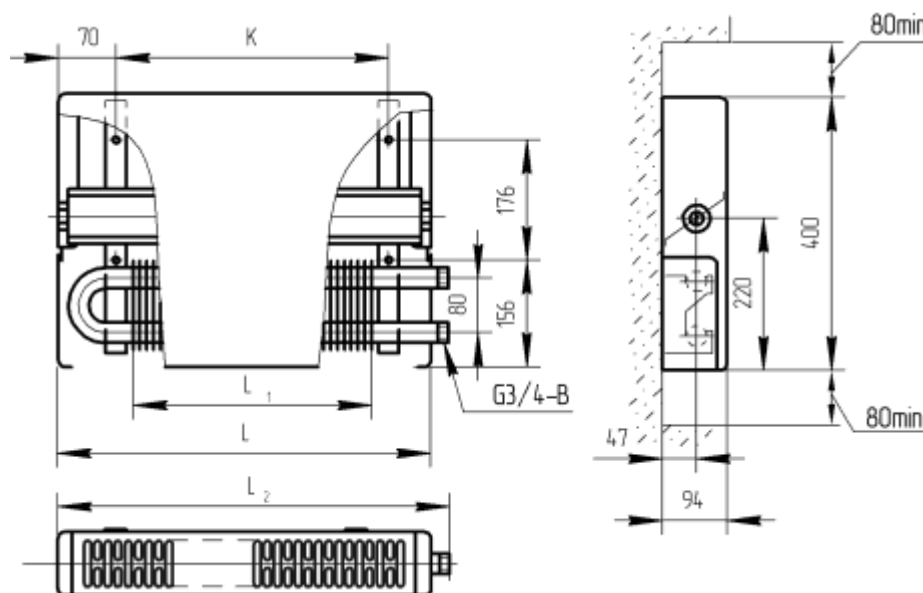


Рисунок 2.1 - Сталевий конвектор «Універсал ТБ» малої глибини (94 см) кінцевий

Як опалювальні прилади прийняті конвектори опалювальні «Універсал ТБ» типу КСК20 висотою 428 мм малої та середньої глибини виробництва «Сантехпром» (рис. 2.1). Встановлення конвекторів середньої глибини передбачене на перших двох поверхах ліфтових холів, де спостерігаються значні втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить у будинок через входні двері. Регулювання тепловіддачі

опалювальних приладів здійснюється кутовими радіаторними термостатичними вентилями прямої дії з попереднім налаштуванням типу RTD-N виробництва компанії «Danfoss». На зворотній підводці конвекторів встановлюються кутові запірні клапани типу RLV виробництва «Danfoss» з можливістю приєднання дренажного крана, що призначені для відключення окремого опалювального приладу для його демонтажу або для технічного обслуговування без зливання води з усієї системи.

Підключення опалювальних приладів до розподільних трубопроводів – бокове одностороннє, подавальний трубопровід зверху, зворотний – знизу (стандартне підключення згідно EN 442). За такого підключення усувається можливість нерівномірного протікання теплоносія через опалювальний прилад, що попереджає утворення зон з пониженою тепловіддачею, тому в процесі експлуатації за номінального навантаження та витрати теплоносія зменшення потужності приладу не спостерігається [10, с. 105].

Конвектори в кімнатах встановлюються під віконними отворами без ніш та лицевальних панелей з дотриманням мінімальних нормативних відстаней від опалювального приладу до стіни, підвіконника і підлоги та з улаштуванням спеціального теплозахисного екрана біля зовнішньої стіни, завдяки чому не спостерігається втрат теплової потужності приладу [10, с. 106]. Конвектори в ліфтових холах та сходових клітках встановлюються біля внутрішніх стін відкрито.

Видалення повітря із системи опалення здійснюється повітровідвідниками, що встановлюються в конструкції термостата RTD-N конвекторів та автоматичними повітровідвідниками, встановленими на розподільних колекторах, а також у верхніх точках системи опалення.

Вузол квартирної обліку теплоспоживання системи опалення складається з лічильника тепла або лічильника води, фільтра, запірного вентиля типу ASV-I, двох квартирних розподільників (компактних міні-колекторів) та двох кульових вентилів на подавальному і зворотному трубопроводах.

Обв'язки опалювальних приладів та вузлів квартирного обліку теплоспоживання наведені на аркуші 1 у графічній частині дипломного проекту.

Поквартирне розведення виконане з поліетиленових труб марки РЕ-Хс з антидифузійним захистом згідно DIN 4726 та DIN 16892/93, $T_{рек} = 95^{\circ}\text{C}$, $T_{макс} = 110^{\circ}\text{C}$, $P_{макс} = 0,6 \text{ МПа}$, із зажимним з'єднанням, виробництва польської компанії KAN. Схема прокладання трубопроводів у конструкції підлоги наведена на рис. 2.2.

Матеріал труб розподільних стояків, магістральних трубопроводів у техпідпіллі та підводок до опалювальних приладів у сміттекамерах такий:

– діаметром до 50 мм включно – труби сталеві безшовні водогазопровідні оцинковані легкі згідно ГОСТ 3262-75*, $T_{макс} = 150^{\circ}\text{C}$, $P_{макс} = 1,0 \text{ МПа}$;

– діаметром більше 50 мм – труби сталеві електрозварні прямошовні згідно ГОСТ 10704-91 зі сталі СЗсп2 згідно ГОСТ 10705-80*, $T_{макс} = 300^{\circ}\text{C}$, $P_{макс} = 2,5 \text{ МПа}$.

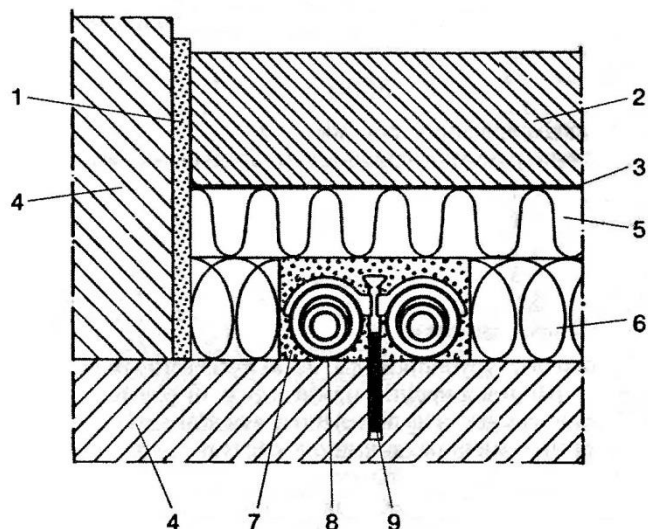


Рис. 2.2 - Схема прокладання трубопроводів у конструкції підлоги

1 – смуга ізоляції по краю (гофрований картон); 2 – цементна підлога $\delta = 45$ мм;

3 – поліетиленова плівка $\delta = 0,2$ мм; 4 – бетон; 5, 6 – PUR-тверда піна W040 $\delta = 60$ мм; 7 – полістиролова піна PS 20 SE; 8 – трубопроводи із захисною гофрованою трубою; 9 – нейлонова скоба для фіксації трубопроводу, яку вбивають у бетон

Стояки, підводки до приладів та відкрито прокладені трубопроводи офарбовуються масляною фарбою за 2 рази. Труби нижче позначки $\pm 0,000$ покриваються ґрунтовкою ГФ-021 в один шар та фарбою БТ-177 у два шари.

Розподільні стояки та магістралі в техпідпіллі ізолюються:

– діаметром до 50 мм включно – шнуром теплоізоляційним з мінеральної вати товщиною 30 мм у сітчастих трубах з нитки скляної згідно ТУ 36-1695-79;

– діаметром більше 50 мм – плитами теплоізоляційними мінераловатними на синтетичному сполучнику марки М-125, ГОСТ 9573-82 товщиною 50 мм.

Покрівний шар – склопластик рулонний РСТ згідно ТУ 6-11-523-82.

Для забезпечення додатньої температури повітря в техпідпіллі частина ділянок зворотного трубопроводу розвідної магістралі не ізолюється. На продухах підвалу передбачені утеплені стулки для їх закриття в зимовий час.

У місцях перетину перекриттів, внутрішніх стін і перегородок трубопроводи прокладаються в гільзах із негорючих матеріалів. Замуровування зазорів та отворів у місцях прокладання трубопроводів передбачене негорючими звукоізоляційними матеріалами.

Розвідні магістральні трубопроводи прокладаються з похилом 0,003 в напрямку до запірної арматури (дренажних шарових кранів Oventrop Ortibal) зі штуцерами для приєднання шлангів для зливання води (з метою спорожнення системи).

Компенсація лінійних подовжень труб за робочих температур експлуатації системи опалення передбачена за рахунок їх вигинів, обумовлених геометрією будівлі (самокомпенсація). З'єднання сталевих трубопроводів – зварне.

Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення 12-поверхового житлового будинку виконаний за допомогою комп'ютерної програми Kan co-Graf з використанням результатів розрахунку тепловтрат приміщень у програмі Kan OZC відповідно до методичних рекомендацій, викладених у літературі [11].

В рамках гідравлічних розрахунків системи опалення у програмі Kan co-Graf:

- підбираються діаметри ділянок трубопроводів;
- визначаються гідравлічні опори циркуляційних кілець з урахуванням гравітаційного тиску, що зумовлений охолодженням води в трубопроводах та опалювальних приладах;
- визначаються втрати тиску в системі;
- компенсується надлишок тиску в циркуляційних кільцях шляхом підбору попередніх налаштувань РТК або діаметрів дросельних діафрагм;

- підбираються налаштування регуляторів різниці тиску, що встановлюються в основах стояків, відгалужень тощо;
- враховуються потрібні гідравлічні характеристики (авторитети) РТК.

В рамках розрахунку втрат тепла трубопроводами системи опалення програма реалізує такі функції:

- визначаються теплонадходження в окремі приміщення від трубопроводів системи опалення, що проходять через них;
- обчислюється охолодження теплоносія в трубопроводах.

В рамках розрахунку опалювальних приладів програма реалізує такі функції:

- визначаються витрати теплоносія через опалювальні прилади з урахуванням його охолодження у трубопроводах;
- підбираються розміри опалювальних приладів;
- враховується вплив охолодження теплоносія в трубопроводах на величину гравітаційного тиску в циркуляційних кільцях системи, а також на теплову потужність опалювальних приладів.

При виконанні розрахунку прийняті такі вихідні дані:

- розрахункова температура зовнішнього повітря – мінус 21°C;
- теплоносій – вода;
- розрахункова температура теплоносія на вході в систему опалення – 90°C;
- розрахункове охолодження теплоносія в системі опалення – 20°C;
- варіант розрахунків – проектування нового обладнання;
- типи труб, що використовуються в системі:
 - тип А – труби сталеві безшовні водогазопровідні оцинковані легкі згідно ГОСТ 3262-75*;
 - тип В – труби поліетиленових марки PEX-ZAC з антидифузійним захистом згідно DIN 4726 та DIN 16892/93 (рекомендована температура теплоносія для цього типу труб становить 95°C);

- тип С – труби сталеві електрозварні прямошовні згідно ГОСТ 10704-91 зі сталі СЗсп2 згідно ГОСТ 10705-80*;

- максимальна питома лінійна втрата тиску в трубопроводах R_{\max} – 150 Па/м;

- частка гравітаційного тиску, що враховується в гідравлічних розрахунках, – 75 %;

- частка використання теплонадходжень від трубопроводів – 30 % (для поквартирних систем опалення з прокладанням розвідних трубопроводів у конструкції підлоги);

- максимальна частка теплонадходжень, що враховуються в тепловому балансі приміщень при підборі опалювальних приладів, – 30 %;

- мінімальне та максимальне охолодження теплоносія в опалювальних приладах – відповідно 10 та 40 °С;

- мінімальні втрати тиску на термостатичних вентилях – 20 000 Па (відповідно до рекомендацій компанії Danfoss);

- мінімальні втрати тиску на запірно-вимірювальних клапанах – 3 000 Па;

- мінімальні втрати тиску на регуляторах перепаду тиску – 10 000 Па.

Процес виконання розрахунків системи опалення у програмі Kan со- Graf складається з таких етапів:

- збереження поточного файлу даних на диску;

- контроль правильності схеми системи;

- контроль правильності введених даних;

- контроль відсоткових часток потужності опалювальних приладів в окремих приміщеннях;

- підбір діаметрів на ділянках трубопроводів;

- визначення теплонадходжень від трубопроводів і підбір опалювальних приладів та витрат води у споживачах тепла;

- підбір вентилів та налаштувань для їхнього попереднього регулювання;

- контроль результатів розрахунків;
- аналіз витрат води в проектованій системі;
- збереження результатів розрахунків.

Теплова потужність системи опалення визначена за формулою [12, п. 2.1]

$$Q = (Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 - Q_3) + Q_2 = ,$$

$$= (383,74 \cdot 1,04 \cdot 1,015 - 0,01 \cdot 8704) + 383,74 \cdot 0,04 = 333,4 \text{ кВт}$$

де Q_1 – теплові втрати будівлі, 383,74 кВт; b_1 – коефіцієнт, що залежить від типу опалювального приладу, який для конвекторів типу «Універсал ТД» КСК 20 У при номінальному тепловому потоці мінімального типорозміру 0,4 кВт і типорозмірному кроці 0,1 кВт становить 1,04 [12, табл. 1]; b_2 – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати теплоти зарадіаторними ділянками зовнішніх стін, який для конвекторів, що встановлюються біля зовнішнього стінового огороження, дорівнює 1,015 [12, табл. 2]; Q_2 – втрати теплоти трубопроводами, прокладеними в неопалюваних приміщеннях, кВт, що прийняті в розмірі 4 % від величини тепловтрат Q_1 ; Q_3 – тепловий потік, що регулярно надходить від освітлення, обладнання та людей, який для житлового будинку обчислений з розрахунку 0,01 кВт на 1 м² загальної площі.

Розрахункове річне теплоспоживання системи опалення 12-поверхового житлового будинку визначене за формулою [12, п. 2.6]

$$Q_{р\text{ич}} = \frac{0,086 Q S b}{t_B - t_3} = \frac{0,086 \cdot 333,4 \cdot 3555 \cdot 0,9}{18 - (-21)} = 2352,1, \text{ ГДж}$$

де Q – розрахункова теплова потужність системи опалення, 333,4 кВт; S – кількість градусо-днів опалювального періоду для району проектування, 3555; b – коефіцієнт, що враховує устаткування опалювальних приладів автоматичними терморегуляторами, 0,9; t_B – розрахункова температура

внутрішнього повітря у приміщеннях, прийнята в середньому 18°C ; t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря (за параметрами «Б»), мінус 21°C .

Індивідуальний тепловий пункт будинку включає в себе вузол комерційного обліку теплоспоживання, вузол приготування теплоносія для системи опалення та вузол приготування гарячої води для системи гарячого водопостачання.

Вузол приготування теплоносія для двотрубної системи опалення з незалежним приєднанням до теплової мережі, крім циркуляційного насоса і регуляторів, включає в себе пластинчастий теплообмінник, закриті розширювальні баки із запобіжними клапанами та вузол підживлення незалежного контуру циркуляції.

Встановлюються один робочий та один резервний насоси, які обладнуються запірною арматурою, зворотними клапанами, байпасними лініями і дифманометрами.

Конструкція індивідуального теплового пункту показана на арк. 8 у графічній частині дипломного проекту.

Основним обладнанням теплового пункту є:

- запірна арматура – крани кульові муфтові та фланцеві;
- грязьовик, в якому тверді частинки, що можуть міститися в теплоносії з теплової мережі, осідають під дією гравітаційних сил;
- сітчастий фільтр – для більш якісного очищення теплоносія після грязьовика;
- лічильники гарячої та холодної води;
- теплолічильник у складі теплообчислювача, перетворювача витрати вихроакустичного та комплекту датчиків температури (термометрів опору); теплообчислювач розраховує спожиту теплову енергію на підставі заміряної витрати (витратоміром) та різниці температур у подавальному і зворотному трубопроводах, що вимірюються датчиками температури;

– клапан регулятора теплового потоку, який змінює витрату теплоносія з тепломережі, забезпечуючи необхідну температуру води на вході в систему опалення;

– електронний регулятор теплового потоку, який управляє температурою теплоносія на вході в систему опалення за показниками датчика температури.

Регулювання здійснюється відповідно до запрограмованого температурного графіка шляхом порівняння з показами температури зовнішнього повітря від датчика температури зовнішнього повітря.

Останній, що являє собою термометр опору (зміна опору пропорційна зміні температури зовнішнього повітря), встановлюється на північній стороні будинку, поза зоною дії теплових потоків від вікон, дверей, димоходів;

– запобіжний клапан – для захисту системи опалення від можливого перевищення тиску в разі неспрацьовування автоматичних клапанів;

– спускні (дренажні) крани – для спорожнення системи опалення;

– теплообмінники пластинчасті виробництва фірми «Alfa laval» для систем опалення та гарячого водопостачання;

– циркуляційні насоси;

– розширювальні баки;

– зворотні клапани.

2.8 Розрахункові температури внутрішнього повітря та вимоги щодо повітрообміну

Таблиця 2.10 - Розрахункові температури внутрішнього повітря і нормативні вимоги щодо повітрообміну

	Назва приміщення		Вимоги до повітрообміну
--	------------------	--	-------------------------

№ з/п		Температура повітря взимку, °С	приплив	витяжка
1	Житлова кімната	20	1-кратн.	–
2	Кухня з електроплитою	18	–	60 м ³ /год
3	Ванна	не нормується	–	25 м ³ /год
4	Вбиральня	20	–	25 м ³ /год
5	Вестибюль, загальний коридор, передпокій квартири	16	–	–
6	Незадимлювана сходова клітка типу Н1	14	–	–
7	Машинне приміщення ліфтів, електрощитова	5	–	0,5-кратн.
8	Сміттєзбірна кімната	5	–	1-кратн.

Розрахункові температури внутрішнього повітря і вимоги щодо повітрообміну в приміщеннях житлового будинку для проектування системи вентиляції прийняті відповідно до вимог ДБН В.2.2-15-2005 [5, п. 5.23, табл. 4] з урахуванням Зміни № 1 [18] і наведені в табл. 4.1.

Вентиляція, тобто організований повітрообмін, є основним засобом забезпечення чистоти повітря в квартирах житлових будинків. Від якості і надійності роботи вентиляції залежить комфортність проживання, схоронність та довговічність будівельних конструкцій.

В Україні у житлових будинках II-ї категорії, як правило, застосовують системи природної припливно-витяжної вентиляції. Зовнішнє припливне повітря надходить у квартири через нещільності у віконному плетінні, кватирки, фрамуги, відкриті вікна або через припливні клапани. Основною перевагою природної вентиляції є її простота та невисока вартість, а також практична відсутність необхідності в її обслуговуванні. Недоліками є нестійкий повітряний режим квартир, спричинений значним впливом температури зовнішнього повітря та сили вітру, а також дискомфорт від використання кватирок при низьких

зовнішніх температурах. Відкриття кватирок зазвичай призводить до надлишкового провітрювання й охолодження приміщень, що особливо дається взнаки в періоди похолодань.

Висока герметичність сучасних вікон зробила практично непрацездатними системи природної вентиляції. У квартирах погіршилася комфортність проживання: спостерігається підвищена вологість та низька якість повітря, зростає ймовірність грибкових уражень конструкцій. Розгерметизація квартир шляхом відкриття кватирок у герметичних вікнах не дозволяє забезпечувати потрібний мікроклімат у квартирах і значно скорочує ефективність використання тепла, затрати якого на підігрівання вентиляційного повітря в сучасній квартирі перевищують втрати тепла крізь зовнішні огороження. Відкриття кватирок викликає підвищений рівень шуму, що проникає в квартири будинків, які виходять на вулицю.

Нормалізувати повітряно-тепловий режим квартир, забезпечити потрібний повітрообмін, знизити витрати тепла на 10-15% дозволяє влаштування регульованої вентиляції з природним припливом через спеціальні припливні пристрої – клапани, які забезпечують нормативний повітрообмін та зниження шуму, що проникає у квартири, до рівня нормативних вимог.

У дипломному проекті в 12-поверховому житловому будинку II-ї категорії запроектована система природної загальнообмінної вентиляції з природним припливом та видаленням повітря.

Система природної вентиляції прийнята з видаленням витяжного повітря через тепле горище та шахту на покрівлі (рис. 2.3).

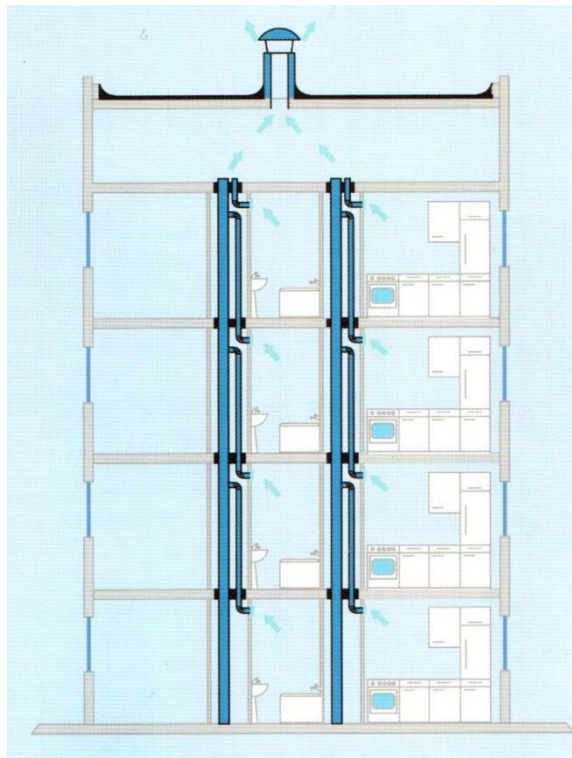


Рисунок 2.3 - Схема системи природної вентиляції зі спільними витяжними каналами в будинку з теплим горищем

Перевагами такої схеми є:

- зменшення тепловтрат через стелю останнього поверху будинку;
- влаштування однієї викидної шахти на одну секцію житлового будинку замість численних виводів на покрівлю вентиляційних блоків і каналізаційних стояків та пов'язаних із цим робіт з герметизації стиків.

Водночас даній схемі також притаманні такі недоліки:

- мала величина наявного гравітаційного тиску;
- можливі проблеми з вентиляцією верхніх поверхів: важко узгодити наявний тиск між збірним каналом та каналами-супутниками;
- можливість перекидання тяги на верхніх поверхах за недостатньо високої температури повітря на горищі, яка може бути спричинена:
 - великими тепловтратами через зовнішні огороження теплового горища;
 - зменшенням витрати повітря, що видається, за слабкої інфільтрації припливного повітря в квартири;

- розгерметизацією горища при експлуатації;
- можливість перекидання тяги на верхніх поверхах при силі вітру більше 5 м/с та розгерметизації горища;
- можливість випадання конденсату на внутрішніх поверхнях зовнішніх огорожень теплового горища та пов'язане із цим їхнє руйнування й утворення плісняви, спори якої можуть проникати і в житлові приміщення.

На одну секцію будинку (за умови герметичного розділення секцій одна від одної) влаштовується одна витяжна шахта зі співвідношенням сторін не більше 1:2 з відкритим оголовком висотою не менше 4,5 м від верху перекриття над останнім поверхом. Для збирання атмосферних опадів на підлозі горища під шахтою розміщується піддон глибиною 250 мм. У розрахункових умовах температура повітря на горищі має бути не нижча 14°C [14, п. 5.3].

Припливне повітря надходить в житлові кімнати квартири, видалення повітря здійснюється з підсобних приміщень із верхньої зони через регульовані решітки. Повітрообмін у квартирах організований таким чином, щоб виключити перетікання повітря з підсобних приміщень у житлові кімнати. Двері кухонь, ванн, вбиралень і підсобних приміщень знизу мають зазори висотою 20-30 мм для надходження повітря із житлових кімнат.

Приплив повітря у житлові кімнати квартири здійснюється через припливні регульовані клапани, що встановлюються в плетінні вікна у верхній його частині (рис. 2.4).

Найпростіші і найдешевші пристрої, що вбудовуються у віконне плетіння, складаються з:

- інсайда (внутрішньої частини) з клапаном ручного регулювання з можливістю повного перекриття потоку;
- каналу, який встановлюється у виконану фрезою щілину у віконному плетінні;

– зовнішньої решітки, що захищає від атмосферних опадів та прикнення комах.

Більш сучасні інсайди можуть додатково обладнуватися фільтрами (G2 або G3), шумовою ізоляцією та штормовим захистом. Замість клапанів ручного регулювання можуть встановлюватися клапани постійної витрати повітря або клапани, пристрої яких реагують на вологість внутрішнього повітря чи на температуру зовнішнього повітря.

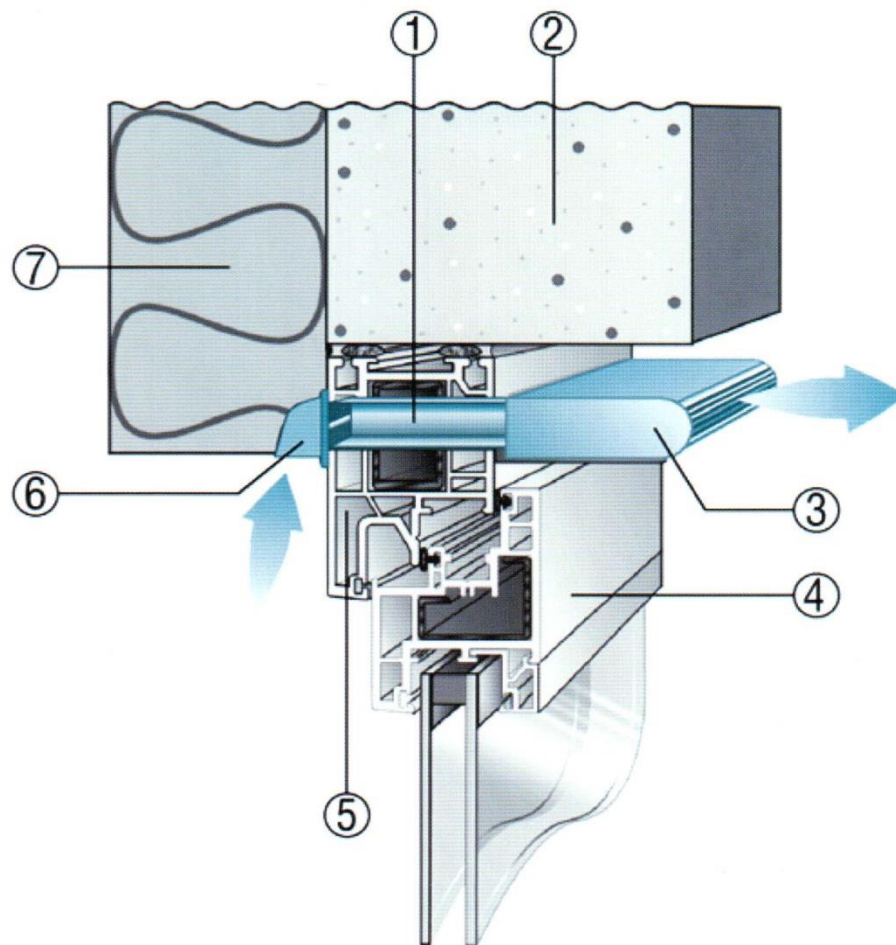


Рисунок 2.4 - Схема встановлення припливного пристрою
в металопластикове вікно

1 – повітряний канал; 2 – конструкція стіни; 3 – інсайд припливного
елемента; 4 – віконна стулка; 5 – віконна рама; 6 – зовнішня решітка; 7
– теплова ізоляція

Видалення повітря з приміщень квартири здійснюється через витяжні пристрої – витяжні решітки з клапанами марки MV (рис. 2.5) виробництва української компанії «Вентс», що встановлюються в кухнях, ваннах та вбиральнях квартир.

Вентиляційні побутові решітки MV використовуються для настінного монтажу, кріпляться за допомогою шурупів, мають захисну сітку від комах, завдяки клямкам внутрішня частина решітки легко знімається, сітка легко очищується.

Витяжні пристрої приєднуються до вертикального збірного каналу через повітряний затвор – супутник. Вертикальні збірні канали передбачені роздільними для кухонь та санвузлів із ваннами.

Додаткове провітрювання квартир у теплий період року передбачене шляхом відкриття стулок вікон, кватирок або фрамуг.

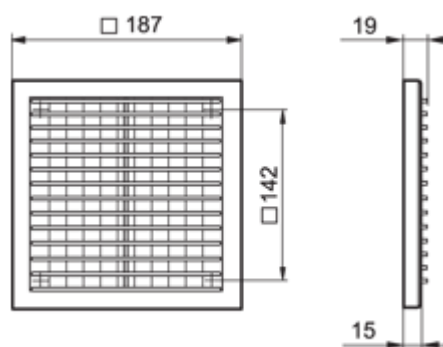


Рисунок 2.5 - Схема вентиляційної побутової решітки марки MV121s

Канали системи природної вентиляції складаються з поверхових уніфікованих бетонних блоків і розміщуються у внутрішніх стінах будинку. В місцях з'єднань поверхових блоків передбачені герметизуючі прокладки.

Система витяжної вентиляції збирається з вентиляційних блоків за схемою зі спільним вертикальним збірним каналом та поверховими відгалуженнями (супутниками). Супутники проходять вертикально

паралельно збірному каналу і приєднуються до нього через поверх на 300 мм нижче отвору для витяжного пристрою. До збірних вентиляційних каналів на кожному поверсі приєднується одна квартира.

Для підвищення аеродинамічної сталості системи (за рахунок збільшення аеродинамічного опору входу повітря в супутник) вхідна ділянка супутника виконана у вигляді конфузора.

В кожній квартирі встановлені по 3 витяжні решітки та 3 супутника: по одному в кухні, ванні та вбиральні, причому останні два під'єднуються до спільного збірного каналу. Витяжні решітки вставлені безпосередньо у вентиляційні блоки.

Збірний вентиляційний канал виведений у тепле горище. В місці виходу на горище канал накритий бетонним оголовком, який являє собою дифузор. У горище надходить повітря з усіх квартир секції будинку.

Видалення повітря з приміщень квартир верхнього поверху, як правило, здійснюється індивідуальними витяжними вентиляторами через окремі канали. Кількість поверхів, квартири яких мають бути обладнані індивідуальними вентиляторами, визначається розрахунком.

З теплого горища повітря видаляється в атмосферу через утеплену витяжну шахту (без зонта). Висота шахти дорівнює 4,5 м над покрівлею горища, висотна позначка гирла шахти 43,075 м.

Для припливу свіжого повітря у вікнах житлових кімнат встановлюються регульовані припливні клапани.

Сміттєзбирна камера вентиляється через стовбур сміттєпроводу та жалюзійну решітку, встановлену в нижній частині дверей.

Як витяжні решітки у проекті прийняті універсальні побутові решітки марки MV виробництва української компанії «Вентс» [17].

Підбір типорозмірів вентиляційних решіток виконаний за швидкістю руху повітря в прозорах решіток систем природної вентиляції близько 1 м/с (в діапазоні від 0,5 до 1,5 м/с). Результати підбору решіток наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 - Підбір типорозмірів вентиляційних решіток

№ з/п	Назва приміщення	Повітрообмін, м ³ /год	Решітка		Швидкість руху повітря, м/с
			типорозмір	площа живого перерізу, м ²	
1	Ванна, вбиральня	25	MV 100 s	0,0067	1,04
2	Кухня з електроплитою	60	MV 121 s	0,0155	1,08

Аеродинамічний розрахунок систем природної витяжної вентиляції виконаний з метою підбору розмірів поперечних перерізів вентиляційних каналів. Розрахунок виконано за методикою, викладеною в літературі [14, розд. 9.1].

При виконанні аеродинамічного розрахунку прийнято:

- розрахункові витрати повітря – за табл. 2.10;
- розрахункова температура зовнішнього повітря – 5°C [2];
- розрахункова швидкість вітру – 0 м/с [2].

Розрахунковий наявний гравітаційний тиск у витяжній вентиляційній системі для квартир кожного поверху будинку обчислюється за формулою

$$\Delta P_{\text{НАЯВ}} = g \cdot (\rho_3 - \rho_B) \cdot h_{\text{РОЗР}}, \text{ Па}$$

де ρ_3 та ρ_B – відповідно густина зовнішнього і внутрішнього повітря за розрахункових температур (для зовнішнього повітря за температури 5°C $\rho_3 = 1,270 \text{ кг/м}^3$, для внутрішнього повітря за температури 20°C $\rho_B = 1,207$

кг/м³); $h_{\text{РОЗР}}$ – відстань по вертикалі від центру витяжного пристрою до гирла витяжної шахти, яка обчислюється за формулою

$$h_{\text{РОЗР}} = H - h, \text{ м}$$

де H – висотна позначка гирла витяжної шахти, 43,075 м; h – висотна позначка центру витяжного пристрою, який розташований на висоті 2,415 м від рівня чистої підлоги відповідного поверху, м.

Опір повітряного тракту (втрати тиску) системи вентиляції мають бути меншими величини наявного гравітаційного тиску із запасом в 10 %, тобто

$$\Delta P_{\text{НАЯВ}} = 0,9 \cdot (\Delta P_{\text{ПРИП}} + \Delta P_{\text{ВИТ}} + \Delta P_{\text{СУП}} + \Delta P_{\text{КАН}} + \Delta P_{\text{Т.ГОР}} + \Delta P_{\text{ШАХТ}})$$

, Па

де $\Delta P_{\text{ПРИП}}$ – втрати тиску в припливних пристроях, Па; $\Delta P_{\text{ВИТ}}$ – втрати тиску у витяжних пристроях, Па; $\Delta P_{\text{СУП}}$ – втрати тиску у супутнику, Па; $\Delta P_{\text{КАН}}$ – втрати тиску в збірному каналі, в тому числі втрати тиску в трійнику, Па; $\Delta P_{\text{Т.ГОР}}$ – втрати тиску в теплому горищі, Па; $\Delta P_{\text{ШАХТ}}$ – втрати тиску у витяжній шахті, Па.

При розрахунку опору повітряного тракту рекомендується [14, п. 9.1.4] приймати:

– сумарні втрати тиску в припливних і витяжних пристроях та в супутнику $(\Delta P_{\text{ПРИП}} + \Delta P_{\text{ВИТ}} + \Delta P_{\text{СУП}}) \geq 6 \div 9$ Па;

– швидкість руху повітря в супутнику $V_{\text{СУП}} = 1,0 \div 1,5$ м/с;

– швидкість руху повітря у збірному каналі $V_{\text{КАН}} = 2,0 \div 3,5$ м/с;

– швидкість руху повітря у витяжній шахті $V_{\text{ШАХТ}} \leq 1,0$ м/с;

– втрати тиску у витяжній шахті $\Delta P_{\text{ШАХТ}} \approx 1$ Па.

Розрахункова витрата витяжного вентиляційного повітря в одній квартирі становить $60 + 25 + 25 = 110 \text{ м}^3/\text{год}$, де 60 – витяжка з кухні з електроплитою, 25 – з вбиральні, 25 – з ванної.

Розрахункова витрата витяжного повітря з теплого горища однієї секції будинку становить $110 \cdot 9 \cdot 12 = 11\,880 \text{ м}^3/\text{год}$, де 9 – кількість квартир на поверсі секції будинку, 12 – кількість поверхів.

Супутники прийняті стандартні прямокутного поперечного перерізу з розмірами:

- в кухні – 100 x 180 мм з площею живого перерізу $0,018 \text{ м}^2$;
- у вбиральнях і ваннах – 100 x 100 мм з площею живого перерізу $0,010 \text{ м}^2$.

Швидкість руху повітря в супутниках становить:

- у кухні

$$V_{\text{СУП.КУХ}} = \frac{L_{\text{КУХ}}}{3600 \cdot f_{\text{СУП}}} = \frac{60}{3600 \cdot 0,018} = 0,93, \text{ м/с}$$

- у ванні та вбиральні

$$V_{\text{СУП.ВАН}} = \frac{L_{\text{ВАН}}}{3600 \cdot f_{\text{СУП}}} = \frac{25}{3600 \cdot 0,010} = 0,69, \text{ м/с}$$

Витяжна шахта прийнята квадратною в плані з розмірами 2,0 x 2,0 м з площею живого перерізу $4,0 \text{ м}^2$. Швидкість руху повітря в шахті становить

$$V_{\text{ШАХТ}} = \frac{L_{\text{ШАХТ}}}{3600 \cdot f_{\text{ШАХТ}}} = \frac{11880}{3600 \cdot 4,0} = 0,825, \text{ м/с}$$

Втрати тиску в припливних клапанах за розрахункової витрати повітря прийняті рівними 6 Па [14, дод. 2].

Коефіцієнт місцевого опору витяжних решіток з клапанами, що віднесений до їхнього фронтального перерізу, прийнятий рівним $\xi = 1,5$ [14, дод. 2]. Втрати тиску у витяжних решітках становлять:

– у кухні

$$\Delta P_{\text{КУХ}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{ВП.КУХ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{1,5 \cdot 1,08^2 \cdot 1,2}{2} = 1,05, \text{ Па}$$

– у ванні та вбиральні

$$\Delta P_{\text{ВАН}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{ВП.ВАН}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{1,5 \cdot 1,04^2 \cdot 1,2}{2} = 0,97, \text{ Па}$$

Втрати тиску в конфузорах після витяжних решіток при $\xi = 0,1$ [14, дод. 2] становлять:

– у кухні

$$\Delta P_{\text{КУХ}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{СУП.КУХ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{0,1 \cdot 0,93^2 \cdot 1,2}{2} = 0,05, \text{ Па}$$

– у ванні та вбиральні

$$\Delta P_{\text{ВАН}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{СУП.ВАН}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{0,1 \cdot 0,69^2 \cdot 1,2}{2} = 0,03, \text{ Па}$$

Втрати тиску в колінах при вході повітря у супутник та при виході з нього за $\xi = 1,2$ [14, дод. 2] становлять:

– у супутнику кухні

$$\Delta P_{КУХ} = \frac{2 \cdot \xi \cdot V_{СУП.КУХ}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 0,93^2 \cdot 1,2}{2} = 1,25, \text{ Па}$$

– у супутниках ванни та вбиральні

$$\Delta P_{ВАН} = \frac{2 \cdot \xi \cdot V_{СУП.ВАН}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 0,69^2 \cdot 1,2}{2} = 0,69, \text{ Па}$$

Втрати тиску в супутниках за довжиною (на тертя) при шорсткості стінок супутника 2 мм [14, дод. 2] становлять:

– у супутнику кухні

$$\Delta P_{КУХ} = R \cdot \beta_{Ш} \cdot l_{СУП} = 0,17 \cdot 1,26 \cdot 2,7 = 0,46, \text{ Па}$$

– у супутниках ванни та вбиральні

$$\Delta P_{ВАН} = R \cdot \beta_{Ш} \cdot l_{СУП} = 0,13 \cdot 1,21 \cdot 2,7 = 0,36, \text{ Па}$$

де $\beta_{Ш}$ – коефіцієнт, що враховує шорсткість стінок вентиляційного каналу; $l_{СУП}$ – довжина супутника, м.

Сумарні втрати тиску в повітряному тракті від припливного клапану до збірної повітропроводу становлять:

– для кухні

$$\Delta P_{КУХ} = 6 + 1,05 + 0,05 + 1,25 + 0,46 = 8,81, \text{ Па}$$

– для ванни та вбиральні

$$\Delta P_{ВАН} = 6 + 0,97 + 0,03 + 0,69 + 0,36 = 8,05, \text{ Па}$$

Втрати тиску в дифузорі оголовка збірної вентиляційної каналу при $\xi = 0,15$ і швидкості повітря в основі оголовка $1,55$ м/с дорівнюють

$$\Delta P_{\text{ДИФ}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{ДИФ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{0,15 \cdot 1,55^2 \cdot 1,2}{2} = 0,22, \text{ Па}$$

Втрати тиску у витяжній шахті за довжиною (на тертя) дорівнюють

$$\Delta P_{\text{ШАХТ}} = R \cdot \beta_{\text{Ш}} \cdot l_{\text{ШАХТ}} = 0,004 \cdot 1 \cdot 4,5 = 0,02, \text{ Па}$$

Втрати тиску в місцевих опорах у шахті становлять:

– при вході повітря в шахту ($\xi = 0,5$)

$$\Delta P_{\text{ВХ}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{ШАХТ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{0,5 \cdot 0,825^2 \cdot 1,2}{2} = 0,20, \text{ Па}$$

– при виході повітря з шахти ($\xi = 1,5$)

$$\Delta P_{\text{ВХ}} = \frac{\xi \cdot V_{\text{ШАХТ}}^2 \cdot \rho}{2} = \frac{1,5 \cdot 0,825^2 \cdot 1,2}{2} = 0,61, \text{ Па}$$

Сумарні втрати тиску в шахті становлять

$$\Delta P_{\text{ОГ+ШАХТ}} = 0,22 + 0,02 + 0,20 + 0,61 = 1,05, \text{ Па}$$

що відповідає рекомендованій величині.

Аеродинамічний розрахунок збірних вентиляційних каналів виконаний у табл. 2.13.

Таблиця 2.13 - Розрахунок збірних вентиляційних каналів

Поверх	$h_{\text{розр}}$, м	$\Delta P_{\text{наяв}}$, Па	L, м ³ /год	ВхН, мм	Втрати тиску, Па				Надлишок (нестачі) тиску, Па
					на попередніх ділянках	в місцевих опорах	на тертя	сумарні	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Збірний канал вбиралень та ванн									
12	10,66	6,36	550	900x200	8,05	0,1	0,13	9,28	-3,56
11	13,66	8,15	500	900x200	9,28	0,1	0,11	9,49	-2,15
10	16,66	9,94	450	900x200	9,49	0,1	0,09	9,68	-0,73
9	19,66	11,73	400	400x180	9,68	0,2	0,60	10,48	0,08
8	22,66	13,52	350	355x140	10,48	0,3	1,24	12,02	0,15
7	25,66	15,31	300	315x140	12,02	0,4	1,21	13,63	0,15
6	28,66	17,10	250	315x125	13,63	0,3	1,17	15,10	0,29
5	31,66	18,89	200	250x125	15,10	0,3	1,30	16,70	0,30
4	34,66	20,68	150	200x125	16,70	0,3	1,27	18,27	0,34
3	37,66	22,47	100	140x125	18,27	0,2	1,41	19,88	0,34
2	40,66	24,26	50	125x100	19,88	0,49	0,87	21,24	0,60
Збірний канал кухонь									
12	10,66	6,36	660	1000x224	8,81	0,1	0,11	10,02	-4,30
11	13,66	8,15	600	1000x224	10,02	0,1	0,09	10,21	-2,87
10	16,66	9,94	540	1000x224	10,21	0,1	0,07	10,38	-1,43
9	19,66	11,73	480	900x224	10,38	0,1	0,07	10,55	0,01
8	22,66	13,52	420	280x200	10,55	0,4	1,18	12,13	0,04
7	25,66	15,31	360	250x200	12,13	0,4	1,15	13,68	0,10
6	28,66	17,10	300	224x200	13,68	0,4	1,07	15,15	0,24
5	31,66	18,89	240	200x180	15,15	0,4	1,21	16,76	0,24
4	34,66	20,68	180	200x140	16,76	0,4	1,34	18,50	0,11
3	37,66	22,47	120	200x100	18,50	0,2	1,52	20,22	0,00
2	40,66	24,26	60	180x100	20,22	0,51	0,42	21,15	0,69

У стовпчиках табл. 2.13 наведена така інформація:

– у стовчику 1 – номер поверху, через який проходить дана ділянка збірного витяжного каналу;

– у стовчику 2 – відстань по вертикалі від центру витяжного пристрою до гирла витяжної шахти $h_{\text{розр}}$;

– у стовчику 3 – розрахунковий наявний гравітаційний тиск на ділянці $\Delta P_{\text{наяв}}$

– у стовчику 4 – розрахункова витрата повітря на ділянці L;

– у стовчику 5 – прийняті розміри поперечного перерізу ділянки збірного витяжного каналу в мм;

– у стовчику 6 – сумарні втрати тиску на всіх попередніх ділянках збірного каналу (для ділянки 12-го поверху – сумарні втрати тиску в повітряному тракті від припливного клапану через витяжну решітку і супутник до збірного каналу та від оголовка каналу через тепле горище та витяжну шахту назовні будинку);

– у стовчику 7 – втрати тиску в місцевих опорах (трійниках та дифузорах) на даній ділянці збірного каналу;

– у стовчику 8 – втрати тиску за довжиною (на тертя) на даній ділянці збірного каналу;

– у стовчику 9 – сумарні втрати тиску на даній ділянці збірного каналу з усіма попередніми ділянками;

– у стовчику 10 – надлишки (або нестачі – зі знаком «мінус») наявного гравітаційного тиску на даній ділянці збірного каналу, що обчислені за виразом $0,9 \cdot \Delta P_{\text{НАЯВ}} - \sum \Delta P_{\text{ДІЛ}}$, Па.

Як видно з результатів розрахунку, в квартирах на 9-12-му поверхах втрати тиску у повітропроводах при пропуску розрахункової витрати повітря перевищують наявний гравітаційний тиск, тому на цих поверхах природна вентиляція не забезпечує розрахункового повітрообміну. Для компенсації нестачі наявного гравітаційного тиску в квартирах 9-12-го поверхів необхідно встановити витяжні решітки, обладнані індивідуальними витяжними осьовими вентиляторами, марки VENTS 100 К з характеристикою: габаритні розміри 154x110x100 мм; напруга живлення 220-240 В; частота 50 Гц; потужність 14 Вт; споживаний струм 0,085 А; швидкість обертання 2300 об/хв; продуктивність 95 м³/год; тиск повітря 35 Па; рівень шуму 34 дБ(А) 3 м; вага 0,53 кг; корпус із АБС-пластику; кріплення за допомогою шурупів; наявність захисної сітки від комах [17, с. 34-35]. Видалення повітря з приміщень цих квартир здійснюється через окремі вентиляційні канали [14, п. 5.3].

Уточнений розрахунок верхніх ділянок збірних вентиляційних каналів від місця приєднання супутників 8-го поверху до виходу повітря у горище (довжиною 10 м) наведений у таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 - Уточнений розрахунок верхніх ділянок збірних вентиляційних каналів

Поверх	H _{розр} , м	ΔP _{наляв} , Па	L, м ³ /год	ВхН, мм	Втрати тиску, Па				Надлишки (нестачі) тиску, Па
					на попередніх ділянках	в місцевих опорах	на тертя	сумарні	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Збірний канал вбиралень та ванн									
9-12	19,66	11,73	400	450x160	8,05	0,2	2,12	10,37	0,19
Збірний канал кухонь									
9-12	19,66	11,73	480	500x200	8,81	0,1	1,51	10,42	0,14

Водно час у квартирах нижніх поверхів будинку спостерігається незначний надлишок гравітаційного тиску. Для зменшення нерівномірності в розподілі витрат витяжного повітря по поверхах будинку слід провести монтажне регулювання системи шляхом налаштування витяжних клапанів і збільшення аеродинамічного опору системи на нижніх поверхах будинку.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі на тему «Дослідження шляхів зниження енергоспоживання житлового будинку за рахунок оптимізації енергетичних потоків» було виконано розрахунки системи опалення та гарячого водопостачання житлового багатоповерхового будинку.

В роботі виконано аналіз існуючих технічних рішень у системі опалення та оцінка ефективності системи опалення. Серед розглянутих варіантів проектування системи опалення у багатоповерховому житловому будинку, зваживши всі переваги та недоліки даних систем, можна зробити висновок, що найефективнішою та перспективнішою в даний час є горизонтальна двотрубна поквартирна система опалення.

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

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Раб`яш, Р. Системи опалення приміщень в аспекті теплового комфорту та технологічних вимог [Текст] / Р. Раб`яш. – К.: Ринок інсталяційний, 1997. – 26 с.
2. Сканава, А.И. Отопление А.И. Сканава. – М.: Стройиздат, 1988.– 416 с.
3. Мачкаши, А. Лучистое отопление [Текст] / А. Мачкаши. — М.: Стройиздат, 1985.— 464 с.
4. Гухман, А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена [Текст] / А.А. Гухман. - М.: Стройиздат, 1987. – 216 с.
5. Кутателадзе, С.С. Основы теории теплообмена [Текст] / С.С. Кутателадзе.- М.:Стройиздат, 1962. – 386 с.
6. Шаповалов, И.С. Проектирование панельно-лучистого отопления [Текст] / И.С. Шаповалов.- М.:Стройиздат, 1986. – 124 с.
7. Шорин, С.И. Теплопередача излучением при лучистом отоплении [Текст] / С.И. Шорин. - М.:Стройиздат, 1999. – 86 с.
8. Plechec, L. Tepelny vypocet plynuteho vinuti transformatoru s prirodzenym obehem obeje [Text] / L. Plechec // Electrotechnic obz. — 1972— №1— P.5-10.
9. Petras, V. Teplotne pole olejoveha transformatora so zvitkovym vinutim [Text] / V. Petras, L. Kriho, T. Fiedler // Transformatory.- 1984.- №2.- P. 7-13.
10. Guerra, F. Primeira abordagem a utilização de modelos reduzidos para a determinação experimental do campo termico de transformadores arrefecidos por convecção natural [Text] / Franklin Guerra, Isaac Moreira // Electricidade.- 1987.- № 233.- P. 141-145.
11. Тихомиров, К. В. Теплотехніка, теплогазопостачання і вентиляція [Текст] / К. В. Тихомиров – М.: Стройиздат, 1974.– 186 с.

12. Єрьомкін, А. І. Тепловий режим будівель [Текст] / А. І. Єрьомкін. – К.: АСВ, 2003. – 56 с.
13. Гусєв, В. Н. Теплопостачання та вентиляція [Текст] / В. Н. Гусєв. – Л.: Стройиздат, 1975. – 56 с.
14. Юркевич, О.О. Опалення громадянського будинку [Текст] / О.О. Юркевич. – Іжевськ: ІжГТУ, 2001. – 108 с.
15. Бондаренко, В. В. Опалення та вентиляція житлового будинку [Текст] / В. В. Бондаренко. – Перм: ПДТУ, 1995. – 98 с.
16. Pivnek, M. Vyzkum tepelnych zavislosti na modelech vinuti transformatoru [Text] / M. Pivnek, K.Navlichek // Electrotechn. obz. — 1974. — №4. — pp. 175-181.
17. Die Darstellung des Wärmeüberganskoeffizienten im transformator mit Kriteriellen Potenzfunktion [Text] / H. Lobenstein // Elektric. — 1979. — №4. — pp. 218-220.
18. Рей, Д. Экономия энергии в промышленности. Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.
19. Васильев, Г. П. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах / Васильев Г. П., Шилкин Н. В. // АВОК. – 2003. – № 2. с. 56 – 60
20. Попов, А. В. Анализ эффективности различных типов тепловых насосов // Проблемы энергосбережения. – 2005. – № 1 – 2.
21. Рей, Д., Макмайл Д. Тепловые насосы. Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 224с.
22. Фиалко, Н. М. Оценка эффективности применения тепловых насосов в условиях метрополитенов и угольных шахт / Фиалко Н. М., Зимин Л. Б. // Пром. теплотехника. – 2006. – Т.28. – № 2. – с. 111 – 119.
23. Снежкін, Ю.Ф. Використання теплових насосів у процесах сушіння / Снежкін, Ю.Ф., Чалаєв Д.М., Шаврін В.С., Хавін О.О., Дабіжа Н.О. // Пром. теплотехника. – 2006. – Т.28. – № 2. – с. 106 – 109.

24. Святун, А.А. Концепция энергетического рециклинга в технологическом процессе конвективной сушки измельченных материалов с рециркуляцией воздуха на мусороперерабатывающем заводе / Святун А.А., Клюев Э.С. // Матеріали міжнародної наукової конференції “Прикладні проблеми аерогідромеханіки та тепломасопереносу”. – Дніпропетровськ, ДНУ, 2008, с. 153 – 154.

25. Янтовский, Е.И. Промышленные тепловые насосы. / Янтовский Е.И., Левин Л.А. / М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с.

26. Васильев, Г. П. Эффективность и перспектива использования тепловых насосов в городском хозяйстве Москвы // Энергосбережение. – 2007. – № 8. – с. 63 – 65

27. Наздрашов, М.Н. Комплексный подход к вопросу отопления, вентиляции и горячего водоснабжения административных, культурно-бытовых и жилых зданий // Новости теплоснабжения. – 2000. – № 02. – с. 35 – 38.

28. Фролов, В. П. Эффективность использования тепловых насосов в централизованных системах теплоснабжения / Фролов В. П., Щербаков С.Н., Фролов М.В., Шелгинский А.Я. // Новости теплоснабжения. – 2004 – №7

29. Шилкин, Н. В. Использование тепловых насосов в системах горячего водоснабжения зданий // Сантехника. – 2003. – № 3. – с. 65 – 67

30. Геотехническая механика. Электрификация горных работ: Учебн. для вузов / Под ред. Волотковского С.А. – К.: Вища школа, 1980.– 448 с

31. Холодильні установки: Підручник: У двох книгах. Кн.2 / І. Г. Чумак, В. П. Чепурненко, С. Ю. Лар’янівський та ін. – К.: Либідь, 1995. – 224 с

32. Бердищев, М.Ю. Низькопотенційні та альтернативні джерела енергії. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА Енергетичного напрямку всіх форм навчання/ Бердищев М.Ю, Чейлитко А.О., Назаренко О.М. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2015. – 270 с.

33. Суслов, А. Воздушные тепловые насосы: возможности и ошибки маркетинга // Акватерм. – 2010. - № 4. – С.22 – 24.

34. Коврига, Т. Лідер енергозберігаючих технологій / Т.Коврига // Энергосбережение. – 2009. – №9. – С. 4–5