

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІСБ

(назва)

к.т.н. проф. Коц І.В.

(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)

«__» _____ 2019 р.

(підпис)

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ
ОФІСНОЇ БУДІВЛІ**

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістра за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

(Освітня програма – «Теплогазопостачання і вентиляція»)

08-12.МКР.00.008.000 ПЗ

Керівник доц., к.т.н. О.Д. Панкевич

(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)

«__» _____ 2019 р.

(підпис)

Розробив магістрант групи ТГ-18м

О. С. Сторожук

(підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент _____

(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)

«__» _____ 2019 р.

(підпис, ініціали та прізвище)

Вінниця ВНТУ 2019

РЕЗЮМЕ			
до магістерської кваліфікаційної роботи магістранта:		Сторожуку Олександр Сергійович	
Назва університету	Вінницький національний технічний університет		
Тема	Енергоефективні системи опалення та вентиляції офісної будівлі		
Освітній ступінь	Магістр		
Факультет	Будівництва, теплоенергетики та газопостачання		
Кафедра	Інженерних систем у будівництві		
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Теплогазопостачання і вентиляція		
Керівник	к.т.н., доцент Панкевич О.Д.		
Обсяг роботи	Пояснювальна записка, стор.	Розділів	Креслень формату А1
		4	9
Розділ 1	Аналітичний огляд методів та заходів підвищення енергоефективності громадських будівель		
Розділ 2	Теоретичне обґрунтування технічних рішень системи опалення та вентиляції		
Розділ 3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень. Заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях		
Розділ 4	Техніко-економічні показники		
Висновки по роботі	<p>1. Проаналізовані заходи та методи, які в процесі проектування сприяють підвищенню енергоефективності будівлі. Проведено огляд енергоефективного обладнання систем, що створюють мікроклімат приміщень. Виконано техніко-економічного обґрунтування та вибір елементів системи водяного опалення і вентиляції офісної будівлі.</p> <p>2. Розроблено проект системи опалення та вентиляції будівлі. Виконано моделювання тепловтрат приміщень будівлі та моделювання гідравлічного режиму системи опалення, розрахунок теплонадходжень та аеродинамічний розрахунок системи вентиляції, підбрано всі елементи систем, як забезпечують нормальну роботу та автоматичне регулювання систем. В ході виконання розділу було побудовано принципову схему індивідуального теплового пункту, схему розводки системи опалення та вентиляції з нанесенням на неї обладнання даних системи, а також аксонометричні схеми.</p> <p>3. Розроблені заходи по організації монтажу систем опалення та вентиляції. Підбрані машини та механізми для виконання робіт та транспортування. Визначено трудомісткість монтажних робіт, складено графік виконання робіт. Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в разі виникнення аварій на центральних магістралях теплопостачання</p> <p>4. Складено локальні кошториси. Визначені техніко-економічні показники проекту.</p>		
Ключові слова: система опалення, система вентиляції, енергоефективність			

Магістрант: Сторожуку О.С. /ПІБ/

Керівник Панкевич О. Д. /ПІБ/

“ ” 2019 р.

summary		Oleksandr Storozhuk	
to undergraduate master's qualification work:			
University name	Vinnytsia National Technical University		
Thema	Energy efficient office building heating and ventilation systems		
Educational degree	Master		
Faculty	Faculty for Civil Engineering, Thermal Power and Gas Supply		
Department	Engineering systems in construction		
Specialty	192 – Construction and civil engineering		
Educational program	Heat and gas supply and ventilation		
Head	Ph.D., Pankevych O.D.		
The scope of work	Explanatory note, p.	Sections	Drawings of A1 format
		4	9
Section 1	Analytical review of methods and measures for improving the energy efficiency of public buildings		
Section 2	Theoretical substantiation of technical solutions of the heating and ventilation system		
Section 3	Organizational and technological support for the implementation of design solutions. Occupational safety and health measures.		
Section 4	Technical and economic indicators		
Conclusions on work	<p>1. Measures and methods that contribute to the energy efficiency of the building are analyzed in the design process. The review of energy efficient equipment of systems that create the microclimate of the premises is conducted. The feasibility study and selection of elements of the water heating and ventilation system of the office building were performed.</p> <p>2. The project of system of heating and ventilation of the building is developed. The simulation of the heat losses of the building premises and the simulation of the hydraulic mode of the heating system, the calculation of thermal incomes and the aerodynamic calculation of the ventilation system were performed, all the elements of the systems were selected to ensure normal operation and automatic control of the systems. During the execution of the section, a schematic diagram of the individual heat station, a scheme of wiring of the heating and ventilation system with the application of the equipment of the system data, as well as axonometric schemes were constructed.</p> <p>3 Measures for organization of installation of heating and ventilation systems have been developed. Machines and mechanisms for work and transportation have been selected. The complexity of installation works is determined, the schedule of work execution is made. Issues of occupational safety and health in the case of accidents on central heat supply lines are considered.</p> <p>4. Local estimates are drawn up. The technical and economic indicators of the project have been determined.</p>		
Keywords: heating system, ventilation system, energy efficiency			

Master student: _ Storozhuk O. _____ / Surname /

Head: Pankevych O.D.._____ / Surname /

" ____ " _____ 2019

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська робота на тему: „Енергоефективні системи опалення та вентиляції офісної будівлі” складається з пояснювальної записки і графічної частини обсягом 10 аркушів.

В роботі проаналізовані заходи та методи, які в процесі проєктування сприяють підвищенню енергоефективності будівлі. Проведено огляд енергоефективного обладнання систем, що створюють мікроклімат приміщень. Розроблений проєкт система опалення і вентиляції офісної будівлі. При розробці проєкту проведені розрахунки тепловтрат, теплонадходжень, моделювання гідравлічного та аеродинамічного режимів, побудовані аксонометричні схеми систем опалення та вентиляції, монтажні креслення, календарні плани монтажу систем. Вибір обладнання систем опалення та вентиляції проведено на основі технічного та техніко-економічного обґрунтування. Розроблені заходи з експлуатації, охорони праці. Проведено економічні розрахунки - локальний кошторис на влаштування системи опалення та вентиляції.

ABSTRACT

Master's thesis on "Energy efficient heating and ventilation systems for office buildings" consists of an explanatory note and a graphical part of 10 sheets.

This paper analyzes the measures and methods that contribute to improving the energy efficiency of the building during the design process. The review of energy efficient equipment of systems that create the microclimate of the premises is conducted. The project of system of heating and ventilation of office building is developed. During the development of the project, the calculations of heat losses, thermal receipts, modeling of hydraulic and aerodynamic modes were carried out, axonometric diagrams of heating and ventilation systems, assembly drawings, calendar plans for installation of systems were constructed. The choice of equipment for heating and ventilation systems is made on the basis of technical and feasibility study. Measures for exploitation and safety have been developed. Economical calculations were carried out - local budget for installation of heating and ventilation systems.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ	
1.1 Вимоги до енергоефективності будівлі	
1.2 Аналіз заходів, що в процесі проєктування сприяють підвищенню енергоефективності будівлі	
1.3 Аналітичний огляд енергоефективного обладнання систем, що створюють мікроклімат приміщень	
1.4 Техніко-економічне обґрунтування.....	
1.4.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту.....	
1.4.2 Обґрунтування проєктної потужності об'єкту	
1.4.3 Дані про наявність сировинної бази, забезпечення основними енергоресурсами.....	
1.4.4 Основні технологічні та будівельні рішення	
1.4.5 Техніко-економічний вибір вентиляційного обладнання	
1.4.6 Можливий термін будівництва	
1.4.7 Оцінка надійності та довговічності системи.....	
1.4.8 Охорона праці, пожежна безпека, охорона природного середовища в процесі будівництва	
1.5 Висновки до розділу 1.....	
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ	
2.1 Природно-кліматична характеристика району забудови.....	
2.2 Вибір утеплювача огорожувальних конструкцій будівлі.....	
2.3 Моделювання теплових втрат приміщень будівлі.....	
2.4 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.....	
2.5 Обладнання системи опалення	
2.6 Визначення теплонадходжень в приміщення.....	
2.7 Визначення повітрообміну в приміщеннях.....	
2.8 Обґрунтування вибору агрегатів для охолодження повітря.....	
2.9 Моделювання аеродинамічного режиму системи вентиляції.....	

2.10	Висновок до розділу 2.....	
3.	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
3.1	Аналіз об'єкту, який підлягає монтажу.....	
3.2	Визначення потреб у матеріально-технічних ресурсах.....	
3.3	Визначення складу і об'ємів робіт.....	
3.4	Вибір методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій. Розрахунок енергоресурсів на монтаж.....	
3.5	Визначення трудомісткості виконання монтажних робіт.....	
3.6	Визначення складу бригади, підбір монтажних інструментів.....	
3.7	Організація робочих місць та побутових приміщень.....	
3.8	Монтажне регулювання і здача системи опалення в експлуатацію.....	
3.9	Монтажне регулювання і задача вентиляційних систем в експлуатацію..	
3.10	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	
3.11	Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	
3.12	Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	
3.12.1	Мікроклімат.....	
3.12.2	Склад повітря робочої зони	
3.12.3	Виробниче освітлення.....	
3.12.4	Виробничий шум. Виробничі вібрації.....	
3.12.5	Психофізіологічні фактори.....	
3.13	Дії системи цивільного захисту в разі виникнення аварій на центральних магістралях тепlopостачання	
3.14	Висновок до розділу 3.....	
4	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	
4.1	Розрахунок техніко-економічних показників.....	
4.2	Висновок до розділу 4.....	
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
	Додатки	
	Графічна частина.....	

ВСТУП

В роботі розроблено проектну пропозицію ефективної системи опалення та вентиляції офісного центру. Кваліфікаційна магістерська робота носить дослідно-конструкторський характер.

Актуальність теми. Забезпечення і підтримання необхідних мікрокліматичних умов є одним з найбільш енергоємних технологічних процесів. Саме на стадії проектування може бути визначений оптимальний варіант енергоефективності будівлі. Енергоефективність визначається раціональним використанням енергетичних ресурсів і відповідно оптимальними та (або) високими зведеними показниками тепловитрат. Застосування енергоефективного обладнання є практичною гарантією скорочення витрат на експлуатацію та обслуговування.

Метою роботи є аналітичний огляд та аналіз аналітичний огляд та аналіз заходів, що в процесі проектування сприяють підвищенню енергоефективності будівлі, аналіз енергоефективного обладнання систем, які створюють мікроклімат приміщень. На основі проведеного аналізу розробити технічне рішення системи опалення і вентиляції для приміщень офісної будівлі.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

- визначити напрямки за якими можливо досягати підвищення енергоефективності системи опалення та вентиляції на стадії проектування;
- на основі варіантного аналізу, виконати техніко-економічне обґрунтування системи опалення та вентиляції,
- розробити проектне рішення системи опалення - провести моделювання теплотехнічного та гідравлічного режимів та визначити обладнання системи , використати альтернативні джерела енергії;
- розробити проектне рішення системи вентиляції - провести моделювання тепловологічного балансу приміщень, аеродинамічні розрахунки, використати енергоефективні елементи системи вентиляції.

- розробити організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних пропозицій, розробити заходи охорони праці при монтажі систем;
- провести економічні розрахунки проєкту.

Об'єкт дослідження – процес досягнення необхідних нормованих параметрів мікроклімату приміщень з використанням енергоефективних елементів систем опалення та вентиляції.

Предмет дослідження - системи опалення та вентиляції громадської будівлі.

Методи дослідження. В роботі використовувалися емпіричні методи дослідження, а саме, науковий пошук, аналітичний огляд за обраною темою дослідження, аналіз і синтез зібраних даних (перший розділ роботи); моделювання та прогнозування (другий, третій розділ роботи).

Наукова новизна одержаних результатів: набуло подальший розвиток методика розробки проєктних рішень енергоефективних систем опалення та вентиляції за рахунок об'єднання декількох напрямків, за якими можливо досягати підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі.

Практичне значення одержаних результатів полягає у реалізації досліджень, а саме, розробці технічно обґрунтованого та економічно доцільного проєктного рішення - проєкту системи опалення та вентиляції висотної офісної будівлі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до Закону України «Про енергозбереження» та відповідає Національному плану дій енергоефективності на період до 2020 року, затвердженим розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2015р. № 1228-р. Тема кваліфікаційної магістерської роботи відповідає науковому напрямку кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету – «Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування

та іншого технологічного устаткування в галузі будівництва та цивільної інженерії»(державна реєстрація №01184000209).

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Основні положення та результати роботи доповідались на науково-технічних конференціях у 2018 та 2019 роках в м. Вінниця

Публікації. За матеріалами роботи опубліковано тези доповідей у 2018 та 2019 роках.

1. О.С.Сторожук Використання відновлювальних джерел енергії для підвищення енергоефективності житлової будівлі / Юхимчу К.В., Сторожук О.С., Панкевич О.Д // Конференції ВНТУ «Інноваційні технології в будівництві» електронні наукові видання, 2018р.: тези допов. — В., 2018

2. О.С.Сторожук Підвищення енергоефективності будівлі на стадії проектування/ Сторожук О.С., Панкевич О.Д // Конференції ВНТУ «Енергоефективність в галузях економіки України-2019» електронні наукові видання, 2019р.: тези допов. — В., 2019

Структура та обсяг роботи. Робота складається з пояснювальної записки, графічної частини та презентації. Пояснювальна записка містить: вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел та додатки. Графічна частина розроблена на аркушах формату А1 та представлена на на аркушах формату А3 та в презентації.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

1.1 Вимоги до енергоефективності будівлі

Енергозбереження наразі виступає одним із важливіших критеріїв оптимальності при проєктування будівель. Питання енергоефективності будівель громадського призначення виникає під час проєктування будівлі або під час її експлуатації. Під час експлуатації будівлі це питання постає, якщо під час проєктування воно не було вирішено на належному рівні або якщо з'являються більш досконалі та енергоефективні заходи та технології, завдяки яким система опалення та вентиляції набути кращих енергоефективних показників. Але процес внесення змін у варіант системи опалення та вентиляції в переважно складніший ніж запроєктувати та підібрати енергоефективний варіант під час проєктування.

Саме на стадії проєктування може бути визначений оптимальний варіант енергоефективності будівлі. Енергоефективність визначається раціональним використання енергетичних ресурсів і відповідно оптимальними та (або) високими зведеними показниками тепловитрат порівняно з нормативними.

В даній роботі передбачається виконати проєктні пропозиції та розрахунки для 16-ти поверхової офісної будівлі в місті Києві. Будівля висотою $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$, з кількістю поверхів до 16-ти включно відноситься до будівлі **підвищеної поверховості**, відповідно до будівельних норм. Проєктування систем тепlopостачання, опалення, вентиляції і кондиціонування для таких будівель виконується згідно ДБН [3-6]. Енергетичну ефективність будинку визначають такі показники, як:

- питомі тепловтрати на опалення будинку за опалювальний період $q_{\text{буд}}$, кВт·год/м² [кВт·год/м³];
- загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, $K_{\text{буд}}$, Вт/(м²·К);
- приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки

будинку, $k_{\Sigma np}$, Вт/(м²·К);

- умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку, k_{inf} , Вт/(м²·К);

- середня кратність повітрообміну за опалювальний період, $n_{об}$, год⁻¹;

- коефіцієнт скління фасадів будинку, $m_{ск}$;

- показник компактності будинку, $\Lambda_{к буд}$.

Для підтвердження відповідності показників енергетичної ефективності теплоізоляційної оболонки будинку згідно з вимогами розробляється енергетичний паспорт будинку.

У завданні на проєктування встановлюється клас енергетичної ефективності висотного будинку А або В відповідно до класифікації ДБН В.2.6-31 [5]. Приведений опір теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій чи непрозорої частини огорожувальних конструкцій (зовнішніх стін, покриття, перекриттів тощо) повинен відповідати вимогам таблиці 1 ДБН В.2.6-31 [5] за показником мінімально допустимого значення опору теплопередачі Rq_{min} .

Визначення опору повітропроникності огорожувальних конструкцій здійснюється за вимогами ДБН з урахуванням висоти будинку та швидкості руху зовнішнього повітря за даними ДБН В.2.6-31 [5]. У теплових пунктах необхідно передбачати вузли обліку споживання тепла, яке надходить від централізованого джерела тепла. Для різних споживачів необхідно передбачати окремі прилади обліку споживання тепла (теплочильники).

1.2 Аналіз заходів, що в процесі проєктування сприяють підвищенню енергоефективності будівлі

Проєктування це комплексний процес, в якому модель будівлі створюється групою фахівців (архітектори, конструктори, сантехніки тощо). Відповідно при проєктуванні енергоефективної будівлі всі розробники процесу мають максимально сприяти поставленій цілі. Тому, для досягнення

мети, будівля розглядається, як одна енергетична система, елементи якої взаємопов'язані між собою.

На енергоефективність будівлі в тій чи іншій мірі впливають такі фактори, як сонячна радіація, температура і вологість повітря, використання поновлювальних джерел енергії, нормативні та технологічні вимоги до інсоляції, природного освітлення, акустики, шумозахисту, аерації тощо.

Проаналізувавши експертний досвід фахівців, літературні і нормативні джерела [2-6] можна виділили шляхи та заходи при проектуванні, що в процесі проектування сприяють підвищенню енергоефективності будівлі, а саме:

1. проведення досліджень енергетичного потенціалу зовнішніх природних даних території (клімату, тепла, землі, водних ресурсів). Для побудови математичної моделі сукупності зовнішнього клімату оптимальним є використання детермінованого підходу або ймовірнісні підходи. [2];
2. оптимальне розташування будівлі її форми та архітектури, щоб забезпечувати максимального використання сонячної радіації, а також враховувати вплив вітру. Однією з найкращих є широтна орієнтація будівлі;
3. проектувати огорожувальні конструкції будівлі (зовнішні стіни, вікна, покриття тощо) з максимально можливим (в технічному виконанні) збільшенням термічного опору конструкції. Основний вплив на формування теплового режиму і відповідно енергетичного статусу будинку (енергетичних витрат на забезпечення необхідного теплового режиму) здійснює його теплоізоляційна оболонка. Від властивостей цієї енергетичної підсистеми залежить вибір параметрів підсистеми опалення;
4. при проектуванні забезпечувати необхідну повітряну щільність будівлі щодо припливу зовнішнього повітря;
5. при розробці систем опалення та вентиляції, кондиціонування, максимально враховувати тепломасообмінні процеси в будинку, раціонально використовувати наявні енергетичні ресурси по можливості

використовувати відновлювальні джерела енергії, та застосовувати сучасне обладнання і прилади контролю використання ресурсів.

Поєднання вище наведених рішень при проектуванні споруд забезпечує мінімальне енергоспоживання будівлі.

1.3 Аналітичний огляд енергоефективного обладнання систем, що створюють мікроклімат приміщень

Створення необхідних параметрів мікроклімату досягається за допомогою підбраного обладнання для системи опалення і вентиляції.

Велику увагу приділялося правильному вибору сучасного енергозберігаючого обладнання систем опалення та вентиляції, вибору раціональної схеми підключення, вибору джерела енергії.

Для того, щоб система опалення і вентиляції будівлі була економічною в експлуатації, вона повинна мати такі основні елементи, як:

- правильне гідравлічне та аеродинамічне балансування та пристрої для його здійснення;
- термостатичне регулювання опалювальних приладів;
- облік споживаної теплової енергії;
- погодне регулювання та зниження температури у приміщеннях будинку в неробочий час;
- теплоізоляція кондиціонерів, повітроводів та трубопроводів;
- зменшення витоків і підсосів повітря через нещільності повітроводів.

Аналіз енергоефективного обладнання систем вентиляції. Системи вентиляції і кондиціонування у висотних громадських будинках, які обслуговують одне або декілька приміщень на одному або декількох поверхах, можуть проектуватися місцево централізованими із подачею зовнішнього (обробленого) повітря від центрального кондиціонера і підтриманням температури повітря поверховими кондиціонерами або

місцевими рециркуляційними пристроями (зональними, інжекційними або вентиляторними довідниками).

Системи вентиляції, кондиціонування і повітряного опалення у громадських будинках рекомендується проектувати роздільно для приміщень різного функціонального призначення, приміщень із масовим перебуванням людей, а також для приміщень харчування та побутового обслуговування.

Системи вентиляції, кондиціонування та повітряного опалення слід передбачати окремими для кожного протипожежного відсіку або для груп приміщень, розташованих у межах одного протипожежного відсіку.

Для очищення припливного повітря у вентиляційних каналах рекомендується застосовувати фільтри (касетні, складчасті тощо). На початку проектування необхідно відповідно до кліматології району будівництва визначити статистичні дані параметрів зовнішнього повітря.

Вентиляція приміщень виконується за допомогою припливного агрегату для охолодження повітря.

Теплоізоляція кондиціонерів, повітроводів та трубопроводів необхідна для виключення втрат тепла і холоду, забезпечення підтримання необхідних параметрів повітря в приміщеннях і усунення випадання конденсату на холодних поверхнях. Економія тепла і холоду при якісно виконаній тепловій ізоляції досягає 10-15%.

Зменшення витоків і підсосів повітря з 5 до 10% при всіх рівних умовах дає змогу знизити затрати енергії тільки на перемішування повітря вентиляторами на 9-10%. Зниження витоків і підсосів досягається покращенням конструкцій повітроводів, якості їх виготовлення, транспортуванням і монтажем, герметизацією з'єднань.

Аналіз енергоефективного обладнання систем опалення. По перше це облік спожитого тепла, але лише обліком спожитого тепла не вирішується проблема енергозбереження. Кількість споживаної теплової енергії і відповідна оплата за неї може лише стимулювати споживача до економії.

Одним із основних заходів енергозбереження є встановлення в системі опалення регулювальної арматури. Сьогодні неможливо створити ефективну систему опалення без використання різноманітної регулювальної арматури, призначеної для гідравлічного ув'язування між собою всіх компонентів системи і пропорційного розподілення теплоносія по стояках, відгалуженнях та опалювальних приладах. Крім того, гідравлічне ув'язування дозволяє на 25 – 30 % зменшити циркуляцію теплоносія у системі опалення і, відповідно, на 20 – 25 % зменшити витрати енергії на опалення будівлі з розгалуженими системами внутрішніх комунікацій.

Відповідно до вимог ДБН [4] на підводках до опалювальних приладів мають встановлюватися автоматичні терморегулятори прямої дії. Встановлення їх на підводках до опалювальних приладів є одним із основних заходів енергозбереження та забезпечення комфорту перебування людей у приміщеннях і дають споживачеві змогу самостійно вибирати температурний режим у приміщеннях.

Радіаторний терморегулятор фірми “DANFOSS” на підводках до опалювальних приладів досить добре себе зарекомендував. До його складу входять клапан з попереднім налаштуванням та термостатичний елемент. Термостатичний елемент серії RTD – це автоматичний регулятор температури прямої дії з малою зоною пропорційності (X_p), що працює без допоміжної енергії. В даному проєкті буде застосовано термостатичний елемент RTD 3640 із вмонтованим давачем, із функцією захисту від замерзання, діапазоном температурної налаштування та пристроєм для обмеження або фіксування температурного налаштування.

Крім того радіаторні термостатичні клапани фірми “DANFOSS” забезпечують максимальний комфорт у приміщенні і при цьому дозволяють економити кошти за користування системою опалення до 20% – найбільший показник серед усіх моделей терморегуляторів, представлених на ринку України [14].

Але у системі з термостатичним регулюванням опалювальних приладів виникає значне коливання масових витрат. Для гідравлічного балансування

таких систем, як правило, застосовуються регулятори перепаду тиску [15]. Тому при розробці проєкту системи опалення, для досягнення цілі, можна рекомендувати встановлення автоматичних балансувальних клапанів фірми “DANFOSS”, марки ASV-PV [15]. Вони являють собою пропорційні регулятори мембранного типу, що працюють без живлення від зовнішнього джерела енергії. У парі із регулятором використовують запірний вентиль на зворотному трубопроводі фірми “DANFOSS”, марки ASV-M.

Автоматичне балансування системи дозволяє уникнути труднощів при вводі системи в експлуатацію та при будь-якому навантаженні забезпечує значну економію енергії. Автоматичні балансувальні клапани запобігають збільшенню перепаду тиску на регулювальних радіаторних клапанах при частковому навантаженні, завдяки чому знижується рівень шуму. Обмеження витрати досягається шляхом регулювання кожного стояка або відгалуження незалежно від впливу інших, що дозволяє провести налагодження системи за одну операцію. Немає необхідності виконувати гідравлічне балансування за допомогою спеціальних методик з використанням спеціального обладнання. Завдяки цьому можна суттєво скоротити витрати на введення системи в експлуатацію.

Встановлені автоматичні регулятори перепаду тиску в системі опалення на стояках та приладових вітках для запобігання перетоків теплоносія дають енергозаощаджуючий ефект приблизно 5%. Базується він на тому, що при спрацюванні частини терморегуляторів на закривання одразу ж реагують автоматичні регулятори і не допускають надмірного зростання витрати теплоносія в решті терморегуляторів. За відсутності цих регуляторів така задача покладалася б на терморегулятори, час спрацювання яких значно більший, оскільки залежить від їх конструктивних особливостей, інерційності будівлі та системи опалення.

Отже, автоматичні регулятори перепаду тиску, окрім створення умов енергоефективної роботи терморегуляторів шляхом забезпечення їх авторитетів та безшумної роботи, ще запобігають несанкціонованим перетокам теплоносія в системі опалення і збільшенню його температури в

зворотній магістралі, що дає додатковий енергозберігаючий ефект, оцінюваний приблизно у 5 % .

Для оптимального та енергоефективного функціонування системи опалення, для забезпечення розрахунковою кількістю теплоносія як віддалених від насоса відгалужень системи, так і близько розташованих, необхідне здійснення гідравлічного ув'язування під час розрахунку та після монтажу. Крім того, гідравлічне ув'язування необхідне якщо змонтована система відрізняється від розрахункової (або реально не відповідає розрахунковим параметрам, наприклад, через помилки під час монтажу) або коли відбулися зміни в різних її частинах (наприклад, з'явилося додаткове теплове навантаження). Для цього можна застосувати портативний вимірювальний пристрій PFM 3000. Прилад спеціально створений для регулювання роботи систем опалення і холодопостачання й дозволяє не тільки виміряти параметри теплоносія в різних точках системи без обмеження її працездатності, але й за допомогою спеціальних вбудованих у прилад комп'ютерних програм визначити оптимальні налаштування всіх регулювальних вентилів системи згідно з фактичними витратами теплоносія. Таким чином, можна здійснити гідравлічний аудит і балансування системи опалення навіть у тому випадку, коли частина гідравлічних параметрів системи невідома (наприклад, при реконструкції старих систем із частковою заміною трубопроводів, або знайти рішення, коли частина системи в реальних умовах експлуатації з невідомої причини не працює відповідно до розрахунку проєкту).

1.4 Техніко-економічне обґрунтування

1.4.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту

В даній роботі розроблюється проєктного рішення систем опалення та вентиляції офісної будівлі у м. Київ. Поверховість -14.

Вихідними даними для розробки цього проєкту є:

– кліматична характеристика району будівництва;

- архітектурні плани поверхів будівлі;
- параметри теплоносія в системі опалення (вид теплоносія і його температурний режим);
- параметри внутрішнього повітря (температура, вологість).

Кліматична характеристика району будівництва [1]:

- середня температура найбільш холодної п'ятиденки – -26°C ;
- температура найбільш холодної доби – -22°C ;
- середня швидкість вітру – 2,8 м/с.

Як теплоносієм буде використовуватись вода з температурою 90°C – 70°C . Такі параметри теплоносія забезпечуються індивідуальним тепловим пунктом. Перевагами використання води в якості теплоносія є мала динамічна в'язкість, можливість створення природного циркуляційного тиску за рахунок різниці густини при різній температурі, висока теплоємність.

В проєкті передбачається розробка горизонтальної двотрубною системи опалення з радіаторними термостатичними клапанами, які будуть встановлені на підведеннях до кожного радіатора та конвектора, а також з вертикальними стояками.

В частині приміщень передбачається природна система вентиляції. В інших приміщеннях, де неможлива природна система вентиляції, або природною вентиляцією неможливо досягти нормальних умов мікроклімату встановлюємо систему вентиляції з штучним повітрообміном. Передбачається система кондиціонування для забезпечення метеорологічних умов в межах допустимих норм, які не можуть бути забезпечені системою вентиляції в теплий період року без застосування штучного охолодження повітря.

1.4.2 Обґрунтування проєктної потужності об'єкту

Дана офісна будівля розташована в густій сітці транспортних шляхів, ліній електропередач, а також систем водопостачання та каналізації. На основі розрахунку вирішено використати централізоване опалення зі

встановленням індивідуального теплового пункту в підвальному приміщенні будівлі.

Система вентиляції та кондиціонування монтується в 14 поверховій будівлі. При будівництві будівлі були передбачені вентиляційні канали для природної витяжної вентиляції. Також відведені місця для встановлення вентиляційного обладнання. Висота приміщень дозволяє влаштовувати систему повітроводів системи вентиляції над стелею. В приміщення проведена електроенергія для систем кондиціонування, передбачено канали для дренажної системи.

При визначені розрахункових повітрообмінів в приміщеннях були визначені шкідливі викиди в приміщенні, а саме тепловиділення, вологовиділення, а також були розраховані повітрообміни за санітарно-гігієнічними нормами, за кратністю повітря. За розрахунковий повітрообмін був прийнятий найбільший повітрообмін для видалення всіх шкідливих надходжень. В приміщеннях де люди знаходяться незначний час, або де люди взагалі не бувають повітрообмін прийнятий за кратністю, для того, щоб зменшити кількість повітря. В такі приміщення подавати велику кількість повітря недоцільно. В приміщеннях, в яких великі значення теплонадходжень, і на видалення яких необхідна велика кількість повітря, за розрахунковий повітрообмін прийнято повітрообмін за санітарно-гігієнічними нормами. А підтримання нормальної температури відбувається за допомогою кондиціонування повітря.

1.4.3 Дані про наявність сировинної бази, забезпечення основними енергоресурсами

Теплопостачання передбачене від централізованого міського теплопостачання. Теплоносій – вода з температурою в подаючому трубопроводі 90°C, і в зворотному – 70°C.

Обладнання для системи опалення, вентиляційне обладнання, установки, матеріали і деталі, а також кондиціонери можливо закупити у м. Києві. Постачається все обладнання за рахунок фірм-продавців.

1.4.4 Основні технологічні та будівельні рішення

Основний акцент у виборі технологічних та будівельних рішеннях зроблено на правильному виборі сучасного енергозберігаючого обладнання систем опалення та вентиляції, виборі раціональної схеми підключення, виборі джерела енергії.

На даному об'єкті передбачається влаштування двотрубної системи опалення з горизонтальним розподіленням трубопроводів, а також система вентиляції. Джерелом тепла є індивідуальний тепловий пункт, як теплоносій використовується вода з температурою в подавальному трубопроводі 90°C, і в зворотньому – 70°C.

Для всіх приміщень запроєктована система водяного опалення з прокладанням в конструкції підлоги. Горизонтальна розводка виконується прихованим методом в конструкції підлоги.. Для прокладання стояків та по поверхової розводки використовують багат шарові металопластикові труби. Опалювальні прилади - алюмінієві секційні радіатори фірми FONDITAL марки Solar [2], а також конвектори з природною конвекцією фірми KAMPMANN марки Katherm NK [3]. Регулювання тепловіддачі приладів здійснюється за допомогою радіаторних термостатичних клапанів фірми "ДАНФОСС" [4].

Система вентиляції виконана з листової сталі класу Н товщиною 0,7мм та 0,9 мм. Повітропроводи прямокутного поперечного перерізу проходять під стелею приміщень. Кріплення повітроводів до стелі здійснюється за допомогою монтажних рейок. Кріплення повітроводів до стін здійснюється за допомогою кронштейнів. Природна система вентиляції виконується за допомогою витяжних вертикальних каналів, які розташовані в стіні.

Система кондиціонування слугує для забезпечення метеорологічних умов в межах допустимих норм, які не можуть бути забезпечені системою вентиляції в теплий період року без застосування штучного охолодження повітря.

1.4.5 Техніко-економічний вибір вентиляційного обладнання

Істотну економію коштів забезпечує інженерне рішення по оптимальному вибору потужності і продуктивності обладнання систем.

Розглянемо техніко-економічно обґрунтування вибору вентиляційних установок. Відомо, що при підборі припливних і витяжних установок в більшості випадків слід прагнути до укрупнення їх по потужності, якщо подібне виявляється можливим. Пояснюється це тим, що обладнання малої потужності, до 4000-5000 м³ / год, у більшості фірм-виробників відноситься до обладнання компакт класу і, відповідно, переходить в іншу цінову групу.

Таким чином, вартість стандартної припливної установки, призначеної для установки в закритій від атмосферних впливів венткамере, виявляється в 2,21 рази нижче вартості рівнозначної установки компакт класу.

Єдиними суттєвими обмеженнями укрупнення установок повітря виробництва можуть ставати або архітектурні особливості будівлі або особливості технологічних процесів в ньому, коли не допускається об'єднання ряду приміщень єдиною системою вентиляції.

Розглядається два проєктних рішення системи вентиляції:

- центральна система вентиляції з двома припливним агрегатами для охолодження повітря VentusVS21+650, розміщених на даху.
- місцева система вентиляції за допомогою місцевих кондиціонерів MitsubishiSRK25ZMP, розміщених у кожному приміщенні окремо.

Капітальні витрати на закупівлю обладнання та його монтаж визначаються на підставі даних постачальників обладнання та РЕКН Збірник 20 [20].

1. Центральна система вентиляції з двома припливним агрегатами для охолодження повітря VentusVS21+650, розміщених на даху:

- приймальний клапан,
- фільтр,
- водяний охолоджувач,
- вентиляторний блок.

Вартість – $5800\text{EU} \cdot 27 \cdot 2 = 313200\text{грн.}$

Вартість монтажу – 32990 грн.

Разом: 346190 грн.

2. Місцева система вентиляції за допомогою місцевих кондиціонерів MitsubishiSRK25ZMP, розміщених у кожному приміщенні окремо:

- зовнішній блок;
- внутрішній блок;
- водяний охолоджувач;

Вартість – $480\text{EU} \cdot 27 \cdot 84 = 1088640\text{ грн.}$

Вартість монтажу – 97470 грн.

Разом: 1186110 грн.

Визначення річних експлуатаційних витрат. Витрати на споживання електроенергії центральною системою вентиляції з двома припливним агрегатами для охолодження повітря VentusVS21+650, розміщених на даху, визначається за формулою

$$\mathcal{E}_{\text{эл}} = Z_p \cdot N_{\text{раб}} \cdot N_{\text{уст}} \cdot C_{\text{эл}} ;$$

де $Z_p = 9$ – число годин роботи вентиляційного обладнання на добу, час;

$N_{\text{раб}} = 312$ – число днів у році роботи установок, днів;

$N_{\text{уст}}$ -настановна потужність обладнання, 44,5 кВт/год;

$C_{\text{эл}}$ – вартість електроенергії.

Для юридичних осіб на 2019 р в м.Київ=2,116 грн. /кВт-год

Таким чином витрати на споживання електроенергії центральною системою вентиляції:

$$\mathcal{E}_{\text{эл1}} = 9 \cdot 312 \cdot 44,5 \cdot 2,11 = 263657\text{ грн./рік};$$

Витрати на споживання електроенергії місцевою системою вентиляції :

$$\mathcal{E}_{\text{эл2}} = 9 \cdot 312 \cdot 0,61 \cdot 84 \cdot 2,11 = 303590\text{ грн./рік.}$$

Визначення річних амортизаційних відрахувань. Визначаються за такою формулою:

$$\mathcal{E}_{\text{ам}}=1,5 \cdot K / T_{\text{ам}} ;$$

де K – капітальні витрати на вентиляційне обладнання, грн. ;

$T_{\text{ам}}$ – розрахунковий термін служби устаткування, років. У нашому випадку прийнятий термін 15 років.

Примітка: наведена формула враховує витрати на повне відшкодування вартості, а також капітальний і поточний ремонт обладнання.

Таким чином, для варіанту центральної системи вентиляції з двома припливним агрегатами для охолодження повітря Ventus VS21+650, розміщених на даху, річні амортизаційні відрахування складуть:

$$\mathcal{E}_{\text{ам1}}=(1,5 \cdot 346190) / 15 = 34619 \text{ грн./рік};$$

Для варіанту місцевою системою вентиляції:

$$\mathcal{E}_{\text{ам2}}=(1,5 \cdot 1186110) / 15 = 118611 \text{ грн./рік};$$

Разом сумарні річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = \mathcal{E}_{\text{эл}} + \mathcal{E}_{\text{т}} + \mathcal{E}_{\text{ам}}, \text{ грн./рік.}$$

1 варіант (центральна система вентиляції): $C_1 = 263657 + 34619 = 298276$ грн/рік.

2 варіант (місцева система вентиляції): $C_2 = 303590 + 118611 = 422201$ грн/рік.

Визначення сукупних приведених витрат. Сукупні дисконтовані витрати - СДВ - для кожного варіанту визначаються за формулою:

$$\text{СДВ} = K \cdot (1 + p/100)^T + \mathcal{E} \cdot ((1 + p/100)^T - 1) \cdot (100/p), \text{ грн.};$$

де K – капітальні витрати, в даному випадку K_1, K_2 , грн.;

p – норма дисконту, %. Приймаємо $p = 18\%$.

Із двох варіантів приймаємо варіант з мінімальними приведеними витратами:

$$\begin{aligned}
 P1 &= K1 + \frac{C_1}{1 + 0,18^1} + \frac{C_1}{1 + 0,18^2} + \dots + \frac{C_1}{1 + 0,18^{10}} = \\
 &= 346190 + \frac{298276}{1 + 0,18^1} + \frac{298276}{1 + 0,18^2} + \dots + \frac{298276}{1 + 0,18^{10}} \\
 &= 1686669 \text{ (грн)};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P2 &= K2 + \frac{C_2}{1 + 0,18^1} + \frac{C_2}{1 + 0,18^2} + \dots + \frac{C_2}{1 + 0,18^{10}} = \\
 &= 1186110 + \frac{422202}{1 + 0,18^1} + \frac{422202}{1 + 0,18^2} + \dots + \frac{422202}{1 + 0,18^{10}} = \\
 &= 3083522 \text{ (грн)}.
 \end{aligned}$$

За розрахунками обираємо 1 варіант (центральна система вентиляції).

1.4.6 Термін будівництва

Виходячи з технічних міркувань, методів виконання робіт, прогнозований термін влаштування систем опалення та вентиляції складає 65 днів та системи вентиляції 64,5 днів. Розрахунок виконання монтажних робіт представлено в третьому розділі роботи, де визначено також послідовність виконання робіт, кваліфікаційний склад робітників, а також необхідні пристрой, інструменти та механізми для монтажу систем вентиляції.

1.4.7 Оцінка надійності та довговічності системи

Однією з вимог системи опалення та вентиляції надійність та довговічність системи. Обов'язковими показниками надійності системи є:

- а) середня наробка обладнання на відмову;
- б) середній повний строк служби;
- в) оцінку відповідності показника надійності, середню наробку, обладнання на відмову провести на етапі приймання, випробувань, експериментальним шляхом;
- г) на всі вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

Гарантійний строк експлуатації алюмінієвих секційних радіаторів фірми FONDITAL марки Solar 500/100 складає 10 років з дати їх монтажу, при умові, що монтаж проведений кваліфікованим персоналом, при дотриманні діючих норм і рекомендацій по монтажу, експлуатації і обслуговуванні.

Гарантійне і не гарантійне сервісне обслуговування всього устаткування Данфосс здійснюють офіційні сервісні партнери компанії Данфосс. Стандартний гарантійний термін складає 12 місяців з моменту передачі виробу з складу Данфосс або 18 місяців з дати випуску виробу, відміченої на виробі, якщо інше не обумовлене в договорі покупця.

1.4.8 Охорона праці, пожежна безпека, охорона природного середовища в процесі будівництва

При виконанні будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватись наступних основних нормативних документів щодо охорони праці і техніки безпеки: закон України «Про охорону праці»; ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»; ДБН В.1.1-31:2013 «Допустимі рівні шуму»; ДСТУ Б А.3.2-13:2011 «Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність»; ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків»; НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті».

Керівники будівельно-монтажних організацій зобов'язані забезпечити на будмайданчику і робочих місцях необхідні умови для дотримання комплексної безпеки будівництва, для виконання працівниками вимог норм, правил і інструкцій із техногенної і пожежної безпеки, безпеки праці, затвердженими відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.15-98, НПАОП 0.00-4.12-05, а також рішень з безпеки, прийнятих у проектній та проектно-технологічній документації.

При проведенні будівництва необхідно дотримуватись вимог по санітарно-побутовому обслуговуванню працюючих. Повинні бути приміщення для розміщення аптечок з медикаментами і засобами невідкладної допомоги потерпілим.

Будівельний майданчик повинен бути огорожений суцільною захисно-охоронною огорожею з висотою панелей 2,0 м (в місцях масового проходу людей, вздовж тротуару – не менше 2,0 м з козирком) і знаками безпеки, що застерігають про небезпечні зони, у відповідності з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Входи в будівлі, що зводяться, повинні бути захищені суцільними захисними козирками. В місцях в'їзду (виїзду) будівельного транспорту встановити застережливі знаки, що не допускають проникнення людей і дітей на будмайданчик. Монтажні зони, як особливо небезпечні, повинні бути обгороджені застережливими сигналами. У темний час доби огорожі повинні бути позначені електричними сигналами (сигнальними лампами) напругою 42В чи на висоті не менше 2,5м напругою 127 та 220В.

Експлуатація будівельних машин повинна відповідати вимогам ДБН А.3.2-2-2009, «Порядку проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної безпеки».

Режим праці робітників при застосуванні машин, що створюють вібрацію, потрібно визначати відповідно до вимог санітарних норм і правил при роботі з інструментами, механізмами і обладнанням, що створюють вібрації, що передаються на руки працюючих, затверджених МОЗ.

Електробезпека на ділянках робіт і робочих місцях повинна забезпечуватися відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:201. Зовнішні електропроводки тимчасового електропостачання повинні бути виконані ізольованим провідником, розташованим на опорах на висоті від рівня землі (підлоги, настилу) не менше ніж: 2,5м - над робочим місцем; 3,5м - над проходами; 6,0м - над проїздом. Усі електроприлади під час роботи мають бути надійно заземлені.

Забезпечення пожежної безпеки досягається комплексом заходів, направлених на обмеження території поширення вогню у випадку виникнення пожежі, а також на створення умов для успішної евакуації людей і майна із палаючої споруди, сприяння успішному здійсненню локалізації, і гасіння пожеж підрозділами пожежної охорони. Ступінь вогнестійкості приміщення будівлі – II, згідно нормативної документації визначається межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій і межами розповсюдження вогню по цих конструкціях. Детальні вказівки з техніки безпеки та пожежної безпеки викладені в розділі 3.

1.5 Висновок до розділу 1

В розділі розглянуті вимоги та характеристики енергоефективності будівлі. Проаналізовані заходи та методи, які в процесі проектування сприяють підвищенню енергоефективності будівлі. Проведено огляд енергоефективного обладнання систем, що створюють мікроклімат приміщень. Обґрунтовано вибір опалювальних приладів і радіаторних термостатичних клапанів, також агрегатів для охолодження повітря.

Виконано техніко-економічного обґрунтування влаштування системи водяного опалення і вентиляції багатоповерхової офісної будівлі у м. Київ. Розглянуто два проєктних рішення системи вентиляції і виконані економічні розрахунки кожного варіанту. Прийнято, що центральна система вентиляції з двома припливним агрегатами для охолодження повітря Ventus VS21+650, розміщених на даху є значно вигідним варіантом за мінімальними приведеними витратами.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

2.1 Природно-кліматична характеристика району забудови

Географічний пункт будівництва: м. Київ.

Кліматологічна характеристика району будівництва за даними [1] для м. Києва наступні: середня температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки $t_5^{0,92} = -22^\circ\text{C}$ (із забезпеченістю $k=0,92$); середня температура зовнішнього повітря найбільш холодної доби $t_1^{0,92} = -26^\circ\text{C}$ (із забезпеченістю $k=0,92$); швидкість вітру в січні $v_{\text{січ}} = 2,8$ м/с. Місто забудови знаходиться у зоні нормальної вологості, у I температурній зоні за даними [5].

Нормативні термічні опори огороджувальних конструкцій наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Термічні опори (нормативні) огороджувальних конструкцій [5]

Тип огороджувальної конструкції	Термічний опір R_0 , $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
Зовнішні стіни	3,3
Підлога	3,75
Стеля	4,95
Вітражі	0,75
Двері	0,5

Розрахункові параметри внутрішньої температури повітря [4,7]:

- 1) офісні кімнати – 22°C ;
- 2) кімнати персоналу – 22°C ;
- 3) вестибюлі та сходові клітки – 16°C ;
- 4) технічні приміщення – 5°C .

Основою для виконання розрахунків є архітектурно-будівельні креслення офісного центру. Технічне завдання представлено в додатку А.

Система опалення проєктується із забезпечення компенсації втрат тепла через огорожуючі конструкції та інфільтрацію. Системи вентиляції та кондиціонування проєктуються із забезпечення необхідного повітрообміну по санітарних нормах.

2.2 Вибір утеплювача огорожувальних конструкцій будівлі

Вибір теплоізоляційного матеріалу для утеплення зовнішніх стін і визначення його товщини виконуються відповідно вимогам ДБН [2-7]. Матеріалом для утеплення огорожувальних конструкцій обрано мінеральну вату. Відповідно до вимог ДБН [5] визначаємо нормативні опор теплопередачі огорожувальних конструкцій (таблиця 2.1.)

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min} \quad (2.1)$$

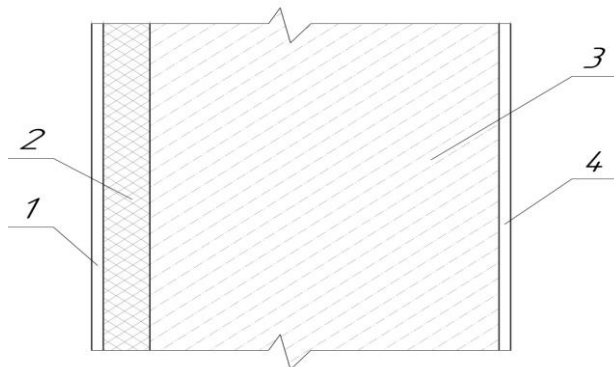


Рисунок 2.1 – Схема до теплотехнічного розрахунку стіни

Конструкція стіни:

1. Штукатурка зовнішня: $\delta=5$ мм, $\rho_1=1800$ кг/м³; $\lambda_1=0,7$ Вт/(м·К);
2. Мінеральна вата $\delta=60$ мм $\rho_2=120$ кг/м³, $\lambda_2=0,036$ Вт/(м·К);
3. Газобетонні блоки D500 $\delta=300$ мм $\rho_3=600$ кг/м³, $\lambda_1=0,14$ Вт/(м·К);
4. Внутрішня штукатурка (цементно-піщаний розчин): $\delta=15$ мм $\rho_4=1800$ кг/м³; $\lambda_4=0,93$ Вт/(м·К).

Розрахункова температура внутрішнього повітря $t_n = 22^\circ\text{C}$.

Загальний опір теплопередачі визначається як:

$$R = \frac{1}{\alpha_6} + R_K + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.2)$$

де - α_6 - коефіцієнт тепловіддачі, для внутрішніх поверхонь огорожувальної конструкції і дорівнює $\alpha_6 = 8,7$ Вт/ м²·К;

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі для зовнішніх поверхонь огорожувальної конструкції і дорівнює $\alpha_3 = 23$ Вт/ м²·К;

$$\frac{1}{\alpha_6} = \frac{1}{8,7} = 0,115,$$

$$\frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{23} = 0,043.$$

$R_K = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$, де $R_{1..4}$ - термічний опір кожного шару огорожувальної конструкції.

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,005}{0,7} = 0,007 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}, \quad R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,06}{0,042} = 1,43 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,3}{0,14} = 2,143 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}, \quad R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,015}{0,93} = 0,016 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}.$$

$$R_{\Sigma} = 0,115 + 1,43 + 2,143 + 0,016 + 0,007 + 0,043 = 3,844 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}.$$

Розглянемо фрагмент конструкції з фасадною теплоізоляцією опорядженням штукатуркою в межах одного поверху зовнішньої стіни. Фрагмент стіни що розглядається становить 3,3х36 м. На фрагменті наявні 3 віконні конструкції розміром 1,69х1,75м та 4 віконні конструкції розміром 4,69х1,75м. Загальна площа непрозорої частини фрагменту дорівнює

$$(3,3 \times 36) - (3(1,69 \times 1,75) + 4(4,69 \times 1,75)) = 118,8 - 41,703 = 77,097 \text{ м}^2.$$

На фрагменті, що розглядається, присутні наступні теплопровідні включення, що відносяться до непрозорої огорожувальної конструкції:

- відкоси віконного прорізу в зоні надвіконної перемички, підвіконня, рядового примикання – лінійні елементи;
- дюбелі для кріплення мінераловатних плит – точкові елементи.

Для вказаних теплопровідних включень за проектними даними та даними (додатків Г, Д) [5] визначають кількісні показники та характеристики

лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі. Кількість дюбелів з розрахунку 10 шт. на 1 м^2 . Зведені дані наведені в таблиці 2.2.

Площа непрозорої частини огорожувальної конструкції $F_{\Sigma} = 77,097\text{ м}^2$.

Таблиця 2.2 - Теплопровідні включення та їх кількісне вираження

Найменування теплопровідного включення	Протяжність L, м	Кількість	Лінійний коефіцієнт Теплопередачі K, Вт (м x К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі Ψ , Вт(м x К)
Віконний відкіс в зоні перемички	1,69	3	0,081	
	4,69	4	0,081	
Віконний відкіс в зоні підвіконня	1,69	3	0,064	
	4,69	4	0,064	
Віконний відкіс в зоні рядового примикання	1,75	14	0,071	
Дюбелі для кріплення підвіконних плит		770		0,005

На підставі даних таблиці 2.1 визначаємо приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma np} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^l \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J K_j L_j + \sum_{k=1}^k \psi_k N_k}$$

$$R_{\Sigma np} = \frac{77,097}{\frac{77,097}{3,844} + ((1,69 \cdot 3 + 4,69 \cdot 4) \times (0,081 + 0,064)) + 1,75 \times 0,071 \times 14 + 770 \times 0,005} = 3,04$$

$$R_{\Sigma np} = 3,04 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт} < R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}.$$

Умова не виконана. Приймаємо для утеплення зовнішніх стін утеплювач із мінеральної вати товщиною 80мм. Перерахуємо необхідний термічний опір для стіни із шаром утеплювачу товщиною 0,08 м:

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,08 / 0,042 = 1,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

$$R_{\Sigma} = 0,115 + 2,0 + 2,143 + 0,016 + 0,007 + 0,043 = 4,324 \text{ м}^2\text{К} / \text{Вт}.$$

На підставі даних таблиці 2.1 визначаємо приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma np} = \frac{77,097}{\frac{77,097}{4,324} + ((1,69 \cdot 3 + 4,69 \cdot 4) \times (0,081 + 0,064)) + 1,75 \times 0,071 \times 14 + 770 \times 0,005} = 3,32 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$$

$$R_{\Sigma np} = 3,32 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт} > R_{q \text{ min}} = 3,3 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}.$$

Зовнішня стіна відповідає вимогам теплопередачі. Аналогічно проведені розрахунки для інших огорожувальних конструкцій.

2.3 Моделювання теплових втрат приміщень будівлі

Система опалення повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через огорожувальні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає в приміщення через різні нещільності в огорожувальних конструкціях (інфільтрація).

Втрати тепла через огороження, які відділяють опалювальні приміщення від зовнішнього повітря або від неопалювальних приміщень знаходять при різниці розрахункової температури повітря більше 5°C [4].

Загальні тепловтрати Q_3 складаються з головних Q_{Γ} та додаткових Q_{Δ} тепловтрат. Приміщення нумеруємо на плані - №401, 402, 403, і т. д. (див. аркуш 2 графічної частини).

Моделювання теплових втрат приміщень будівлі ведемо у вигляді таблиці (додаток Б). Умовне позначення огорожувальних конструкцій в додатку А: ЗС – зовнішня стіна; ВІТР – вітраж; Д – двері. П – підлога; С – стеля. Орієнтація приміщень вказується азимутом.

Головні тепловтрати Q_{Γ} , Вт, визначають за формулою [9]:

$$Q_{\Gamma} = 1/R_0^{\phi} \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_3) \cdot n, \quad (2.3)$$

де F – площа теплопередаючої поверхні огорожувальної конструкції, м²;
 R_0^{ϕ} – повний фактичний термічний опір огорожувальної конструкції, м²·°С/Вт;
 $t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;
 t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

n – коефіцієнт, що враховує додатковий захист огорожувальної конструкції від зовнішніх температур, приймаємо за даними [5].

Додаткові тепловтрати приймаються у відповідності з даними [5].

2.4 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення

Після визначення всіх тепловтрат приміщень виконуємо розрахунок трубопроводів, а також вибір і розміщення обігрівальних приладів, складання схеми опалення в аксонометрії (аркуш3). Гідравлічний розрахунок зводиться до визначення оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець.

Розрахунок починається із головного циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш віддалений і навантажений опалювальний прилад. Вибране циркуляційне кільце ділиться на ділянки. Через кожну ділянку протікає постійна кількість води, а межі ділянок знаходяться в точках зміни потужності потоку.

Для попереднього підбору діаметра труб на ділянках розрахункового циркуляційного кільця необхідно знати витрати води на ділянці G , кг/год і допустиму питому середню втрату тиску на 1 м за рахунок тертя R_d , Па/м.

Витрати води визначаються за виразом:

$$G = \frac{0,86 \cdot Q}{(t_r - t_o)}, \quad (2.4)$$

де : Q – теплове навантаження ділянки циркуляційного кільця, Вт;

t_r – температура гарячої води, $^{\circ}\text{C}$;

t_o – температура охолодженої води, $^{\circ}\text{C}$.

Для даної системи приймаємо металополімерні труби. Орієнтуючись на витрату та швидкість руху води на ділянці (G , кг/год, V , м/с), визначають діаметр трубопроводу, питомі витрати тиску від тертя на 1 м і динамічний тиск, які заносять до таблиці.

Втрати тиску в місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \sum \xi \cdot p_d, \quad (2.5)$$

де: ξ – коефіцієнт місцевого опору, визначається з каталогів виробників фасонних частин;

p_d – динамічний тиск.

Підраховуємо суму втрат тиску від тертя і суму втрат тиску від місцевих опорів. Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і порівнюють з розрахунковим циркуляційним тиском. Гідравлічний розрахунок виконаний у програмі «Microsoft Excel», результат розрахунку зведено до таблиці (додаток Г).

2.5 Обладнання системи опалення

Обґрунтування вибору опалювальних приладів. Проаналізувавши ринок опалювальних приладів в Україні, вибір зроблено на алюмінієвих секційних радіаторах фірми FONDITAL марки Solar [21], а також конвекторах з природною конвекцією фірми KAMPMANN марки Katherm NK [13]. Порівняння характеристик алюмінієвих секційних радіаторах наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Порівняння характеристик опалювальних приладів

Модель радіатора	Міжосьова відстань, мм	Тепловіддача однієї секції при $\Delta t = 70^\circ\text{C}$, Вт	Ємність однієї секції, л	Максимальна температура теплоносія, $^\circ\text{C}$	Робочий тиск, МПа	Вага однієї секції, кг
Swing SW 500	500	173,4	0,25	110	До 2,5	1,85
Rouding RA500	500	193,2	0,41	110	0,6	1,67
Ragall 103/500	500	182,7	0,41	120	1,6	1,63
Helyos 500R	500	198	0,58	120	1,6	1,6
San Well Polo	500	180	0,36	110	1,6	1,25
Extra	500	196,2	0,42	120	1,6	1,57

Therm Serir 500/100						
Solar 500/100	500	203,66	0,4	120	1,6	1,43

Радіатори SOLAR виготовлені методом лиття під тиском і запропоновані фірмою FONDITAL, мають підвищену тепловіддачу, яка дозволяє опалювати приміщення з великою надійністю. SOLAR спроектовані, виготовлені і випробувані у відповідності з діючими європейськими технічними нормами EN 442 і їх виробничі процеси відповідають системі якості, сертифіковані міжнародним сертифікаційним центром DNV – Det Norske Veritas, згідно норм ISO 9001/2000 [12]. Стандартний колір – білий. Всі радіатори SOLAR мають гарантію 10 років з дати установки.

Радіатори SOLAR виготовлені із алюмінієвого сплаву, який дає радіатору наступні характеристики [12]:

- легкість – це фактор, при якому легко транспортуються, складаються і встановлюються радіатори;
- низька теплова інерція – легкість матеріалу і невелика місткість води пришвидшують процес виходу на заданий режим, сприяючи економії енергії;
- велика поверхня теплообміну – гарантує добру ефективність також при низьких температурах теплоносія;
- модулярність – радіатори можуть комплектуватись в необхідну кількість секцій за допомогою спеціального обладнання.

Кількість секцій алюмінієвого радіатора приймаємо в залежності від різниці температур між середньою температурою теплоносія і температурою опалювального приміщення – ΔT , а також від тепловтрат цього приміщення. Ця залежність показана у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Значення тепловіддачі радіатора Solar 500/100 при $\Delta T=20^\circ$

Кількість секцій, шт.	1	2	3	4	5	6	7
-----------------------	---	---	---	---	---	---	---

Потужність, Вт	52,32	104,65	156,97	209,29	261,62	313,94	366,26
Кількість секцій,шт.	8	9	10	11	12	13	14
Потужність, Вт	418,59	470,91	523,23	575,55	627,88	680,2	732,52

Конвектори з природною конвекцією Katherm NK являють собою повністю готові для монтажу конвектори з природною конвекцією. Вони підходять для встановлення в підлогу перед великими вікнами, які доходять до підлоги. При цьому ефективна ізоляція приміщення від холодного повітря здійснюється за рахунок природної конвекції. Дані опалювальні прилади представляють собою ідеальне рішення для опалення приміщень, в яких за естетичними міркуваннями небажано застосовувати напільні прилади.

Конвектори Katherm NK забезпечують рівномірне розподілення теплого повітря по всьому об'єму приміщення.

Особливості конструкції:

- Корпус з листової оцинкованої сталі. Всі компоненти, що знаходяться всередині конвектора, пофарбовані фарбою графітового кольору, тому крізь декоративну решітку невидимі окремі елементи.
- Самонесуча конструкція корпусу з регульованими по висоті ніжками і анкерами для закладення в бетонну підлогу.
- Мала висота забезпечує просте розміщення на підлогу.
- Високоєфективні теплообмінники PowerKon, виконані із круглих мідних труб з алюмінієвими ребрами
- З'єднувальні патрубки Eurokonus забезпечують простий і швидкий монтаж водяного контуру.
- Теплоносій гаряча вода, температура на вході/вихід як 90/70°C, так і в особливо економічному низькотемпературному режимі на вході/ виході 50/40°C.
- Швидкий і простий монтаж дозволяє заощаджувати кошти.

Розміри конвектора з природною конвекцією вибирають в залежності від температури внутрішнього повітря, температури теплоносія на вході і на виході з системи, а також від тепловтрат цього приміщення. Результати підбору заносимо в додаток Б.

Обґрунтування вибору радіаторних термостатичних клапанів.

Радіаторні термостатичні клапани фірми "ДАНФОСС" мають ряд переваг:

1. Дозволяють економити кошти за користування системою опалення до 20% – найбільший показник серед усіх моделей терморегуляторів, представлених на ринку України.
2. Конструкція терморегуляторів забезпечує надійну експлуатацію навіть в умовах низької якості теплоносія.
3. Термостатичний елемент витримує значні навантаження.
4. Термін експлуатації терморегуляторів становить понад 20 років.
5. Терморегулятор «Данфосс» не потребує ніякого спеціального обслуговування.

Обґрунтування вибору балансувальних клапанів. Автоматичні балансувальні клапани серії ASV фірми "ДАНФОСС" використовуються для забезпечення автоматичного гідравлічного балансування систем опалення та охолодження. Автоматичне балансування системи – це підтримання постійного перепаду тиску при зміні навантаження (і, відповідно, витрати) від 0 до 100%. Використання клапанів серії ASV дозволяє уникнути труднощів при вводі системи в експлуатацію. Автоматичне балансування системи при будь-якому навантаженні забезпечує значну економію енергії.

Автоматичні балансувальні клапани запобігають збільшенню перепаду тиску на регулюючих клапанах при частковому навантаженні, завдяки чому знижується рівень шуму. Обмеження витрати досягається шляхом регулювання кожного стояка або відгалуження незалежно від впливу інших, що дозволяє провести наладку системи за одну операцію. Немає необхідності виконувати гідравлічне балансування за допомогою спеціальних методик з використанням спеціального обладнання. Завдяки цьому можна суттєво скоротити витрати на введення системи в експлуатацію.

Завдяки установці клапанів серії ASV, систему опалення можна розділити на незалежні підсистеми. Це дозволяє поетапно вводити в експлуатацію системи опалення як нових, так і реконструйованих будівель.

При цьому немає необхідності вручну виконувати гідравлічне балансування системи при кожній її зміні, вона буде здійснюватись автоматично [15].

Відповідно до проведених розрахунків та технічного обґрунтування система опалення двотрубна горизонтальна із нижнім розведенням.

1. Теплопостачання - централізоване міське. Теплоносій – вода з в подаючому трубопроводі 90°C, і в зворотному – 70°C.
2. Теплоносій подається до поверхів за рахунок вертикальних стояків, які розташовані на двох сходових клітках, де встановлюються балансувальні клапани.
3. Система опалення виконана багатошаровими трубами (PEX-AL-PEX) фірми Kisan. Труба PEX-Al-PEX складається з алюмінієвої стрічки, яка скручена в трубу і зварена ультразвуковим зварюванням по шву. Алюмінієва труба з обох сторін по черговою покрита шарами клею та поліетилену [10]. В результаті проведення моделювання гідравлічного режиму було підібрано діаметри трубопроводів системи опалення, які становлять 16x2 мм, 20x2,25 мм, 32x3 мм, 40x4 мм, 60x5 мм.
4. Горизонтальна розводка виконується прихованим методом в конструкції підлоги. Для захисту труб, які прокладаються в конструкції підлоги, від механічних пошкоджень, а також для теплової ізоляції трубопроводів на них надягається теплова ізоляцію відповідних діаметрів фірми Kisan [10].
5. Для сходових кліток приймаємо секційні алюмінієві радіатори фірми FONDITAL марки Solar 500/100 різної секційності [12].
6. Для офісних приміщень – конвектори з природною конвекцією фірми KAMPMANN марки Katherm NK 272 і 400 з висотою 90 і 120 мм і різною довжиною [13]. Декілька конвекторів "Katherm" NK буде заокругленої форми для огинання кривих поверхонь огорожувальних конструкцій.

7. На кожному опалювальному приладі встановлюється термостатичний клапан, запірний клапан та кран для випуску повітря.

2.6 Визначення теплонадходжень в приміщення

Надходження тепла в приміщення визначають як суму надходжень тепла через прозорі зовнішні огороження, від штучного освітлення, обладнання та обслуговуючого персоналу.

Кількість тепла, що надходить через світлові прорізи за рахунок сонячного випромінювання визначається за формулою [4]:

$$Q = (q_1 F_{01} + q_2 F_{02}) \beta_{c.n.} k_0 + \frac{t_3 - t_e}{R_0} \cdot F_0, (Bm) \quad (2.6)$$

де F_{01} - площа світлового прорізу, який опромінюється прямим сонячним випромінюванням, m^2 ;

F_{02} - площа світлового прорізу, який не опромінюється прямим сонячним випромінюванням, m^2 ;

$\beta_{c.n.}$ - коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв;

k_0 - коефіцієнт, який залежить від типу скління;

R_0 - опір теплопередачі заповнень світлових прорізи, $m^2 \cdot K/Bm$;

t_3 та t_e – розрахункова температура зовнішнього та внутрішнього повітря, $^{\circ}C$;

F_0 - площа світлового прорізу, що визначається за її найменшими розмірами, m^2 ;

q_1 та q_2 – відповідно кількість тепла, яка надходить через одинарне скління світлових прорізів при прямому і непрямому сонячному випромінюванню, Bm/m^2 :

$$q_1 = (q_{e.p.} + q_{e.n.}) k_1 k_2, \left(\frac{Bm}{m^2} \right), \quad (2.7)$$

$$q_2 = q_{e.p.} k_1 k_2, \left(\frac{Bm}{m^2} \right). \quad (2.8)$$

$q_{e.l.}$ – надходження тепла через одинарне скління від прямого випромінювання, Bm/m^2 ;

$q_{e.p.}$ – надходження тепла через вертикальне скління від розсіяного сонячного випромінювання, Bm/m^2 ;

k_1 – коефіцієнт, який враховує затемнення прорізів віконними рамами;

k_2 – коефіцієнт, який враховує забрудненість скла.

Кількість тепла, що надходить від електродвигунів і механічного обладнання за рахунок перетворення механічної енергії в теплову визначається за формулою [4]:

$$Q_E = 1000 \cdot N_y k_0 k_e k_z (1 - \eta_o + k_m \eta_o), (Bm), \quad (2.9)$$

де N_y – установча потужність електродвигуна, кВт;

k_0 – коефіцієнт одночасності роботи ($k_0 = 0,5 \dots 1$);

k_e – коефіцієнт використання установчої потужності ($k_e = 0,7 \dots 0,9$);

k_z – коефіцієнт завантаження електродвигунів ($k_z = 0,5 \dots 0,9$);

k_m – коефіцієнт асиміляції теплоти;

η_o – коефіцієнт корисної дії двигуна.

Кількість тепла, що виділяється при штучному освітленні визначається за формулою [4]:

$$Q_{осв} = EFq_{осв} \eta_{осв}, (Bm), \quad (2.10)$$

де E – освітленість, лк;

F – площа приміщення, m^2 ;

$q_{осв}$ – питома виділення теплоти, $Bm/лк$;

$\eta_{осв}$ – доля теплової енергії, яка потрапляє в приміщення.

Кількість тепла, яка виділяється людьми визначається за формулою [4]:

$$\Delta Q_n = \sum_{i=1}^n N_i q_i, (Bm), \quad (2.11)$$

де N_i – кількість людей в приміщенні з даною інтенсивністю навантаження, люд.

q_i – питома виділення теплоти однією людиною при даній інтенсивності навантаження, Вт.

Кількість тепла, яка надходить в приміщення через стелю за рахунок сонячного випромінювання визначається за формулою [4]:

$$Q_{nep} = \left[\frac{1}{R_0} (t_3 + R_3 \rho I_{cep} - t_B) + \beta \cdot \kappa \cdot \frac{A_{\tau B}}{R_B} \right] \cdot F, (Bm) \quad (2.12)$$

де R_0 – опір теплопередачі даху будівлі;

R_B – опір теплосприйняття між внутрішнім повітрям та поверхнею перекриття. Значення R_B для перекриття з внутрішніми ребрами – 0,132 м²·К/Вт, для перекриття з гладкою поверхнею – 0,115 м²·К/Вт.

R_H – термічний опір між зовнішнім повітрям та поверхнею перекриття.

R_K – термічний опір огорожувальної конструкції:

$$R_K = \sum_{i=1}^m R_i + R_{B,П.}, (m^2 \cdot K / Bm), \quad (2.13)$$

$\sum_{i=1}^m R_i$ – сума термічних опорів шарів перекриття:

$$\sum_{i=1}^m R_i = \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_{2.к.}}{\lambda_{2.к.}} + \frac{\delta_p}{\lambda_p}, (m^2 \cdot K / Bm), \quad (2.14)$$

де δ_3 , $\delta_{2.к.}$, δ_p , – відповідно, товщини шарів: залізобетону, гравію керамзитового, руберойду, м;

λ_3 , $\lambda_{2.к.}$, λ_p , – відповідно, коефіцієнти теплопровідності шарів перекриття, Вт/м·К;

$R_{B,П.}$ – термічний опір замкнутого повітряного прошарку, [5, дод.Д];

ρ – коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання, [5, дод.Л];

I_{cp} – середньодобове сумарне сонячне випромінювання, Вт/м²,

k – коефіцієнт, який дорівнює:

Для перекриття з вентиляльованим повітряним прошарком	0,6
Для інших	1

β – коефіцієнт для визначення величин теплового потоку, що гармонічно змінюється, в різні години доби, [5, табл.9.3];

$A_{\tau B}$ – амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні огорожень, °С:

$$A_{\tau B} = \frac{1}{V} [0,5A_{тн} + R_H \rho (I_{max} - I_{cp})], (°C), \quad (2.15)$$

$A_{тн}$ – max амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, [5];

I_{max} та I_{cp} – відповідно максимальне та середнє значення сумарного (прямого та розсіяного) сонячного випромінювання, що приймається для зовнішніх стін як для вертикальних поверхонь, [5];

ν – затухання амплітуди коливань температури в огорожувальній конструкції:

$$\nu = \frac{R_0}{R_B}, \quad (2.16)$$

F – площа перекриття, m^2 .

Розрахунок теплонадходження наведений в додатку В.

2.7 Визначення повітрообміну в приміщеннях

Повітрообмін в житлових і громадських приміщеннях зазвичай визначають за кратністю повітрообміну або по встановленій нормі повітрообміну на одну людину.

Кратність повітрообміну в приміщенні визначається за формулою [5]:

$$k = \frac{L}{V_n}, (\text{год}^{-1}), \quad (2.17)$$

де L – об'єм вентиляційного повітря, $m^3/\text{год}$;

V_n – внутрішній об'єм приміщення, m^3 .

Необхідний повітрообмін за надлишками тепла визначається за формулою [5]:

$$L = \frac{3,6 \cdot Q_{надл}}{\rho \cdot c \cdot (t_{вид} - t_{np})}, \left(\frac{m^3}{год} \right), \quad (2.18)$$

де $Q_{надл}$ – кількість тепла, яке виділяється в приміщенні, Вт;

ρ - густина повітря в приміщенні, $кг/m^3$;

c – масова теплоємність повітря, $\frac{кДж}{кг \cdot K}$;

$t_{вид}$ – температура повітря, що видаляється витяжною вентиляцією, $^{\circ}C$;

$$t_{вид} = t_{np} + k_m (t - t_{np}), (^{\circ}C); \quad (2.19)$$

t_{np} – температура припливного повітря, $^{\circ}C$.

Необхідний повітрообмін за надлишками вологи в приміщенні:

$$L = \frac{W}{\rho(d_{\text{вид}} - d_{\text{пр}})} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right), \quad (2.20)$$

де W – виділення вологи в приміщення, $\text{г}/\text{год}$;

ρ - густина повітря в приміщенні, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$d_{\text{вид}}$ – вміст вологи, що видаляється місцевою вентиляцією, $\text{г}/\text{кг}$ сухого повітря;

$d_{\text{пр}}$ – вміст вологи в припливному повітрі, $\text{г}/\text{кг}$ сухого повітря.

Необхідний повітрообмін по газовим виділенням визначається за формулою [5]:

$$L_{\kappa} = \frac{K}{K_{\text{дон}} - K_{\text{пр}}} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right); \quad (2.21)$$

де K – вагова кількість газів, що виділяються в приміщенні, $\text{мг}/\text{год}$;

$K_{\text{дон}}$ – гранично допустима концентрація газів, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$K_{\text{пр}}$ – концентрація газів в припливному повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Розрахунок ведеться за всіма шкідливими викидами в приміщенні і приймається найбільше з отриманих значень, але це значення повинно бути не менше нормального повітрообміну для приміщення даного типу.

Розрахунок повітрообміну наведений в додатку К.

Після визначення розрахункових повітрообмінів приміщень складаємо повітряний баланс приміщень, тобто визначаємо кількість повітря, яку необхідно подавати і видаляти з приміщень.

Розподіл повітря в приміщенні відбувається за допомогою підбору припливних та витяжних повітророзподільників. Основними критеріями вибору повітророзподільників є забезпечення нормальних умов мікроклімату в приміщенні, а саме: швидкості руху та температури в робочій зоні приміщення. Основний вплив на характер і інтенсивність руху повітря у вентильованому приміщенні чинять припливні струмені, які формуються повітророзподільниками.

В приміщеннях доцільніше використовувати настиляючі на стіни припливні струмени. При розрахунку враховуємо, що струмени

неізотермічні, тобто струмини, які мають температуру вищу, або нищу за температуру повітря в приміщенні. Розрахунок та підбір решіток виконуємо за допомогою універсальної номограми для підбору і розрахунку повітророзподільників.

2.8 Обґрунтування вибору агрегатів для охолодження повітря

Для забезпечення комфортних умов мікроклімату в літній період часу необхідно підтримувати задану температуру, вологість та швидкість руху внутрішнього повітря в приміщенні. Поміж великої кількості фірм, вибір було здійснено на фірмі Ventus, що забезпечує 5 років повної гарантії та обслуговування. Агрегат для охолодження повітря Ventus VS 21+650.

Плюсом агрегатів є їхній низький рівень шуму за допомогою низько шумних вентиляторів, які забезпечують найкращі акустичні характеристики. Також забезпечення високої чистоти припливного повітря з точки зору санітарно-гігієнічних умов за допомогою фільтрів як на заборі повітря в агрегат та і на приточному патрубку.

2.9 Моделювання аеродинамічного режиму системи вентиляції

Організація повітрообміну включає в себе вибір схеми, способу подачі та видалення повітря. Проектуємо схему подачі повітря зверху вгору.

Розрахунок повітропроводів складається з 2-х етапів:

1 – розрахунок головної ділянки напрямку вентиляційної системи, який характеризується найбільшою довжиною та завантаженістю.

2 – ув'язка відгалужень вентиляційної системи.

Нев'язка не повинна перевищувати 10% [8]. Для збалансування системи підбираємо дросельні клапани. Аеродинамічні розрахунки систем вентиляції приміщень наведено в додатку Є.

Система вентиляції виконана з листової сталі класу Н товщиною 0,7мм та 0,9 мм. Повітропроводи прямокутного поперечного перерізу проходять під стелею приміщень. Кріплення повітроводів до стелі здійснюється за допомогою монтажних рейок. Кріплення повітроводів до стін здійснюється за допомогою кронштейнів.

Природна система вентиляції виконується за допомогою витяжних вертикальних каналів, які розташовані в стіні.

2.10 Висновок до розділу 2

При розробці технічної частини було виконано моделювання тепловтрат приміщень будівлі, які становлять 302 кВт, та моделювання гідравлічного режиму системи опалення, розрахунок тепло надходжень, аеродинамічний розрахунок системи вентиляції: загальна продуктивність припливної системи становить 162274 м³/год. За результатами моделювання тепловтрат та теплонадходжень приміщень будівлі було підібрано елементи систем. За результатами моделювання гідравлічного та аеродинамічного режимів підібрано обладнання, яке забезпечує нормальну роботу та автоматичне регулювання систем. Система водяного опалення виконана багат шаровими трубами (PEX-AL-PEX) фірми Kisan діаметри трубопроводів системи опалення становлять 16x2 мм, 20x2,25 мм, 32x3 мм, 40x4 мм, 60x5 мм. Опалювальні прилади - алюмінієві секційні радіатори фірми FONDITAL марки Solar 500/100 [12], а також конвектори з природною конвекцією фірми KAMPMANN марки Katherm NK 272.

В ході виконання розділу було побудовано принципову схему індивідуального теплового пункту (див аркуш 5), схему розводки системи опалення та вентиляції з нанесенням на неї обладнання даних системи (див. аркуш 1,2), а також аксонометричні схеми (див. аркуш 3,4).

3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз об'єкту, який підлягає монтажу

Об'єкт монтажу чотирнадцятиповерхова офісна будівля. На об'єкті передбачається влаштування системи опалення та системи вентиляції.

Система опалення двотрубна з горизонтальною розводкою. Джерелом тепла є індивідуальний тепловий пункт, як теплоносієм використовується вода з температурою в подавальному трубопроводі 90°C, і в зворотному – 70°C.

Система водяного опалення виконана багат шаровими трубами (PEX-AL-PEX) фірми Kisan [16]. Труба PEX-AL-PEX складається з алюмінієвої стрічки, яка скручена в трубу і зварена ультразвуковим зварюванням по шву. Алюмінієва труба з обох сторін по черговою покрита шарами клею та поліетилену. В результаті проведення моделювання гідравлічного режиму було підібрано діаметри трубопроводів системи опалення, які становлять 16x2 мм, 20x2,25 мм, 32x3 мм, 40x4 мм, 60x5 мм.

Горизонтальна розводка виконується прихованим методом в конструкції підлоги. Для захисту труб, які прокладаються в конструкції підлоги, від механічних пошкоджень, а також для теплової ізоляції трубопроводів на них надягається теплова ізоляція відповідних діаметрів фірми Kisan.

Теплоносієм подається до поверхів за рахунок двох вертикальних стояків, які розташовані на двох сходових клітках, де встановлюються балансувальні клапани.

Опалювальні прилади були підібрані на основі моделювання теплових втрат приміщень будівлі (додаток В). Як опалювальні прилади використовуються алюмінієві секційні радіатори фірми FONDITAL марки Solar 500/100 [12], а також конвектори з природною конвекцією фірми

КАМPMANN марки Katherm NK 272 [13]. На кожному опалювальному приладі встановлюється термостатичний клапан, запірний клапан та кран для випуску повітря. Термостатичний та запірний клапани дозволяють, при необхідності, від'єднати окремий опалювальний прилад не зливаючи воду з усієї системи опалення та не зупиняючи її роботу.

Декілька конвекторів "Katherm" NK буде заокругленої форми для огинання кривих поверхонь огорожувальних конструкцій.

Регулювання тепловіддачі приладів здійснюється за допомогою радіаторних термостатичних клапанів фірми ДАНФОСС [14], які встановлюються на кожному опалювальному приладі. Вони автоматично регулюють витрату теплоносія через радіатор, залежно від заданої та фактичної температури повітря в приміщенні. Гідравлічне балансування системи здійснюється автоматичними балансувальними клапанами фірми ДАНФОСС [15], які встановлюються на кожному відгалуженні та автоматично підтримують на ньому заданий перепад тиску.

Система вентиляції виконана з листової сталі класу Н товщиною 0,7мм та 0,9 мм. Повітропроводи прямокутного поперечного перерізу (додаток Є) проходять під стелею приміщень. Кріплення повітроводів до стелі здійснюється за допомогою монтажних рейок. Кріплення повітроводів до стін здійснюється за допомогою кронштейнів.

Природна система вентиляції виконується за допомогою витяжних вертикальних каналів, які розташовані в стіні.

Монтажні положення повітроводів :

- вісі повітропроводів паралельні площинам будівельних конструкцій ;
- відгалуження від ствола повітроводу приєднуються за допомогою прямих та штангоподібних трійників та хрестовин різних перерізів;
- при проходженні повітроводів через будівельні конструкції з'єднання повітропроводів не повинні бути зароблені в будівельні конструкції і повинні відстояти від їх поверхні на відстані не менше 100 мм.

3.2 Визначення потреб у матеріально-технічних ресурсах

На підставі проведеного аналізу конструктивних особливостей системи опалення визначено потреби основних та допоміжних матеріалів (табл. 3.1, 3.2).

Розрахунок основних матеріалів необхідних для монтажу системи опалення зводиться до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в основних матеріалах системи опалення

№ п/п	Найменування матеріалу	Тип, марка	Од. виміру	Кількість	Маса, кг	
					од.	загальна
1	2	3	4	5	6	7
1	Труба $\varnothing 16 \times 2,0$ мм	KISAN [16]	м	2842	0,082	233
	Труба $\varnothing 20 \times 2,25$ мм		м	403	0,117	47,2
	Труба $\varnothing 32 \times 3$ мм		м	132	0,254	33,5
	Труба $\varnothing 40 \times 4$ мм		м	106	0,42	44,5
	Труба $\varnothing 60 \times 5$ мм		м	539	0,657	354,1
2	Ізоляція для труб $\varnothing 16 \times 2,0$ мм	KISAN [16]	м	2842	0,045	127,9
	Ізоляція для труб $\varnothing 20 \times 2,25$ мм		м	403	0,065	26,2
	Ізоляція для труб $\varnothing 32 \times 3$ мм		м	132	0,135	17,82
	Ізоляція для труб $\varnothing 40 \times 4$ мм		м	106	0,225	23,85
	Ізоляція для труб $\varnothing 60 \times 5$ мм		м	539	0,355	191,4
3	Клапан з попередньою настройкою RTD-N UK 16 кутовий	DANFOSS [14]	шт	240	0,25	34,75
4	Клапан з попередньою настройкою RTD-N 16 прямий	DANFOSS [14]	шт	32	0,25	21,25
5	Термостатичний	DANFOSS [14]	шт	240	0,124	17,24

	елемент RTD 3640					
6	Термостатичний елемент RTD 3560	DANFOSS [14]	шт	32	0,124	10,54

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
7	Запірний клапан RLV 16	DANFOSS [14]	шт	272	0,176	39,42
8	Автоматичний балансувальний клапан ASV-PV DN 16	DANFOSS [14]	шт	32	0,37	11,84
	Автоматичний балансувальний клапан ASV-PV DN 20		шт	32	0,48	15,36
9	Запірний клапан ASV-M DN 15	DANFOSS [14]	шт	32	0,21	6,72
	Запірний клапан ASV-M DN 20		шт	32	0,26	8,32
10	Радіатор алюмінієвий секційний Solar 500/100	FONDITAL [12]	секц.	448	1,43	640,6
11	Конвектори з природною конвекцією серії NK 272 довжиною 1250 мм	KATHERM [13]	шт	32	14	448
	1750 мм		шт	16	17	272
	2250 мм		шт	80	20	1600
	2750 мм		шт	16	29	464
	3250 мм		шт	32	31	992
	3750 мм		шт	64	34	2176
12	Перехідник серії WM 25x20	KISAN [16]	шт	128	0,223	28,5
13	З'єднання запресовуюче з зовнішньою різьбою серії WM 20x1/2"	KISAN [16]	шт	256	0,051	13,1
14	Редукційна хрестовина KISAN 3/2" x 1" x 3/2" x 1"	KISAN [16]	шт	128	0,143	18,3

Загальна маса основних матеріалів для системи опалення становить 7917,4кг.

Розрахунок допоміжних матеріалів необхідних для монтажу системи опалення розраховується за рахунок [18, 19, 20] і зводиться до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість потреби в допоміжних матеріалах [18, 19, 20]

№ п.п.	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Один. виміру	Кількість	Маса, кг	
					од.	загальна
1	2	3	4	5	6	7
1	C111-384	Білило густотерте цинкове МА-011-1	т	0,0033864	1000	3,3864
2	C111-596-1	Мастика бітумно-кукерсольна холодна БК-Р	т	0,0441	1000	44,1
3	C111-1355	Цемент гіпсоглиноземистий розширюваний	т	0,0576	1000	57,6
4	C111-1483	Шурупи з напівкруглою голівкою, діаметр стрижня 6 мм, довжина 40 мм	т	0,005712	1000	5,712
5	C111-1668	Оліфа натуральна	кг	1,5936	1	1,5936
6	C111-1708	Клоччя просочене	кг	162	1	162
7	C130-39	Болти з гайками та шайбами, діаметр -12 мм	т	0,5808	1000	580,8
8	C142-10-2	Вода	м3	37,77	1000	37770
9	C1113-266	Водний розчин нітрата та карбоната натрію	м3	0,57486	1000	574,86
10	C1545-159	Очіс льняний	т	0,001596	1000	1,596
11	C1630-115	Кронштейни Кр1-РС для радіаторів	компл.	37,9236	8,7	329,93532
12	–	Гільзи металеві	шт	90	0,27	24,3
13	–	Кріплення KISAN	шт	240	0,05	12

Загальна маса допоміжних матеріалів без маси води становить 1797,9

кг.

На підставі проведеного аналізу конструктивних особливостей системи вентиляції визначено потреби основних матеріалів. Витрати листової сталі для виготовлення прямокутних повітропроводів занесені в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Витрата листової сталі для виготовлення повітропроводів

№ п/п	Повітровід зі сторонами, мм	Периметр, м	Площа на 1 п.м. м ² /п.м	Довжина, м	Площа, м ²	Вага 1 п. м., кг/п.м	Вага, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
1	300×300	1,2	1,2	168	201,6	6,6	1108,8
2	300×400	1,4	1,4	600	840	7,7	4620,0
3	400×400	1,6	1,6	269	430,4	8,8	2367,2
4	400×500	1,8	1,8	248	446,4	9,9	2455,2
5	500×600	2,2	2,2	47,6	104,7	12,1	576,0
6	600×600	2,4	2,4	26,2	62,9	13,2	345,8
7	600×800	2,8	2,8	6,6	15,8	15,4	101,6
8	700×1000	3,4	3,4	6,6	22,4	18,6	122,8
9	800×1000	3,6	3,6	6,6	23,8	19,8	130,7
10	1000×1000	4,0	4,0	6,6	26,4	22,0	145,2
11	1000×1200	4,4	4,4	6,6	29,0	31,1	205,3
12	1000×1500	5,0	5,0	16,5	82,5	35,7	589,1
13	1000×1700	5,4	5,4	6,6	35,6	38,8	256,1
14	1200×1600	5,6	5,6	13,2	73,9	39,5	521,4
15	1200×1800	6,0	6,0	6,6	39,6	42,3	279,2

Загальна маса повітропроводів становить 13974 кг.

Склад та загальна вага основних матеріалів для монтажу системи вентиляції занесені в таблицю 3.4

Таблиця 3.4 – Склад основних матеріалів для монтажу системи опалення.

№	Назва матеріалу	Вимірник	Кількість	Вага, кг
1	Приточний агрегат для охолодження повітря Ventus VS21+650.	шт.	2	5000
2	Повітропроводи з листової сталі класу Н товщиною 0,7мм	м ²	2174,4	11974

Продовження таблиці 3.4

3	Повітропроводи з листової сталі класу Н товщиною 0,9мм	м ²	281,7	2000
4	Повітророзподільники Ventus MVMP	шт	168	202
5	Жалюзійна решітка Ventus МК	шт	168	252
6	Кронштейни для вентиляційного обладнання	шт.	719	1043

3.3 Визначення складу і об'ємів робіт

Монтаж системи опалення включає в себе такі роботи [18, 19, 20]:

1. Доставка деталей та обладнання до місця монтажу:
 - підбір матеріалів і виробів по сортаменту;
 - комплектування їх за призначенням;
 - піднесення матеріалів і виробів до місць монтажу.
2. Розмітка місця прокладання трубопроводів:
 - ознайомлення з робочими кресленнями і звіряння їх на місці;
 - розмітка місць прокладання трубопроводів з нанесенням на стіни місць перетинання трубопроводів.
3. Прокладання трубопроводів:
 - прокладання трубопроводів;
 - установлення і зароблення кріплень;
 - промивання трубопроводів водою питної якості.
4. Встановлення радіаторів:
 - установлення і зароблення опор зі свердлінням отворів, а також кріпленням опор шурупами;

– установлення радіаторів із приєднанням їх до трубопроводу.

5. Встановлення конвекторів:

– установлення і зароблення кронштейнів зі свердлінням отворів, а також кріпленням кронштейнів шурупами;

– установлення конвекторів із приєднанням їх до трубопроводу.

6. Встановлення запірно-регулювальної арматури:

– установка арматури на лінії трубопроводу;

– приєднання арматури до трубопроводу збиранням різьбових з'єднань.

7. Встановлення термостатичних клапанів:

– установка клапанів на лінії трубопроводу;

– приєднання клапанів до трубопроводу збиранням різьбових з'єднань.

8. Ізоляція трубопроводів:

– установлення теплової ізоляції на трубопроводі з підгоном за місцем;

– кріплення ізоляції.

9. Гідравлічне випробування системи опалення:

– зовнішній огляд трубопроводу;

– приєднання водопроводу і гідравлічного преса;

– установлення заглушок і манометра;

– наповнення системи водою до заданого тиску;

– огляд трубопроводу і усунення дефектів;

– остаточна перевірка системи;

– спускання води із системи;

– зняття заглушок, манометра і від'єднання преса.

10. Випробування системи опалення на тепловий ефект.

11. Кінцева перевірка системи перед здачею в експлуатацію.

12. Зароблення сальників при проходженні труб через стіни:

– розмічування труби для розрізання;

– зачищення торців після розрізання;

– установлення гільзи у отвір в стіні;

– кріплення гільзи;

– заповнення зазору між трубою і гільзою.

13. Вивезення деталей і обладнання з місць монтажу.

Монтаж системи вентиляції включає в себе такі роботи:

1. Доставка деталей та обладнання до місця монтажу.
2. Встановлення кронштейнів під вентиляційне обладнання.
3. Прокладання повітропроводів периметром від 1100 до 1600мм.
4. Прокладання повітропроводів периметром до 2400мм.
5. Прокладання повітропроводів периметром до 3200мм.
6. Прокладання повітропроводів периметром до 3600мм.
7. Прокладання повітропроводів периметром 4000мм.
8. Прокладання повітропроводів периметром від 4100 до 4500мм.
9. Прокладання повітропроводів периметром до 5200мм.
10. Прокладання повітропроводів периметром до 7200мм.
11. Встановлення повітророзподільників.
12. Встановлення решіток жалюзійних.
13. Встановлення припливних вентиляційних агрегатів.
14. Випробовування системи.
15. Вивезення деталей та обладнання з місця монтажу.

Для визначення об'ємів робіт застосовуємо креслення та розрахунки. За попередньо визначеним складом робіт визначаємо відповідний ресурс, за яким в подальшому вибираємо відповідно одиницю вимірювання для цієї роботи. Після цього перераховуємо об'єм робіт на одиницю вимірювання за формулою:

$$V_{\text{роб}} = \frac{N_{\text{заг}}}{N_{\text{вим}}}, \quad (3.1)$$

де $N_{\text{заг}}$ – загальна (дійсна) кількість робіт, яку потрібно виконати;

$N_{\text{вим}}$ – одиниця вимірювання для певної роботи.

Результати розрахунку заносимо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Визначення об'ємів робіт для монтажу системи опалення

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування робіт	Одиниці вимірюв.	Об'єм робіт
1	2	3	4	5
1	РЕКН 1-1-1	Доставка деталей та обладнання до місця монтажу (табл. 3.1, 3.2, 3.5, 3.6, 3.7, 3.9)	т	9,715
2	РЕКН 16-1-1	Розмітка місця прокладання трубопроводів (табл. 3.1)	100 м	40,22

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5
3	РЕКН 16-6-1	Прокладання трубопроводів діаметром 16x2мм (табл. 3.1)	100 м	28,42
	РЕКН 16-6-2	Прокладання трубопроводів діаметром 20x2,25мм (табл. 3.1)	100 м	4,03
	РЕКН 16-6-3	Прокладання трубопроводів діаметром 32x3мм (табл. 3.1)	100 м	1,32
	РЕКН 16-6-4	Прокладання трубопроводів діаметром 40x4мм (табл. 3.1)	100 м	1,06
	РЕКН 16-6-5	Прокладання трубопроводів діаметром 60x5мм (табл. 3.1)	100 м	5,39
4	РЕКН 18-6-2	Установка радіаторів (табл. 3.1)	100 кВт	0,234
5	РЕКН 18-6-3	Установка конвекторів (табл. 3.1)	100 кВт	3,10
6	РЕКН 16-15-1	Установка запірно-регулювальної арматури (табл. 3.1)	шт	400
7	РЕКН 16-15-1	Установка термостатичних клапанів (табл. 3.1)	шт	272
8	РЕКН 26-1-1	Ізоляція трубопроводів (табл. 3.1)	10 м	402,2
9	РЕКН	Гідравлічне випробування системи	100 м	40,22

	16-29-1	опалення		
10	РЕКН 18-18-1	Випробування системи опалення на тепловий ефект	100 м	40,22
11	РЕКН 18-19-1	Кінцева перевірка системи перед здачею в експлуатацію	100 м	40,22
12	РЕКН 16-30-1	Зароблення сальників при проходженні труб через стіни (табл. 3.2)	шт	224
13	РЕКН 1-1-1	Вивезення деталей і обладнання з місць монтажу (табл. 3.5, 3.6, 3.7, 3.9)	т	0,053

Таблиця 3.6 – Визначення об'ємів робіт для монтажу системи вентиляції [18]

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування робіт	Одиниці вимірюв.	Об'єм робіт
1	2	3	4	5
1	РЕКН 1-1-1	Доставка деталей та обладнання до місця монтажу (табл. 3.1, 3.2, 3.5, 3.6, 3.7, 3.9)	т	20,47
2	РЕКН 20-30-1	Встановлення кронштейнів під вентиляційне обладнання	100кг	10,43
3	РЕКН 20-1-10	Прокладання повітропроводів периметром від 1100 до 1600 мм	100м ²	14,72
4	РЕКН 20-1-11	Прокладання повітропроводів периметром до 2400 мм	100м ²	6,14
5	РЕКН 20-1-12	Прокладання повітропроводів периметром до 3200	100м ²	0,158
6	РЕКН 20-1-13	Прокладання повітропроводів периметром до 3600	100м ²	0,462
7	РЕКН 20-1-14	Прокладання повітропроводів периметром 4000 мм	100м ²	0,264
8	РЕКН 20-1-15	Прокладання повітропроводів периметром від 4100 до 4500 мм	100м ²	0,29
9	РЕКН 20-1-16	Прокладання повітропроводів периметром до 5200 мм	100м ²	0,825
10	РЕКН 20-1-17	Прокладання повітропроводів периметром до 7200 мм	100м ²	1,702

11	РЕКН 20-10-8	Встановлення повітророзподільників	шт.	168
12	РЕКН 20-11-1	Встановлення решіток жалюзійних	шт.	168
13	РЕКН 20-54-4	Встановлення припливних вентиляційних агрегатів	шт.	2
14	РЕКН 3-15-4	Випробування системи вентиляції	сист.	1
15	РЕКН 1-1-1	Вивезення деталей та обладнання з місця монтажу	т	2,05

3.4 Вибір методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій. Розрахунок енергоресурсів на монтаж

До монтажу трубопроводів висувають наступні вимоги [10] :

- 1) надійне кріплення до будівельних конструкцій споруди, спирання трубопроводів на опалювані прилади не дозволяється;
- 2) внутрішні поверхні повинні бути гладку;
- 3) роз'ємні з'єднання трубопроводів повинні бути розміщені в доступних місцях;
- 4) вертикальні трубопроводи не повинні відхилятися від прямої лінії більш ніж на 2мм на 1м довжини трубопроводу;
- 5) підводи до опалювальних приладів виконують з нахилом 5-10мм на всю довжину трубопроводу.

Монтаж трубопроводів проводиться наступним чином [10].

Розмітка труб, тобто позначення місць їх різання, проводиться за допомогою складної лінійної міри. Помітки на трубі роблять олівцем або маркером. Не допускається розмітка шляхом нанесення подряпин або надрізів на поверхні труби.

Різання труб виконується спеціальними ножицями перпендикулярно до її осі. Задля того, щоб не зім'ялася труба, на ній робити мілкий надріз приблизно на половині периметру, а потім обрізати трубу до кінця. Робота з

ножицями потребує певних навиків. Мінімальний радіус згинання труб складає $5D$ (D – зовнішній діаметр) [10]. Згинання виконувати в холодному стані. Задля того, щоб не відбулося заломлення труби або звуження її перерізу необхідно використовувати спеціальні пружини для згинання труб. Для діаметрів більше 25мм необхідно використовувати спеціальні трубогиби.

Для підготовки кінця труби застосувати калібратори або розвертки. За допомогою цих інструментів калібрують внутрішній діаметр труби.

У калібратора є спеціальна розвальцювальна робоча частина діжкоподібної форми. Ця частина закінчується фрезою для нарізання фаски. Провертаючи калібратор згідно руху годинникової стрілки вводимо його в трубу і нарізаємо фаску на внутрішній стінці глибиною 1мм. На кінці труби підготовленої таким чином можна закріпляти з'єднання. Калібратори застосовуються для труб діаметром від 16мм і більше.

Для підготовки кінця труби за допомогою розвертки необхідно виконати наступні операції. Розвальцювальною частиною розвертки попередньо калібрується внутрішній діаметр труби і фрезою виконується фаска глибиною біля 1мм. Потім зворотною стороною розвертки, що складається із втулки і циліндричної фрези, виконують калібровку труби до лінії надрізу на втулці. Варто звернути увагу на те, щоб на кінці розвертки знаходилась прокладка (резинка) для відводу знімаємої стружки. Розвертки застосовують для труб діаметром 14, 16 і 25мм.

Введення труби в корпус з'єднувача виконується наступним чином. На підготовленому кінці труби відмітити глибину введення штуцера з'єднувача, яка для труб діаметром 16мм складає 19,5мм. Конструкція з'єднувачів дозволяє перевірити, чи правильно по глибині введена труба, завдяки пластмасовій напівпрозорій прокладці або контрольного отвору. Установка з'єднань не потребує великих зусиль і може бути виконана вручну. Для запресування з'єднань діаметром 16-25мм застосовують ручні преси (REMS). Робота ручного пресу здійснюється за допомогою зажимних щік з отворами в задній частині корпусу. Заблокувавши зажимні щоки болтами, можна виконати

запресовування. Правильна запресовування проходить в результаті зжимання зажимних щік і зведення ручок пресу до упору. Важулі преса згвинчуються в половині довжини – коли доступ до фітингів складний, можна застосувати прес з укороченими важелями.

Монтаж радіаторів виконати в наступній послідовності [10]:

1. Секції радіаторів доставити на об'єкти в зібраному вигляді, або деталями.
2. Розмітити місця встановлення кронштейнів за допомогою розмічувального шаблону.
3. Висвердлити або пробити отвори.
4. Встановити кронштейни і заробити їх цементним розчином.
5. Навішати на кронштейни радіатори і вивірити їх за допомогою виска і рівня.
6. Радіатори розміщують на відстанях обумовлених в їх технічній документації.

При монтажу радіаторів необхідно дотримуватись наступних вимог [10]:

- ✓ Радіатори можуть використовуватись в установках гарячої води і пари (максимальна температура 120°C).
- ✓ Максимальний робочий тиск повинен бути рівним 600 кПа.
- ✓ Радіатори повинні встановлюватись так, щоб гарантувати наступні мінімальні відстані: від підлоги 12см; від зовнішньої стіни 2-5см; від полки або ніші 10см.
- ✓ У випадку, якщо зовнішня стіна недостатньо ізольована, то необхідно виконати допоміжну ізоляцію для того, щоб максимально обмежити втрати тепла в навколишнє середовище.
- ✓ Кожний радіатор повинен бути оснащений повітряним клапаном (який йде в комплекті з радіатором).
- ✓ Значення рН води повинно знаходитись в діапазоні від 7 до 8, крім того використовуваний теплоносій не повинен бути агресивним до алюмінію.

Для доставки матеріалів та обладнання призначених для монтажу системи опалення застосуємо автомобіль Mercedes Benz "Vario" [22], який повністю задовольняє всі вимоги по габаритним розмірам та вазі. Технічні характеристики автомобіля Mercedes Benz "Vario" наведені в таблиці 3.7.

Отвори для встановлення кронштейнів виконують за допомогою ударної дрилі DeWalt [23], характеристики якої наведені в таблиці 3.8.

Для зварювання трубопроводів використовуємо зварювальний пристрій «Калибр СВА-1600Т», його тех. характеристики наведені у таблиці 3.9.

Для гідравлічного випробування застосовується електричний опресувальник ROTHENBERGER PR PRO [24]. Він застосовується для опресування водяних масляних та антифризних систем. Характеристики опресувальника наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики автомашини Mercedes Benz "Vario"

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	5000
Кількість осей: всього ведучих	шт	2
	шт	1
Вантажна висота	мм	2200
Найбільша швидкість	км/год	140
Радіус повороту	м	8,5
Витрата палива	л/100 км	14
Габаритні розміри: довжина ширина висота	мм	7800
	мм	2100
	мм	3000
Маса	кг	5990

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики ударної дрилі DeWalt D21810KS

Електродріль ударна DeWalt D21810KS:	
Споживча потужність (Вт)	770
Вихідна потужність (Вт)	425
Число обертів (об/хв)	0-110/0-2700
Кількість ударів за хвилину (уд/хв)	0-18700/0-45900
Максимальний діаметр свердління (мм)	20

Вага (кг)	2,3
-----------	-----

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики зварювального пристрою «Калибр СВА-1600Т»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
<i>Діаметр зварювання</i>	мм	62
Потужність електродвигуна	кВт	1,6
Маса	кг	5,8

Таблиця 3.10 – Технічні характеристики електричного опресувальника ROTHENBERGER PR PRO

Електричний опресувальник ROTHENBERGER PR PRO:	
Продуктивність	8 л/хв
Потужність	1600 Вт
Робочий тиск	5-40 бар
Кількість перевірочних клапанів	2
Корпус	полегшений, з удароміцної пластмаси
Приєднувальний шланг	1/2"
Манометр	заповнений гліцерином
Глибина всмоктування	до 1 м
Вага	13 кг

Для налаштування автоматичних балансувальних клапанів при налазці системи та її гідравлічному балансуванні застосовувати прилад PFM 3000 [25]. Вимірювальний прилад PFM 3000 призначений для вимірювання перепаду тиску, витрати і температури, а також для проведення гідравлічного балансування систем тепло- і холодопостачання. Технічні характеристики вимірювального приладу PFM 3000 наведені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Технічні характеристики вимірювального приладу PFM 3000

Вимірювальний прилад PFM 3000

Діапазон тиску, кПа	1000
Макс. надлишковий тиск, кПа	1500
Лінійне відхилення, % від діапазону	0,15
Похибка вимірювання температури, % від діапазону	0,25
Допустима температура вимірюваного середовища, °С	-5...+90
Робоча температура оточуючого середовища, °С	-5...+50
Живлення	Батарея 9 В
Кількість клапанів у пам'яті	275
Приєднання до ПК	USB
Маса, г	390

Для піднімання деталей та необхідного обладнання на верхні поверхи будинку використовують кран КБ-585 з наступними монтажними характеристиками, які наведені в таблиці 3.12

Таблиця 3.12 – Монтажна характеристика крану КБ-585

Кран КБ-585	
Виліт крюка, м	найбільший – 40
	найменший – 4
Вантажопід'ємність, т	максимальна – 10
Висота підйому крюка, м	вільностоячого – 66
	приставного – 160
Маса конструктивна, т	вільностоячого – 88,8
	приставного – 134,5
Маса противаги, т	14,5

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \cdot \tau \cdot k, \quad (3.2)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання [9].

Витрати електроенергії

Витрати електроенергії для монтажу системи опалення:

Витрата електроенергії ударної дрилі DeWalt :

$$E = 0,77 \cdot 230 \cdot 0,2 = 35,42 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Витрата електричного опресувальника ROTHENBERGER PR PRO

$$E = 1,6 \cdot 56 \cdot 0,4 = 35,84 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Витрата енергії зварювальним електроприладом «Калибр СВА-1600Т»:

$$E = 1,6 \cdot 224 \cdot 0,8 = 286,72 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Сумарні витрати електроенергії для монтажу системи опалення становлять:

$$E = 35,42 + 35,84 + 286,72 = 357,98 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Витрати електроенергії для монтажу системи вентиляції:

Витрата електроенергії перфоратор-дріль ВОСН:

$$E = 2,4 \cdot 142 \cdot 0,2 = 68,16 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Витрата електроенергії лебідки електричної типу Л-125:

$$E = 8,6 \cdot 376 \cdot 0,1 = 323,36 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Витрата електроенергії компресора REMEZA:

$$E = 7,5 \cdot 8 \cdot 0,5 = 30 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Витрата електроенергії краном КБ-585:

$$E = 120 \cdot 8 \cdot 0,2 = 192 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Сумарні витрати електроенергії для монтажу системи вентиляції становлять:

$$E = 68,16 + 323,36 + 30 + 192 = 613,52 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

3.5 Визначення трудомісткості виконання монтажних робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою

$$Q = \frac{V \cdot H_q}{B}, \quad (3.3)$$

де V – об'єм робіт;

H_q – норма часу на одиницю об'єму, люд-год;

B – тривалість робочого дня, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою

$$T = \frac{Q}{n \cdot k}, \quad (3.4)$$

де n – кількість робітників, люд;

k – коефіцієнт перевиконання.

На основі визначеної трудомісткості і тривалості робіт, складено календарний графік (див. аркуш 7,8 графічної частини).

Таблиця 3.13 - Визначеної трудомісткості і тривалості робіт

Найменування робіт	Один. виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудо-містк. люд/год люд.дн	Виконавці, кількість	Тривалість, дні
Доставка деталей і обладнання до місця монтажу	т	9,715	2,1	$\frac{20,40}{2,5}$	2	1,25
Розмітка місць прокладання трубопроводів і встановлення обладнання	100 м	40,22	8,4	$\frac{337,85}{42}$	6	7
Прокладання трубопроводів Ду 16 мм	100 м	28,42	48,71	$\frac{1384,34}{9}$	9	28
Прокладання трубопроводів Ду 20 мм	100 м	4,03	48,71	$\frac{196,30}{9}$		
Прокладання трубопроводів Ду 32 мм	100 м	1,32	48,71	$\frac{64,30}{9}$		
Прокладання трубопроводів Ду 40 мм	100 м	1,06	48,71	$\frac{51,63}{9}$		
Прокладання трубопроводів Ду 60 мм	100 м	5,39	61,01	$\frac{328,84}{252}$		
Монтаж радіаторів.	100 кВт	0,234	96,92	$\frac{22,68}{3}$	4	0,75
Встановлення конвекторів	100 кВт	3,10	142,68	$\frac{442,31}{55}$	4	13,75
Встановлення запірно-регулюючої арматури	1 шт	400	0,31	$\frac{124,00}{16}$	4	4,0
Встановлення термостатичних клапанів	1шт	272	0,31	$\frac{84,32}{10}$	4	2,5
Ізоляція трубопроводів	10м	402,2	0,88	$\frac{353,94}{44}$	8	5,5

Гідравлічне випробування системи опалення	100 м	40,22	8,22	$\frac{330,61}{42}$	6	7
Випробування системи опалення на тепловий ефект	100 м	40,22	8,22	$\frac{330,61}{42}$	6	7
Перевірка системи в цілому (кінцева).	100 м	40,22	8,22	$\frac{330,61}{42}$	6	7
Зароблення гнізд та отворів	1шт	224	0,26	$\frac{58,4}{8}$	4	2
Вивезення обладнання з місця монтажу	1т	0,053	3,0	$\frac{0,16}{1,0}$	2	0,25

3.6 Визначення складу бригади, підбір монтажних інструментів

Монтаж системи опалення виконують комплексні бригади, склад яких (кількість робітників та їх кваліфікація) залежить від об'ємів, строків і способів виконання робіт. Зазвичай бригада складається з шести людей, одна з яких має професію зварювальника. Кожна бригада повинна бути забезпечена набором необхідних інструментів щоденного і періодичного використання. Застосування ручних та механізованих інструментів підвищує продуктивність праці робочих і скорочує строки виконання робіт.

Таблиця 3.14 – Набір інструментів для монтажників системи опалення

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість	Маса, кг	
			од.	загальна
1	2	3	4	5
Ключ гайковий двохсторонній M12-17-19 мм	ГОСТ 2839-80	6	0,8	4,8
M16-22-25 мм		6	0,9	5,4
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	6	0,24	1,44
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	6	0,8	4,8
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	6	0,45	2,7
Стрічка вимірювальна, 20 м	–	6	0,8	4,8
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	4	2,4	9,6
Висок	ГОСТ 7948-80	4	0,7	2,8
Ящик переносний для інструменту	–	6	4	24
Прес ручний для труб з діаметром 16-75 мм фірми KISAN	–	2	4,76	9,52

Ножиці для різання труб пістолетні фірми KISAN	–	4	0,596	2,384
Внутрішня пружина для згинання труб діаметром 16 мм фірми KISAN	–	2	0,19	0,38
Внутрішня пружина для згинання труб діаметром 20 мм фірми KISAN	–	2	0,25	0,5
Внутрішня пружина для згинання труб діаметром 32 мм фірми KISAN	–	1	0,47	0,47
Внутрішня пружина для згинання труб діаметром 40 мм фірми KISAN	–	1	0,59	0,59

Продовження таблиці 3.14

1	2	3	4	5
Внутрішня пружина для згинання труб діаметром 60 мм фірми KISAN	–	1	0,78	0,78
Калібратор для труб з діаметром 16 мм фірми KISAN	–	4	0,093	0,372
Калібратор для труб з діаметром 20 мм фірми KISAN	–	2	0,112	0,224
Калібратор для труб з діаметром 32 мм фірми KISAN	–	1	0,207	0,207
Калібратор для труб з діаметром 40 мм фірми KISAN	–	1	0,263	0,263
Калібратор для труб з діаметром 60 мм фірми KISAN	–	2	0,328	0,656

Загальна маса інструментів становить 77,6 кг.

3.7 Організація робочих місць та побутових приміщень

Одним з елементів організації праці, разом з організацією робочих місць, є організація їх обслуговування. У складі системи обслуговування виділяється енергетична функція — забезпечення робочих місць всіма видами енергії (електроенергія, пара, стиснене повітря, вода).

Робочі місця і підходи до них повинні бути добре освітленими. Якщо робочі місця розташовані над землею або перекриттям вище 1 м, їх потрібно огороджувати. Отвори в перекриттях, до яких можливий доступ людей,

повинні бути закриті суцільним міцним настилом або мати огорожу з бортовими дошками по всьому периметру. Всі, хто працює на будівельному майданчику, де можливе падіння предметів, повинні мати захисні шоломи. Для переміщення вантажів, маса яких більша за 50 кг, а також для підняття вантажів на висоту, більшу за 3 м, обов'язковим є механізоване виконання навантажувально-розвантажувальних робіт [9].

Обслуговування працівників складається з проведення заходів щодо охорони праці і техніки безпеки, забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов на робочому місці (температури і вологості повітря, освітленості та ін.). Працівники мають потребу в наявності питного водопостачання, туалетів. Для працівників на виробництві може бути організовано медичне обслуговування, громадське харчування, господарсько-побутове обслуговування (наявність роздягалень, душів, пралень, хімчистки і ремонт спецодягу, ремонту спецвзуття і т.п.).

Планування робочого місця передбачає раціональне розміщення у просторі матеріальних елементів виробництва, зокрема устаткування, технологічного та організаційного оснащення, а також робітника. Робоче місце має робочу, основну і допоміжну зони. В основній зоні, яка обмежена досяжністю рук людини в горизонтальній і вертикальній площинах, розміщуються засоби праці, що постійно використовуються в роботі. У допоміжній зоні розміщуються предмети, які застосовуються рідше.

Велике значення має раціональне технологічне й організаційне оснащення робочих місць, що передбачає забезпечення їх основним технологічним устаткуванням, технологічним і організаційним оснащенням (інструментом, пристроями, допоміжними матеріалами, запасними частинами та устаткуванням для їх зберігання і розміщення).

Для зберігання обладнання необхідно передбачувати тимчасові побутові приміщення, які можуть замикатись. Приміщення для зберігання газових балонів має відповідати всім нормам і надійно замикатись. Необхідно передбачувати тимчасові санітарні приміщення на території

об'єкту, на якому проходять монтажні роботи, передбачати приміщення для відпочинку робітників.

3.8 Монтажне регулювання і здача системи опалення в експлуатацію

Після закінчення монтажу трубопроводів та обладнання системи опалення необхідно виконати її випробування.

На перевірку виконання прихованих робіт складається акт огляду прихованих робіт (див. додаток Ж), до яких відносяться:

- правильність уклонів, гнуття труб, встановлення санітарно-технічних пристроїв;
- правильність встановлення та справна дія арматури, запобіжних пристроїв, автоматики та контрольно-вимірювальних приладів.

На всі виявлені при перевірці дефекти скласти відомість, що передається генпідряднику. Дефекти усунути до початку передпускових випробувань.

Пускові експлуатаційні випробування виконати в наступній послідовності [9]:

- зовнішній огляд системи;
- гідравлічне випробування;
- випробування на тепловий ефект;
- кінцева перевірка перед здачею в експлуатацію.

В процесі зовнішнього огляду системи визначити відповідність виконаних монтажних робіт проєкту та технічним умовам. При цьому особливу увагу звернути на:

- правильність прокладання трубопроводів (перевіряють діаметри, нахили та з'єднання);
- встановлення потрібної площі нагріву опалювальних приладів;
- розміщення водо- та повітропускних пристроїв, відсутність течі в трубних з'єднаннях, арматурі та фасонних частинах;

- міцність кріплення трубопроводів та приладів;
- правильність встановлення та справність дії запірно-регулюючої арматури, запобіжних пристроїв та контрольно-вимірювальних приладів;
- рівномірність прогріву всіх нагрівальних приладів у будівлі.

Наступним етапом є промивання системи опалення. Щоб видалити бруд і шлам систему необхідно наповнити водою з водопроводу, а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системи за допомогою шланга [10].

Під час наповнення системи водою повітря не менше як два рази випустити через повітрязбірники або повітряні крани до появи з них струменя води. Під час пуску системи опалення основним завданням є запуснути в дію якомога більше приладів і прогріти більше приміщень. Тому всі дрібні дефекти (течі, свищі та тріщини в трубах) усунути за допомогою простих тимчасових заходів: обмотати ізоляційною стрічкою, встановити хомути з гумовими прокладками [10].

Після зовнішнього огляду до початку малярних робіт або інших облицювальних робіт систему опалення випробувати на міцність і герметичність. Для точнішого виявлення дефектів кожен систему випробувати окремими ланками, а потім всю в цілому.

Щоб виявити дефекти, спричинені температурними подовженнями, перед початком випробувань систему заповнити водою, прогріти до розрахункової температури протягом доби, потім охолодити. Після цього відключити систему від трубопроводів й заповнити водопровідною водою через зворотну магістраль системи опалення. Випробувальний тиск в системі створити за рахунок тиску в місцевому водопроводі.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробувати систему водяного опалення необхідно таким чином: відключити джерело теплоносія (котел і розширювальний бак) гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2 МПа в нижній точці системи.

Значення випробувального тиску для обладнання індивідуального теплового пункту – 1,2 МПа. Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі [10].

У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, систему спорожнити і усунути дефекти, а потім гідравлічне випробування повторити. Після гідравлічних випробувань водопровідну воду, що є в системі опалення, злити в каналізацію.

Після гідравлічного випробування скласти акт про гідравлічне випробування системи опалення (див. додаток З). Після того, як система опалення пройшла гідравлічне випробування, наступним етапом є її налагодження. Налагодження системи полягає в установці попередньої настройки термостатичних клапанів та настройки балансувальних клапанів.

Установка попередньої настройки термостатичних клапанів виконується відповідно до п. 2.5 технічної частини. Налаштування автоматичних балансувальних клапанів виконується за допомогою вимірювального приладу PFM 3000 [12] відповідно до п. 2.6 технічної частини.

Останнім етапом перевірки системи опалення є її теплове випробування.

Систему опалення запустити в роботу і прогріти протягом 24 годин, після чого провести її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В результаті огляду виявити і відрегулювати рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевірити розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; проконтролювати безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях [10].

Акт прийняття системи опалення наведений в додатку К.

Здаючи систему опалення в експлуатацію, подати комплект виконавчої документації (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти огляду

прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи.

3.9 Монтажне регулювання і задача вентиляційних систем в експлуатацію

Регулювання системи вентиляції потрібно у випадку, коли фактичні витрати повітря в вентиляційній системі або в основній її ділянці, або в відгалуженнях будуть відрізнятися від проєктних даних на величину, яка більша за нормативну.

Монтажне регулювання входить в обов'язки організації, яка монтує вентиляційні системи, і виконується до здачі систем в експлуатацію. Монтажне регулювання виконується або налагоджувальною групою монтажного управління, або спеціалістами пусконалагоджувальних управлінь або спеціальних відділів проєктних інститутів.

Всі змонтовані вентиляційні системи до здачі їх в експлуатацію повинні бути випробувані і відрегульовані у відповідності з [10].

Монтажне регулювання вентиляційних систем проводиться з метою доведення їх параметрів до проєктних :

- а) видатності і повного тиску ;
- б) об'єма повітря, який проходить через окремі повітроприймачі і повітровипуск ;
- в) температури приточного повітря на головній ділянці повітропроводу ;
- г) відносної вологості повітря на головній ділянці повітропроводу за камерою для приточних систем, обладнаних зволожуючими пристроями і устаткування кондиціювання повітря .

Перед початком монтажного регулювання вентиляційні пристрої оглянути візуально і ретельно перевірити їх відповідність проєкту.

При огляді необхідно звернути увагу на відповідність проєкту :

- 1) встановленого обладнання ;

- 2) трасувань і перерізів повітропроводів, щільності їх з'єднання, наявності п'єзометричних отворів ;
- 3) змонтованих проточних насадків ;
- 4) наявності огороження оборотних частин вентиляційного обладнання ;
- 5) герметичних дверей приточних камер і правильності їх відчинення.

Регулювання закінчується при досягненні проектної продуктивності повітророздаточних та повітроприймальних пристроїв. В тих випадках, коли проектна продуктивність вентиляційної системи не може бути досягнена за допомогою встановленого вентиляційного агрегата, заміна його на більш потужний повинна бути узгоджена з проектною організацією.

Всі знайдені дефекти до початку випробувань повинні бути усунені, після чого можна переходити до інструментальних замірів. Після проведення обкатки, передпускових випробувань та регулювання на кожну вентиляційну систему або систему кондиціонування повітря складається акт (паспорт), в якому вказуються проектні та фактичні дані до та після регулювання, характеристика встановленого обладнання, заходи, проведені по регулюванню.

Після монтажного регулювання вентиляційні системи перевіряють не в робочому стані на протязі 7 годин, після чого здаються в експлуатацію по акту.

При прийомі вентиляційних установок визначають [10] :

- відповідність проведених робіт вимогам;
- надійність кріплень;
- якість захисного фарбування;
- ефективність віброізоляції вентиляційних агрегатів ;
- справність роботи регулюючих пристроїв, тощо.

Для здачі в експлуатацію необхідні наступні документи :

- робочі креслення з пояснювальною запискою і нанесеними на неї змінами, що допущені при монтажних роботах і узгоджені з проектною організацією ;

- акти приймання прихованих робіт (прокладка повітропроводів в підшивних стелях, закритих шахтах тощо) та акти проміжного приймання окремих конструктивних елементів ;
- акти на семигодинну обкатку вентиляційного устаткування ;
- акти передпускових випробувань та регулювання системи, технічний паспорт на вентиляційну установку.

3.10 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Охорона праці - чинна (що діє на підставі відповідних законодавчих та інших нормативних актів) система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, які забезпечують збереження здоров'я і працездатність людини під час праці.

Роботи з монтажу систем опалення та вентиляції офісного центру повинні бути погодженими з загально-будівельними роботами (в п.3.1-3.7 розділу 3). Під час виконання монтажних робіт повинні виконуватись вимоги, щодо охорони праці та пожежної безпеки відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення», Закону України «Про пожежну безпеку»; НАПБ А 01.001-2014 «Правил пожежної безпеки в Україні». Проектом передбачається комплекс заходів, що забезпечують умови праці відповідно до вимог діючих нормативно-технічних документів.

Монтажники повинні мати відповідну кваліфікацію. Непрофесійне виконання роботи може стати причиною пошкоджень всієї системи, і, як наслідок – причиною травм.

Під час монтажу інженерного обладнання будівель (прокладання трубопроводів, монтаж опалювального, вентиляційного обладнання) необхідно вживати заходів із запобігання впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів, відповідно до ГОСТ 12.0.003-74:

- Фізичні: підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена або знижена вологість повітря; підвищена або знижена рухливість повітря; підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини; недостатня освітленість робочої зони; гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;
- Психофізіологічні: фізичні перевантаження.

3.11 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

У приміщеннях, при монтажі системи виконуються роботи: прорізання штроб, прокладання трубопроводів, повітропроводів, встановлення опалювальних пристроїв, випробування систем. Дані роботи відносяться до категорії Пб, з тепловиділенням від однієї людини 233 – 290 Вт.

Інструмент завжди повинен бути в справному стані і відповідати вимогам безпеки. До роботи з пневматичним і електричним інструментом допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання і інструктаж по охороні праці.

Приєднувати і від'єднувати шланги пневмоінструментів потрібно тільки після виключення подачі повітря, а включати подачу повітря необхідно після того, як пневмо-інструмент поставлений в робоче положення.

В цілях безпеки важливо користуватися запобіжними засобами при всіх роботах, котрі супроводжуються відлітання осколків, стружки, іскри, пилу. Гострі кромки і краї повинні зачищатися. Обрізки металу необхідно складати в ящики. Прибирати з робочого місця дрібні металеві відходи дозволяється тільки щіткою. Ширина смуги металу, очищеної від фарби, повинна бути не менше 200 мм (по 100 мм на сторону). Використовувати для очищення газове полум'я забороняється.

При роботі поблизу струмоведучих частин місця робіт повинні бути огорожені. Так як роботи проводяться за допомогою електричних приладів електродріля DeWalt D21810KS, важливо звертати увагу на попередження нещасних випадків та електротравм. Вимоги визначаються НПАОП (Правилами охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями). До чинників особливої небезпеки електротравм відносяться відносна вологість, близька до насичення (до 100%) та агресивне середовище, що порушує ізоляцію. Під час роботи з ручним електроінструментом класу I працівники повинні використовувати ЗІЗ (діелектричні рукавички, діелектричні калоші, діелектричні гумові килимки) відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.21-98.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом дозволяється виконувати роботи з використанням електроінструменту класів II та III без застосування ЗІЗ.

Не дозволяється під'єднувати електроінструмент напругою до 42 В до електричної мережі загального призначення через автотрансформатор, резистор або потенціометр. Не дозволяється натягувати, перекручувати та перегинати кабель, що живить електроінструмент, ставити на нього вантаж, а також допускати перетинання цього кабелю з тросами, кабелями та рукавами для газозварювання.

Установлювати робочу частину електроінструменту в патрон та вилучати її з патрона, а також регулювати електроінструмент дозволяється тільки після повного зупинення та вимкнення його штепсельної вилки з електричної мережі.

Під час роботи електроінструменту стружку необхідно видаляти спеціальними гачками або щітками після повного зупинення електроінструменту. Не дозволяється видаляти стружку або тирсу руками.

Не дозволяється виконувати роботи з електроінструментом з приставних драбин. Під час виконання робіт з електродрілем предмети, що підлягають свердлінню, необхідно надійно закріплювати. Не дозволяється торкатись руками до різального інструменту, що обертається.

Під час свердління електродрилем з використанням важеля для притискування необхідно стежити, щоб кінець важеля не спирався на поверхню, з якої він може зісковзнути. Не дозволяється застосовувати замість важелів випадкові предмети. Не дозволяється обробляти електроінструментом мокрі деталі. Не дозволяється виконувати роботи з електроінструментом, в якому відсутній захист від дії крапель або бризок.

У разі раптового зупинення електроінструменту (зникнення напруги в мережі, заклинювання рухомих частин тощо) його необхідно від'єднати від електричної мережі вимикачем.

У разі перенесення електроінструменту з одного робочого місця на інше, а також під час перерви в роботі та після її закінчення електроінструмент необхідно від'єднати від електричної мережі за допомогою штепсельної вилки.

Не дозволяється виконувати роботи з електроінструментом, у якого закінчився термін періодичної перевірки, або якщо він має хоча б одну з таких несправностей: пошкодження штепсельного з'єднання, кабелю або його захисної трубки; пошкодження кришки щіткотримача; нечітка робота вимикача; іскріння щіток на колекторі, що супроводжується появою кругового вогню на його поверхні; витікання мастила з редуктора або вентиляційних каналів; поява диму або запаху, характерного для палаючої ізоляції; поява підвищеного шуму, стуку, вібрації; злам або поява тріщин у корпусній деталі, рукоятці, захисному огороженні; пошкодження робочої частини електроінструменту; зникнення електричного зв'язку між металевими частинами корпусу та нульовим захисним штирем штепсельної вилки.

Електробезпека. Тип електромережі трифазна чотири провідна з глухо заземленим нульовим проводом. Величина напруги 380*220 В.

Категорія умов із небезпеки електротравматизму залежить від наявності факторів підвищеної або особливої небезпеки. Фактори підвищеної та особливої небезпеки відсутні, тому призначається категорія без підвищеної небезпеки.

В роботі працівникам необхідно виконувати наступні правила з електробезпеки:

- провести огороження струмопровідних частин обладнання, оберігати ізоляцію струмоведучих елементів від механічних та термічних пошкоджень;
- надійна ізоляція всіх струмопідвідних проводів від джерела струму і зварної дуги;
- надійне заземлення корпусів джерела живлення зварної дуги;
- дотримуватись правил техніки безпеки при користуванні електроінструмента, використовувати лише справний електроінструмент,
- надійна ізоляція електродотримача для передбачення випадкового контакту з струмоведучими частинами електродотримача з виробами.
- при роботі в замкнених приміщеннях крім спец одягу необхідно використовувати резинові ковбики (калоші) і джерела додаткового освітлення.
- кожне робоче місце зварювальника повинно бути огорожено негорючими матеріалами по бокам.

При нещасному випадку працівник, що знаходиться поряд повинен надати допомогу постраждалому і одночасно повідомити про це майстру. Людину, вражену електричним струмом необхідно як найшвидше звільнити від дії струму, для чого слід виключити рубильник, а якщо це неможливо, то відірвати постраждалого від дроту чи предмета, що знаходиться під напругою. При цьому той, що оказує допомогу, не повинен торкатися враженого голими руками: необхідно мати гумові рукавички та діелектричні галоші або стати на суху дошку та обмотати руки сухим одягом.

3.12 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

3.12.1 Мікроклімат

Параметри мікроклімату, що нормуються: температура (t , °C), відносна вологість (W , %) швидкість його переміщення (м/с). Відповідно до ДСН допустимі норми відносної вологості, температури, швидкості руху повітря в робочій зоні при виконанні монтажних робіт зводяться в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 - Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °C				Відносна вологість (%) на робочих місцях - постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях - постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Теплий період року	Середньої важкості Пб	27	29	15	15	70 - при 25° C	0,5 - 0,2

3.12.2 Склад повітря робочої зони

У приміщеннях будівлі відсутня постійна волога, відносна вологість повітря – до 70%, відсутній струмопровідний пил та хімічно активне середовище. Для забезпечення параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони проектом передбачені такі рішення:

- витяжні вентиляційні канали у стінах будівлі;
- для додаткової подачі свіжого повітря та вентиляції всього приміщення, можливе також через відкривання віконних проїмів;
- дотримання робочого графіку виконання робіт;
- дотримання правил безпеки під час виконання монтажних робіт.

3.12.3 Виробниче освітлення

Для умов, що розглядаються в проекті: об'єкт розрізнення становить від 1.0 до 5,0 мм (поділки на шкалі манометра, при виконання випробувальних робіт), тому розряд зорової роботи V. Контраст об'єкта з фоном середній,

характеристика фону – середній (бетонна підлога, оштукатурені стіни, ніші) під розряд “б”. Світлові прорізи орієнтовані на всі сторони горизонту.

Нормовані значення освітленості приймаються згідно ДБН В.2.5-28-2006. Природне та штучне освітлення. Значення нормованих значень наведено в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 Нормовані значення освітленості

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта бачення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Штучне освітлення			Природне освітлення	Сумісне освітлення
				Освітленість, лк			КПО, %	КПО, %
				комбіноване		загальне	при боковому	при боковому
				всього	у т.ч. від заг.			
Середньої точності	0,5-1	IV	б	500	200	200	1,5	0,9

Для створення сприятливих умов зорової роботи, при виконанні монтажних робіт, освітлення приміщень повинно задовольняти таким умовам:

- рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи;
- мають бути забезпечені рівномірність та часова стабільність рівня освітленості у приміщенні, відсутність різних контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору;
- у полі зору предмета не повинно бути сліпучого блиску;
- штучне світло за своїм спектральним складом має наближатися до природного.

Для забезпечення нормованих значень виробничого освітлення передбачено:

- штучне освітлення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, а в разі необхідності і комбінованого (сумарного загального і місцевого) освітлення;

- віконні прорізи обладнують регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки);
- система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані з боку робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.

Згідно ДБН [20] нормоване значення КПО, слід визначати за формулою

$$eN = e_n \cdot mN$$

де e_n – значення КПО ;

mN – коефіцієнт світлового клімату ;

N - номер групи забезпеченості природним світлом.

3.12.4 Виробничий шум. Виробничі вібрації

До виробничих віброакустичних коливань відносяться: інфразвук, шум, ультразвук та вібрація. ДСН регламентують граничні величини шуму на робочих місцях. Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в проекті є електродриля DeWalt D21810KS. Очікувані рівні звукового тиску інструменту відповідно до технічних даних обладнання наведений у таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 – Рівні звукового тиску інструменту

Джерела шуму, що розглядаються	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах зі середньгеометричними частотами в Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
BoschPSB 750	108	96	89	-	-	-	-	-	-	78

Отже, режим роботи інструменту задовольняє вимоги щодо рівнів звукового тиску.

Джерела вібрацій в умовах, що розглядаються проектом відсутні.

Для зменшення дії віброакустичних коливань на працюючих та для запобігання виникненню професійних хвороб пов'язаних з перевищенням нормованих показників, необхідно виконати наступні заходи:

- використовувати спец.одяг, та індивідуальні засоби захисту (наушники, що забезпечують зниження рівнів звукового тиску в зоні високих частот 30-35 дБ);

- робити перерви в роботі, тобто після кожної години роботи з перфоратором, необхідно 15 хвилин відпочивати.

3.12.5 Психофізіологічні фактори

Охорона праці відповідає заходам з профілактики виробничого травматизму, професійних захворювань, крім великого соціального ефекту, дають і вагомні економічні результати.

Складовими цих результатів є:

- збільшення періоду професійної активності працівників;
- зростання продуктивності праці;
- скорочення втрат, пов'язаних з травматизмом і професійними захворюваннями;
- зменшення плинності кадрів;
- скорочення витрат на пільги і компенсації.

Адміністрація зобов'язана організувати проведення попередніх (при влаштуванні на роботу) і щорічних періодичних медичних оглядів працюючих, до роботи допускають тільки тих осіб, що не мають медичних протипоказань.

Оцінка умов праці проводиться на підставі "Гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу".

Клас умов праці за показниками важкості праці – 2 допустимий (середньої важкості). Загальні енергозатрати організму, до 290 Вт. Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, для чоловіків до 30кг. Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну)

- При локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук) до 40 000.
- При регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) до 20 000.

Робоча поза – періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» - до 60% часу зміни. Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну 51-100. Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, протягом зміни), км

- По горизонталі більше 12.
- По вертикалі більше 8.

Клас умов праці за показниками напруженості праці - 2 допустимий (напруженість праці середнього ступеня). Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією. Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій. Обробка, виконання завдання та його перевірка. Робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності. Розбірливість слів та сигналів від 90% до 70%. Є відповідальним за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра тощо). Тривалість робочого дня 8 год.

3.10.3 Дії системи цивільного захисту в разі виникнення аварій на центральних магістралях теплопостачання

Виробнича аварія - це раптова зупинка роботи або порушення встановленого процесу виробництва на об'єкті, яка призводить до пошкодження або знищення матеріальних цінностей, травмування або загибелі людей.

В системі теплопостачання найчастіше виникає :

- раптове припинення подачі енергоносіїв (електроенергії, газу, води, тощо);
- аварії (пориви) на магістральних та розподільчих мережах, внаслідок розмороження систем теплопостачання, значного строку експлуатації, зношення труб систем теплопостачання, як в будинках так і ззовні будинків;
- поломка технологічного обладнання котелень, теплових пунктів та інших елементів з послідуочим відключенням подачі тепла;
- гідро удари в системах теплопостачання з послідуочим руйнуванням котлів, трубопроводів;
- вибухи газоповітряної суміші в приміщенні котелень з послідуочим руйнуванням котлів, обладнання котелень;
- сумісна дія кількох вищевказаних факторів з розвитком аварійної ситуації до значних розмірів.

Відповідно до інструкції у випадку виникнення аварійних ситуацій або пожежі працівник повинен:

1. Припинити роботу;
2. Як найшвидше сповістити про аварію (пожежу) керівництво структурного підрозділу;
3. Приступити до ліквідації (локалізації) аварії (пожежі) наявними засобами;
4. За необхідності викликати інші аварійно-рятувальні (пожежні, медичні тощо) підрозділи.

На підприємствах, в установах та організаціях незалежно від форм власності і підпорядкування у сфері ЦЗ має бути розроблено розділ ЦЗ (ЦО). Також діють регіональні інструкції (2019р), що визначають порядок дій керівництва та працівників апарату у випадках виникнення надзвичайних ситуацій і є обов'язковою для виконання.

У відповідності з постановою Кабінету Міністрів України від 22.03.2004 року № 368 „Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій” та Наказу МНС України від 12.12.2012 року №1400 „Про

затвердження класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій” інцидент або подія, яка може трапитись на об’єктах життєзабезпечення в разі дій несприятливих чинників природного та техногенного походження буде кваліфікуватись, як надзвичайна ситуація за умов відповідності з вказаними пороговими ознаками, відповідно до яких і визначається детальний алгоритм та комплекс заходів усунення наслідків ситуації.

Для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт при виникненні НС пов’язаних з виникненням аварій (НС) в комунальних системах життєзабезпечення на території міста залучаються органи управління та сили міської ланки територіальної підсистеми ЄДС ЦЗ:

Управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення і охорони праці здійснює: підготовку матеріалів на засідання міської комісії з питань ТЕБ і НС про обстановку і пропозиції щодо ліквідації наслідків НС; координацію діяльності залучених сил та засобів суб’єктів реагування в ході ліквідації надзвичайної ситуації; уточнення порядку дій; оповіщення; приведення в готовність до роботи евакуаційних органів; приведення в готовність спеціалізованих формувань ЦЗ, підрозділів аварійно-рятувальних та аварійно-технічних служб (уточнення розрахунків щодо складу, укомплектованості, технічної оснащеності формувань, строків приведення їх в готовність до дій за призначенням); підготовку та надання донесень про хід ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій; аналіз результатів проведення робіт щодо ліквідації наслідків аварії. Управління економіки, фінансове управління здійснює: забезпечення у встановленому порядку фінансування робіт із запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, надання допомоги постраждалому населенню в межах асигнувань, що передбачаються на цю мету в міському бюджеті; прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій.

Алгоритм дій органів та підрозділів цивільного захисту (при аварії на комунальній

1. У зону надзвичайної ситуації висуваються оперативні групи ГУ ДСНС України у даній області, структурні підрозділи міської ради.

2. Підрозділи протипожежної служби цивільного захисту приводяться у повну готовність до дій за призначенням.

3. Приводяться у повну готовність до дій аварійно-рятувальні, аварійно-технічні та інші підрозділи і формування підприємств, установ та організацій (незалежно від форми власності і господарювання), що залучаються до ліквідації надзвичайної ситуації.

4. Здійснюється оцінка обстановки, ведеться розвідка осередку аварії (катастрофи), призначається керівник ліквідації надзвичайної ситуації, уточнюються завдання і порядок взаємодії, розгортається робота Штабу з ліквідації надзвичайної ситуації;

- визначаються межі зони надзвичайної ситуації;
- здійснюється оперативне розгортання сил реагування;
- організовується проведення робіт з першочергового життєзабезпечення постраждалого населення;
- здійснюється спостереження за станом навколишнього природного середовища у зоні надзвичайної ситуації та за обстановкою на аварійних об'єктах і на прилеглий до них території;
- організовується впровадження лікувально-евакуаційних, санітарно-гігієнічних заходів щодо ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, здійснюються заходи щодо захисту населення та надання йому іншої невідкладної допомоги;
- організовуються і здійснюються заходи з локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації із залученням необхідних сил та засобів;
- інформується населення постраждалого району, якому надаються необхідні рекомендації щодо поведінки в умовах, що склалися.

5. Під час проведення аварійно-рятувальних робіт основні зусилля суб'єктів реагування на надзвичайну ситуацію, та їхні ресурси спрямовуються на:

- пошук уражених людей;
- вилучення постраждалих із зруйнованих будівель та споруд;
- надання постраждалим першої медичної допомоги на місці їх знаходження;
- здійснення заходів щодо захисту населення та особового складу аварійно-рятувальних служб від дії вторинних факторів ураження;
- надання першої медичної допомоги постраждалим, рятувальникам та іншим особам, які беруть участь у ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- забезпечення евакуації постраждалих до медичних закладів для надання кваліфікованої спеціалізованої медичної допомоги.

6. Під час проведення інших невідкладних робіт основні зусилля суб'єктів реагування на надзвичайної ситуації, та їхні ресурси спрямовуються на:

- створення умов для успішного і безпечного проведення рятувальних робіт, забезпечення життєдіяльності міста, запобігання подальшому руйнуванню і втратам, викликаних вторинними наслідками надзвичайної ситуації;
- локалізацію аварій, що загрожують життю людей або призводять до вибухів, пожеж, додаткових руйнувань та ураження;
- створення необхідних умов для відновлення діяльності об'єктів економіки, функціонування інженерних і транспортних мереж та споруд;
- організацію робіт, пов'язаних із забезпеченням сталого функціонування об'єктів економіки та першочергового життєзабезпечення постраждалого населення;
- організацію надання необхідної допомоги населенню, яке постраждало внаслідок надзвичайної ситуації.

Окрім того до реагування на ліквідацію надзвичайних ситуацій на території міста можуть бути залучені служби: інженерна, енергетики, протипожежна, комунально-технічна, медична, зв'язку та оповіщення,

транспортного забезпечення, охорони громадського порядку, торгівлі і харчування.

3.14 Висновок до розділу 3

При виконанні даного організаційно-технологічного розділу було визначено потреби в основних та допоміжних матеріально-технічних ресурсах, в монтажних інструментах та витрати праці, необхідних для влаштування систем опалення та вентиляції офісної будівлі. На основі визначеної трудомісткості робіт було складено календарний графік виконання робіт по монтажу системи опалення (аркуш 8) та вентиляції (див. аркуш 9), графік руху робітників (аркуш 8,9), графік руху машин і механізмів та визначено техніко-економічні показники календарних планів. Відповідно до складених календарних плану монтаж системи опалення буде тривати 65 робочих дні, а монтаж системи вентиляції 64,5 робочих днів.

Визначено монтажне регулювання і задача систем в експлуатацію.

Пророблені технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії та охорони праці. Визначені дії системи цивільного захисту в разі виникнення аварій на центральних магістралях теплопостачання

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

4.1 Розрахунок техніко-економічних показників

На об'єкті передбачається влаштування двотрубною системи опалення з горизонтальним розподіленням трубопроводів, а також система вентиляції.

Кошторисна документація на влаштування систем опалення та гарячого водопостачання складена відповідно до ДСТУ Б Д 1.1.1-2013 «Правила визначення вартості будівництва». Локальний кошторис, що складений на монтаж системи опалення, наведений у додатку Л, на монтаж системи вентиляції у додатку М. Основою для розробки цього кошторису є креслення (див. арк. 1 – 4 графічної частини) та відомість потреби в основних матеріалах (розд. 3). Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів визначено у 3 розділі даного проекту.

В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прями та загально виробничі витрати.

Кошторисна документація складена відповідно в цінах 2019 року. Локальний кошторис – це первинний кошторисний документ, в якому визначається вартість окремих будівельних робіт. Локальні кошториси складаються за допомогою:

- ресурсних елементних кошторисних норм (РЕКН);
- вказівки по застосуванню РЕКН;
- поточні ціни на матеріали;
- на машино-години;
- на людино-години;
- правила визначення загальних виробничих витрат.

Локальні кошториси на монтаж систем опалення та вентиляції складені за допомогою комп'ютерної програми “АВК – 3 (3.0.3)”.

Техніко-економічні показники проекту визначаються сумарними характеристиками, віднесеними до об'єму будівлі. Основними показниками є кошторисна вартість монтажу систем опалення, яка визначається відповідно

до діючих норм із урахуванням встановлених надбавок на накладні витрати та планові накопичення. Значення основних техніко-економічних показників наведено в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники проекту

Показник	Одиниці виміру	Значення	
		системи опалення	системи вентиляції
Площа опалювальних приміщень	м ²	7308	7308
Опалювальний об'єм	м ³	21924	21924
Загальна продуктивність систем	кВт	302	296
Загальна продуктивність припливної системи	м ³ /с	–	45,1
Тривалість монтажу систем	днів	65	64,5
Середня чисельність робітників Rсер	люд.	9	10
Максимальна кількість робітників	чол	8	12
Середній розряд	розряд	4,2	3,3
Трудові витрати	люд.-дн.	559	670,5
Кошторисна трудомісткість	тис./люд.год	20,78457	5,89338
Кошторисна вартість влаштування системи	тис. грн.	1349,854	820,181

4.2 Висновок до розділу 4

При виконанні даного розділу було складено локальні кошториси на монтаж систем опалення та вентиляції, а також визначено техніко-економічні показники проекту.

Відповідно до локального кошториса, сумарна кошторисна вартість влаштування системи опалення складає 1349,9 тис. грн., із них кошторисна заробітна плата становить 459,6 тис. грн., та на влаштування системи вентиляції 820,2 тис. грн., із них кошторисна заробітна плата становить 120,1 тис. грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна магістерська робота носить дослідно-конструкторський характер. В роботі розроблено проектну пропозицію системи опалення та вентиляції офісного центру і були виконані такі задачі:

1. Проаналізовані заходи та методи, які в процесі проектування сприяють підвищенню енергоефективності будівлі. Проведено огляд енергоефективного обладнання систем, що створюють мікроклімат приміщень (розділ 1).
2. На основі варіантного аналізу, виконано техніко-економічне обґрунтування системи опалення та вентиляції. Обґрунтовано вибір опалювальних приладів - алюмінієвих секційних радіаторів фірми FONDITAL марки Solar, конвекторів з природною конвекцією фірми KAMPMANN марки Katherm NK, радіаторних термостатичних клапанів, а також агрегатів для охолодження повітря Ventus VS 21+650. Розглянуто два проектних рішення системи вентиляції і виконані економічні розрахунки кожного варіанту (розділ1).
3. Розроблено проектне рішення системи опалення (розділ2) – проведено моделювання теплотехнічного та гідравлічного режимів та визначено обладнання системи. Система опалення двотрубна з горизонтальною розводкою. Джерелом тепла є індивідуальний тепловий пункт, як теплоносій використовується вода з температурою в подавальному трубопроводі 90°C , і в зворотному – 70°C . Теплоносій подається до поверхів за рахунок двох вертикальних стояків, які розташовані на двох сходових клітках, де встановлюються балансувальні клапани. Горизонтальна розводка виконується прихованим методом в конструкції підлоги.
4. Розроблено проектне рішення системи вентиляції (розділ2) - проведено моделювання тепловологістного балансу приміщень, аеродинамічні розрахунки, підібрано елементи системи вентиляції. Повітропроводи

прямокутного поперечного перерізу проходять під стелею приміщень виконані з листової сталі класу Н товщиною 0,7мм та 0,9 мм.

5. Розроблено організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних пропозицій. Визначено склад і об'єми монтажних робіт, кількість виконавців та тривалість виконання робіт, яка склала 65 днів для монтажу системи опалення і 64,5 дні для монтажу системи вентиляції. Розглянуті заходи з експлуатації та наладки систем (розділ3).
6. Передбачено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. (розділ33)
7. Проведено економічні розрахунки проекту (розділ4).

Виконано необхідні креслення: принципова схема ІТП (аркуш 1), схеми розташування системи опалення та вентиляції (аркуш 2,3,4),; аксонометричні схеми систем опалення та вентиляції (аркуш 5,6), монтажні креслення систем (аркуш 7), календарні графіки монтажу систем (аркуш 8,9).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

3. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 2011-11-01].-К.: Міністерство регіонального розвитку і будівництва України, 2011 р. – 127с.– (Державні стандарти України).
4. В.В. Демченко, Х.М. Чуприна, О.В. Невмержицький Методи підвищення енергоефективності будівлі [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу.: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/>
5. ДБН В.2.2-9-2009. Громадські будинки та споруди основні положення - [Чинний від 2010-01-07]. – К.: Міністерство національного розвитку та будівництва України, 2009 р. – 49 с.
6. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В. 2.5-67:2013. - [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2014. – 113с. – (Державні будівельні норми.)
7. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 - [Чинний від 2016-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).
8. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В. 2.6-189:2013 – [Чинний від з 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, - Київ, 2014.– (Державні будівельні норми).
9. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків: ДБН В.2.2-24:2009 - [Чинний від 2009-09-01]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2009. – 108с. – (Державні будівельні норми)
10. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006 – 05 -15]. – К.: Мінрегіонбуд України, - Київ, 2006. .– (Державні будівельні норми).

11. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою: ДСТУ Б В. 2.6 - 36:2008 – [Чинний від з 2009-01-06]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2009.– (Державні будівельні норми).

12. Жуковський С. С. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти спеціальності 7.092.108 “Теплогазопостачання і вентиляція” / С. С. Жуковський, Р. І. Кінаш. – Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999. – 448 с. – ISBN 966-7148-63-7.

13. Ратушняк Г. С. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції : навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця: ВДТУ, 2000. – 122 с.

14. Каталог алюмінієвих радіаторів фірми FONDITAL [Електронний ресурс] : інструкція по проектуванню та монтажу алюмінієвих радіаторів Solar 500/100. – Режим доступу до ресурсу : <http://www.sachara.kiev>.

15. Каталог встраиваемых в пол конвекторов фирмы KAMPMANN [Електронний ресурс]: инструкция по проектированию и монтажу конвекторов Katherm NK. – Режим доступу до ресурсу: http://www.kampmann.de/produkte_files/downloads/KathermNKRUx.pdf

16. Радіаторні терморегулятори RTD: технічний опис / Данфосс ТОВ. – VD.53.P3.19. – 56 с.

17. Автоматические и ручные балансировочные клапаны : техническое описание / Данфосс ТОВ 08/2008. – VD.57.Q5.50. – 90 с.

18. Каталог многослойных труб (PEX-AL-PEX) системы ”КИСАН“ [Електронний ресурс] : инструкция по проектированию и монтажу сантехнических систем. – Режим доступа к ресурсу : <http://www.kisan.pl/rosyjska/page.php?action=40>

19. Множество применений одного изделия: электронные контроллеры для систем отопления, охлаждения, вентиляции и кондиционирования воздуха / Данфосс ТОВ 04/07. – VG.BB.L1.50. – 54 с.

20. Трубопроводи внутрішні: ДБН Д.2.2-16-99- [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Государственный комітет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000 г. – 40 с. – (Державні будівельні норми).
21. Опалення – внутрішні пристрої: ДБН Д.2.2-18-99 –[Чинний від 2000-01-01]. - К. : Государственный комітет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000 г. – 28с.– (Державні будівельні норми).
22. ДБН Д.2.2-20-99 «Вентиляція і кондиціонування повітря» - К. : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000. - 86 с.
23. Теплоізоляційні роботи: ДСТУ Б Д.2.2-26:2016. - [Чинний від 2016-01-08]. – К. :Мінрегіонбуд України, 2016. – 24с.
24. Компания АВТОФОРУМ [Електронний ресурс]: характеристика автомобіля Mercedes Benz "Vario". – Режим доступу до ресурсу : http://www.autoforum-spb.ru/Article_6982.html
25. Каталог будівельних машин і інструментів [Електронний ресурс] : характеристика ударної дрилі Dewalt D21810KS. – Режим доступу до ресурсу : http://powertools.co.nz/index.php?option=com_mtree&task
26. ROTHENBERGER EURO 2007 каталог інструмента, устройств и оборудования : технические характеристики / ROTHENBERGER Werkzeuge AG. – 36 с.
27. Манометри KFM, RFM: технічні характеристики. – Krom Schroder. – 2 с.
28. Термометри опору KWT : технічні характеристики. – Sensors Tival. – 2 с.
29. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : учебник для вузов / В. М. Гусев, Н. И. Ковалев, В. П. Попов, В. А. Потрошков ; под ред. В. М. Гусева. – Л. : Стройиздат, 1981. – 343 с.
30. . Семироз М. Підвищення економічності і комфортності систем опалення / М. Семироз // Монтаж + Технологія. – 2010. – № 4. – С. 46, 47.
31. Пирков Віктор Васильович. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення / В. В. Пирков. – К. : ІІ ДП “Такі справи”, 2003. – 176 с. – ISBN 966-96222-0-4.

32. О.С.Сторожук Використання відновлювальних джерел енергії для підвищення енергоефективності житлової будівлі / Юхимчу К.В., Сторожук О.С., Панкевич О.Д // Конференції ВНТУ «Інноваційні технології в будівництві» електронні наукові видання, 2018р.: тези допов. — В., 2018

33. О.С.Сторожук Підвищення енергоефективності будівлі на стадії проектування/ Сторожук О.С., Панкевич О.Д // Конференції ВНТУ «Енергоефективність в галузях економіки України-2019» електронні наукові видання, 2019р.: тези допов. — В., 2019.

Додаток А
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Затверджено:

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Коц І.В.

“ ___ ” _____ 2019 р

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на виконання магістерської кваліфікаційної роботи
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ
ОФІСНОЇ БУДІВЛІ

Науковий керівник

к. т. н., доцент _____ Панкевич О.Д.

Розробив

ст. гр ТГ-18м _____ Сторожук О.С.

Вінниця 2019

Технічне завдання

1. Призначення розробки та місце застосування. Розробка системи опалення та вентиляції офісної будівлі.

2. Основа для виконання робіт.

Основою для виконання роботи є наказ вищого навчального закладу від 02^{го} жовтня 2019 року № 254

3. Мета та призначення розробки.

Метою є розробка енергоефективного варіанту термомодернізації та реконструкції будівлі, на основі аналізу сучасних проектних рішень систем опалення та моніторингу енергоносії.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є наукові публікації за даною темою, архітектурно-будівельні робочі креслення громадської будівлі, технологічне завдання та нормативно-технічна література.

ДБН В.2.5-67:2013 « Опалення, вентиляція та кондиціонування » ;

ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT)

4. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціонування наведені у нормативній літературі [1,2,7,8].

5. Вимоги по стандартизації.

При розробці систем опалення, вентиляції необхідно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість їх ремонту чи заміни в разі поломки.

6. Вимоги з до систем опалення, вентиляції :

Санітарно-гігієнічні — забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур;

Економічні — забезпечення мінімуму приведених затрат (капітальні та на експлуатацію);

Будівельні — ув'язка з будівельними конструкціями;

Монтажні — забезпечення монтажу систем опалення індустріальними методами;

Експлуатаційні — простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність та безпечність систем і безперебійність їх роботи;

Естетичні — гарне співвідношення з внутрішнім архітектурним оздобленням приміщення.

Вимоги по надійності викладені ДСТУ Б В.2.8-8-96 Обов'язковими є показники:

- Середня виробка обладнання на відмову, яка складає не менше 10 років.
- Середній повний строк служби не менше 20 років.
- Оцінку відповідності показників надійності – середню виробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності з ДСТУ 3004-95.
- на виробі повинні бути встановлені строки експлуатації.

Ергономічні вимоги — розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду на протязі денної та нічної частини доби. Виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань.

Експлуатаційні та ремонтні вимоги. Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати з строками обслуговування базового обладнання.

7. Порядок розробки випробування, приймання систем опалення, вентиляції:

Стадії розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення. ДСТУ Б В.2.5-44:2010.

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципових схем, конструктивних компоновок та робочих креслень,
- розробка та узгодження програми та методики випробувань,
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.
- ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

Порядок приймання розробки здійснюється у відповідності із вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення по виконаній розробці виконує приймальна комісія, яку формує розробник.

В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

Перелік документів, що представляється на випробування визначаються у програмі випробувань.

9. Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проектування.

10. Етапи проектування та строки виконання дипломного проекту (табл.1).

Таблиця 1 - Етапи проектування та строки виконання дипломного проекту.

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)
1	Складання завдання та змісту до МКР	10.09.2019
2	Аналітичний огляд енергоефективних методів та засобів підвищення енергоефективності	20.09.2019
3	Теоретичне обґрунтування технічних рішень системи опалення та вентиляції	25.10.2019
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень. Заходи з охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	27.10.2019
7	Техніко-економічні показники	27.11.2019
8	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	28.11.2019
9	Попередній захист	28.12.2019
10	Виправлення зауважень	17.12.2019
11	Рецензування	17.12.2019
12	Захист МКР	18.12.2019