

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

«16» грудня 2020 р.

СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ТИПОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
магістранта 192 – Будівництво та цивільна інженерія
(Освітня програма – «Теплогазопостачання і вентиляція»)
08-12.МКР.007.00.000 ПЗ

Керівник к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)

(підпис)

« ____ » _____ 2020 р.

Розробив студент гр. ТГ-19м

Пригода К.С.

(ініціали та прізвище)

(підпис)

Офіційний рецензент: д.т.н., проф.

Друкований М.Ф.

(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)

(підпис)

« ____ » _____ 2020 р.

Вінниця – 2020 рік

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання
Кафедра інженерних систем у будівництві
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
(шифр і назва)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)
Освітня програма “Теплогазопостачання і вентиляція”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

“ 16 ” грудня 2020 року

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

Пригоди Костянтина Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Система створення мікроклімату для типового житлового будинку з використанням відновлюваних джерел енергії.

керівник проекту (роботи) к.т.н., проф. кафедри ІСБ Ратушняк Г.С.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “25” вересня 2020 року № 214

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 16 грудня 2020р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Архітектурно-будівельні креслення будівлі. Проектна документація на будівництво, результати обстеження будівлі, технічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, термічний опір стін не менше $R_{cm}=3,3\text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$. Відомі конструктивні рішення систем забезпечення мікроклімату, наукові дослідження в напрямку енергоефективних технологій в системах створення мікроклімату, наукові публікації.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Аналітичний аналіз стану використання теплових насосів. Теоретичне та проектне обґрунтування джерел тепло-холодопостачання житлового будинку. Моделювання теплових режимів системи з тепловими насосами. Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень. Заходи з охорони праці та безпеки навколишнього середовища. Економічне обґрунтування проектних рішень системи тепло-холодопостачання. Висновок. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Креслення: Принципова схема ТНУ житлової будівлі. Розташування елементів системи мікроклімату на 1-му поверсі. Розташування елементів системи мікроклімату на 2-му поверсі. Розташування елементів системи мікроклімату на 3-му поверсі. Аксонометрична схема трубопроводів теплохолодопостачання будинку. Схема автоматики ТНУ. Монтажні вузли системи мікроклімату. Монтажні вузли баку. Вузол розсолного контуру ТНУ. Календарний план виконання робіт.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний аналіз стану використання теплових насосів	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор		
Теоретичне та проектне обґрунтування джерел тепло-холодопостачання житлового будинку. Моделювання теплових режимів системи з тепловими насосами	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор		
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор		
Заходи з охорони праці та безпеки навколишнього середовища	Кобилянська І. М. к.т.н., доцент		
Економічне обґрунтування проектних рішень системи теплохолодопостачання	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 28.09.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Складання завдання та змісту до МКР	30.09.2020	
2	Аналітичний аналіз стану використання теплових насосів	11.10.2020	
3	Теоретичне та проектне обґрунтування джерел тепло-холодопостачання житлового будинку. Моделювання теплових режимів системи з тепловими насосами	21.10.2020	
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень системи тепло-холодопостачання	25.10.2020	
5	Заходи з охорони праці та безпеки навколишнього середовища	27.10.2020	
6	Економічне обґрунтування проектних рішень системи теплохолодопостачання	03.11.2020	
7	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	17.11.2020	
8	Попередній захист	24.11.2020	
9	Виправлення зауважень	30.11.2020	
10	Рецензування	14.12.2020	
11	Захист МКР	16.12.2020	

Магістрант _____ Пригода К.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ Ратушняк Г.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить собі п'ять розділів:

Аналітичний аналіз стану використання теплових насосів, теоретичне та проектно обґрунтування джерел тепло-холодопостачання житлового будинку, моделювання теплових режимів системи з тепловими насосами, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень системи тепло-холодопостачання, заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях. Економічне обґрунтування проектних рішень системи теплохолодо-постачання, а також має графічну частину.

Виконано аналітичний огляд сучасних систем забезпечення мікроклімату будівель. Виконано техніко-економічне обґрунтування впровадження систем забезпечення мікроклімату будівель.

У другому розділі виконано всі математичної розрахунки та моделювання та систем забезпечення мікроклімату житлових будівель з використанням відновлювальних джерел енергії.

З метою забезпечення оптимального мікроклімату виконано підбір систем забезпечення мікроклімату будівель з використанням ґрунтового теплового насосу.

Розроблені організаційно – технологічні рішення з монтажу систем забезпечення мікроклімату будівель. Розглянуто основні заходи та шляхи підвищення енергозбереження будівлі та використання відновлювальних джерел енергії. Розроблені заходи з охорони праці і безпеки при надзвичайних ситуаціях при монтажі та експлуатації системи.

Розраховано техніко – економічні показники систем створення мікроклімату житлового будинку. Виконані розрахунки кошторисної вартості обраної системи.

Графічна частина містить плани поверхів з розташуванням систем забезпечення мікроклімату на поверхах будівлі, аксонометричні схеми систем, календарний план монтажу системи теплохолодопостачання, монтажні креслення та вузли.

ABSTRACTION

The master's qualification work contains five sections:

Analytical analysis of the state of use of heat pumps, theoretical and design substantiation of sources of heat and cold supply of a residential building, modeling of thermal modes of the system with heat pumps, organizational and technological support of project implementation of heat projects. situations. Economic substantiation of design decisions of the heat and cold supply system, and also has a graphic part.

An analytical review of modern systems of building microclimate security has been performed. Feasibility study of implementation of microclimate systems for buildings has been performed.

In the second section all mathematical calculations and modeling and systems of microclimate of residential buildings with the use of renewable energy sources are performed.

In order to ensure the optimal microclimate, the selection of systems for ensuring the microclimate of buildings with the use of a ground heat pump was performed.

Organizational and technological solutions for the installation of microclimate systems for buildings have been developed. The main measures and ways to increase the energy saving of the building and the use of renewable energy sources are considered. Measures for labor protection and safety in case of emergency situations during installation and operation of the system have been developed.

Techniques - economic indicators of systems of creation of a microclimate of a house are calculated. Calculations of the estimated cost of the selected system are performed.

The graphic part contains floor plans with the arrangement of microclimate systems on the floors of the building, axonometric diagrams of the systems, calendar plan of installation of the installation system.

РЕЗЮМЕ до магістерської кваліфікаційної роботи магістранта:		Пригоди Костянтина Сергійовича	
Назва університету	Вінницький національний технічний університет		
Тема	СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ТИПОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮ- ВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ		
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., професор Ратушняк Г.С.		
Обсяг роботи	Пояснювальна записка, стор.	Розділів	Креслень формату А1
		5	10
Розділ 1	Аналітичний аналіз стану використання теплових насосів		
Розділ 2	Теоретичне та проектне обґрунтування джерел тепло-холодопос- тачання житлового будинку. Моделювання теплових режимів системи з тепловими насосами		
Розділ 3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень системи тепло-холодопостачання		
Розділ 4	Заходи з охорони праці та безпеки навколишнього середовища		
Розділ 5	Економічне обґрунтування проектних рішень системи теплохолодо-постачання		
Висновки по роботі	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виконано аналітичний огляд сучасних систем забезпечення мікроклімату будівель. 2. Виконано всі математичної розрахунки та моделювання та систем забезпечення мікроклімату житлових будівель з використанням відновлювальних джерел енергії. 3. Розроблено організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень. 4. Розроблено заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності. 5. Розроблено локальний кошторис на роботи по монтажу систем теплохолодопостачання систем мікроклімату. 		
Ключові слова: мікроклімат будівлі, відновлювальні джерела, теплові насоси.			

Магістрант: Пригода К.С. _____ /ПІБ/

Керівник: Ратушняк Г.С. _____ /ПІБ/

" ____ " _____ 2020 р.

SUMMARY		Pryhoda Kostiantyn Serhiiovych	
to undergraduate master's qualification work:			
University name	Vinnytsia National Technical University		
Thema	MICROCLIMATE CREATION SYSTEM FOR A TYPICAL RESIDENTIAL BUILDING USING RENEWABLE ENERGY SOURCES		
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., professor Ratushniak S.G.		
The scope of work	Explanatory note, p.	Sections	Drawings of A1 format
		5	10
Section 1	Analytical analysis of the state of use of heat pumps		
Section 2	Theoretical and design substantiation of heat and cold supply sources of a residential building. Modeling of thermal modes of the system with heat pumps		
Section 3	Organizational and technological support for the implementation of design solutions for the heat and cold supply system		
Section 4	Measures for occupational safety and health in emergencies		
Section 5	Economic substantiation of design decisions of heat and cold supply system		
Conclusions on work	<ol style="list-style-type: none"> 1. An analytical review of modern systems of building microclimate security has been performed. 2. All mathematical calculations and modeling and systems for providing the microclimate of residential buildings with the use of renewable energy sources have been performed. 3. Organizational and technological support for the implementation of project solutions has been developed. 4. Measures for labor protection and life safety have been developed. 5. Developed a local estimate for work on the installation of heat and cold supply systems of microclimate systems. 		
Keywords: microclimate of the building, renewable sources, heat pumps.			

Master student: Pryhoda K.S. _____ / Surname /

Head: Ratushniak H.S. _____ / Surname /

" ____ " _____ 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 АНАЛІТИЧНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ.....	
1.1 Застосування теплових насосів як напрямок використання відновлювальних джерел.....	
1.2 Використання теплових насосів у світі.....	
1.3 Використання теплових насосів в Україні.....	
1.4 Дослідження теплових насосів.....	
1.5 Патентний огляд.....	
1.6 Висновки до розділу.....	
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЕКТНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ СИСТЕМИ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ.....	
2.1 Вибір та теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будинку.....	
2.2 Розрахунок теплових втрат приміщень.....	
2.3 Гідравлічний розрахунок трубопроводів.....	
2.4 Оцінка впливу життєвого циклу джерел тепlopостачання на навколишнє середовище.....	
2.5 Обґрунтування вибору низькотемпературного джерела теплоти та вибір режимів роботи теплового насоса.....	
2.6 Розрахунок потужності та вибір теплового насоса.....	
2.7 Розробка та вибір конструкції земляного зонда.....	
2.8 Втрати тиску в земляному зонді.....	
2.9 Розрахунок розширювального бака та буферної ємності.....	
2.10 Математична модель і розрахунок коефіцієнта перетворення...	
2.11 Математична модель та розрахунок ексергетичного ККД ТНУ.	
2.12 Висновки до розділу.....	

3 ОРГАНІЗАЦІНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ТЕПЛО-ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ.....	
3.1 Конструктивні особливості об'єкту.....	
3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи.....	
3.3 Монтаж системи тепло-холодопостачання.....	
3.4 Підготовка об'єкту під монтаж.....	
3.5 Загальна технологія монтажу тепло-холодопостачання.....	
3.6 Прилади тепло-холодопостачання.....	
3.7 Монтаж приладів тепло-холодопостачання.....	
3.8 Монтаж магістральних трубопроводів.....	
3.9 Монтаж стояків.....	
3.10 Системи повітровидалення.....	
3.11 Теплова ізоляція трубопроводів.....	
3.12 Наповнення системи водою.....	
3.13 Пуск в дію та випробування системи тепло-холодопостачання	
3.14 Визначення складу і об'ємів робіт.....	
3.15 Визначення об'ємів робіт.....	
3.16 Склад робіт.....	
3.17 Витрата матеріалів та допоміжного обладнання при монтажі систем тепло-холодопостачання.....	
3.18 Витрата допоміжних матеріалів та інструментів.....	
3.19 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання календарного плану виконання робіт.....	
3.20 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань.....	
3.21 Витрата електроенергії та пального.....	
3.22 Техніко-економічні показники.....	
3.23 Висновки до розділу.....	
4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
4.1 Висновок до розділу.....	

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ТЕПЛО-ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ.....	
5.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту. Технічна можливість та економічна доцільність.....	
5.2 Огрунтування проектної потужності об'єкта	
5.3 Дані про можливість забезпечення основними матеріалами, енергоресурсами.....	
5.4 Матеріали оцінки впливів на мешканців будинку.....	
5.5 Основні технологічні та будівельні рішення.....	
5.6 Моживі терміни влаштування системи тепло-холодопостачання.....	
5.7 Основні положення по організації системи тепло-холодопостачання.....	
5.8 Визначення найбільш доцільного варіанту системи опалення.....	
5.9 Техніко-економічні показники.....	
5.10 Локальні кошториси.....	
5.11 Загальні техніко-економічні показники.....	
5.12 Висновки до розділу.....	
ВИСНОВОК	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	
ДОДАТОК А Технічне завдання	
ДОДАТОК Б Відомість креслень	

ВСТУП

Актуальність роботи. Розвиток сучасної науки робить можливим влаштування високотехнологічних житлових будинків із енергоефективними системами забезпечення мікроклімату. Інженерні мережі є основними споживачами теплової та електричної енергії і від рівня їх енергоефективності буде залежати загальне споживання енергоносіїв будинком. Природна тепла енергія може використовуватися як безпосередньо так і в теплових насосах. Вибір типу теплонасосної установки (ТНУ) для систем теплопостачання залежить від місцевих природно-кліматичних умов, наявності дешевого та доступного низькотемпературного джерела енергії. Тому проведення досліджень використання теплонасосної установки, як джерела теплоти та режимів її роботи в системі теплопостачання житлового будинку є актуальним.

Мета і завдання роботи.

Мета роботи: підвищення ефективності використання первинних енергоресурсів шляхом підбору та дослідження системи теплопостачання індивідуального житлового будинку з використанням теплонасосної установки.

Завдання роботи:

- виконати багатоваріантний аналіз джерел теплопостачання житлового будинку;
- оцінити екологічну ефективність різних джерел теплопостачання індивідуального житлового будинку на повному життєвому циклі;
- розробити математичну модель для дослідження режимів роботи теплового насоса (ТН), провести оцінку впливу температур підведення і відведення теплоти та температури навколишнього середовища на показники ефективності роботи ТНУ на холодоагенті R407C;
- визначити споживану потужність будинку, вибрати тепловий насос та підібрати допоміжне обладнання;
- виконати тепловий, конструктивний, гідравлічний розрахунки системи тепло- холодопостачання;

- виконати техніко-економічні розрахунки вибраного варіанта.

Об'єкт дослідження. Система тепло- холодопостачання житлового будинку з використанням відновлювальних джерел енергії.

Предмет дослідження. Теплообмінні та гідродинамічні процеси в елементах теплонасосної установки та системи тепло- холодопостачання, режими роботи теплового насосу “грунт – вода”.

Методи дослідження. Емпіричний, теоретичний, функціональний.

Наукова цінність. Виконано математичне моделювання та проведена оцінка впливу зовнішніх умов на ефективність роботи ТНУ для теплопостачання індивідуального житлового будинку з метою встановлення доцільних режимів роботи теплового насоса.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблені практичні рекомендації по підвищенню ефективності застосування теплонасосних установок в комплексі із системами опалення. Результати роботи є основою для встановлення ТНУ в системі теплопостачання індивідуального житлового будинку.

Апробація та публікації. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на всеукраїнській науково – практичній інтернет – конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи».

1 АНАЛІТИЧНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

1.1 Застосування теплових насосів як напрямок використання відновлювальних джерел енергії.

В умовах дефіциту, що загострюється, і зростання цін на енергоносії пошук нових ефективних енергозбережних технологій для отримання теплоти і використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії актуальний практично для всіх галузей економіки. Особливо гостро проблема позначилася в теплопостачанні об'єктів житлово-комунального господарства (ЖКГ), де витрати палива на виробництво теплоти, перевищують в 1,7 рази затрати на електропостачання. Основними недоліками децентралізованих джерел теплопостачання є низька енергетична, економічна і екологічна ефективність. А високі транспортні тарифи на доставку енергоносіїв і часті аварії на теплотрасах посилюють негативні фактори, властиві традиційному централізованому теплопостачанню.

Одним з ефективних енергозбережних способів, що дають можливість економити органічне паливо, знижувати забруднення навколишнього середовища, задовольняти потреби споживачів в технологічній теплоті, є застосування теплонасосних технологій виробництва теплоти [1].

Основна відмінність теплового насоса від інших генераторів теплової енергії, наприклад, електричних, газових і дизельних генераторів теплоти полягає в тому, що при виробництві теплоти до 80% енергії відбирається з навколишнього середовища. Тепловий насос “викачує” сонячну енергію, накопичену за теплу пору року, з ґрунту, скельної породи або озера.

На сьогоднішній день вартість виробництва теплової енергії значно залежить від виду “палива”: найдешевшим є природний газ, потім тверде паливо, електроенергія і дизпаливо. Теплові насоси виробляють найдешевшу теплову енергію: на 20-150% дешевше за газ (залежно від річного споживання), на 50-70% дешевше за вугілля і паливні брикети, в 4 рази дешевшу за електрику [2].

Теплові насоси (ТН) дозволяють використовувати поновлювану низькотемпературну енергію навколишнього середовища на потреби високотемпературного об'єкту (системи теплопостачання, опалення і гарячого водопостачання).

Тепловий насос пов'язаний з джерелом низькопотенційної теплоти (ДНТ) через випарник і споживачем високотемпературної теплоти (СВТ) – через конденсатор. Між випарником і конденсатором циркулює холодоагент. При здійсненні зворотного термодинамічного циклу холодоагент переносить теплоту від ДНТ до СВТ. При цьому необхідно витратити електроенергію на привід компресора. Тут криється головна перевага теплового насоса – на 1 кВт витраченої електричної енергії можна одержати більше 2,5 кВт теплової енергії (що передається СВТ) [3].

В даний час є величезна різноманітність теплових насосів, що дозволяє їх широко застосовувати в промисловості, сільському господарстві, в ЖКГ. Виготовляються теплові насоси різної теплової потужності, від декількох кіловат до сотень мегават. Вони можуть працювати з джерелами низькопотенційної теплоти і споживачами високопотенційної теплоти в різних агрегатних станах, у зв'язку з цим їх можна розділити на наступні типи: вода-вода, вода-повітря, повітря-вода, повітря-повітря. Теплові насоси, що випускаються, призначені для роботи з джерелами низькопотенційної теплоти самих різних температур, аж до від'ємної, і можуть використовуватися для споживачів високопотенційної теплоти, що вимагають різну температуру, навіть вище 100 °С. Залежно від цього теплові насоси можна розділити на низькотемпературні, середньотемпературні і високотемпературні. Існує велика різноманітність теплових насосів по технічному пристрою, в якому можна виділити два види: парокомпресійні і абсорбційні [4].

У разі впровадження ТНУ в системи теплопостачання можна досягти економії в 20–70 %. В екологічному аспекті позитив ТНУ полягає у відсутності горіння і супутнього забруднення атмосфери і в утилізації теплових відходів виробництв, що є важливим напрямом захисту довкілля від теплового забруднення.

Під час використання технології теплових насосів, важливе значення має зменшення втрат у самих машинах, оскільки це істотно збільшує коефіцієнт перетворення підведеної потужності у теплопродуктивність.

1.2 Використання теплових насосів у світі

Енергетична значимість застосування теплонасосних установок підтверджується досвідом експлуатації й кількістю працюючих ТНУ у світі, а їхня актуальність – темпами впровадження, особливо за останні роки, коли ціни на енергоносії безупинно ростуть. Теплові насоси в промислово розвинутих країнах широко використовують для теплохолодопостачання в технологічних процесах, для опалення і гарячого водопостачання. Нині у світі успішно працюють десятки мільйонів ТНУ різного функціонального призначення [5].

Світовий досвід показує, що теплонасосні системи теплопостачання дають змогу:

- в 1,5–2 рази знизити необхідну встановлену електричну потужність теплогенеруючого устаткування;
- в 2,5–3 рази знизити плату за електрику порівняно з електричними теплогенераторами;
- в 1,5–2,5 рази знизити експлуатаційні витрати порівняно з газовими котлами або котлами на рідкому паливі.

До 2021 р. за прогнозами Міжнародного комітету з енергетики (IAE) до 75% опалювальних установок у розвинених країнах працюватимуть на базі енергоощадних теплонасосних технологій [6].

Сьогодні в світі успішно експлуатується більше 130 млн. теплонасосних установок різного функціонального призначення. Загальний обсяг продажу що випускаються за кордоном ТН складає 125 млрд. доларів США, що перевищує світовий обсяг продажу в 3 рази.

На сьогоднішній день теплові насоси є найбільш перспективними серед джерел “нетрадиційної енергетики” для вирішення проблем енергозбереження, завдяки можливості “черпати” поновлювану енергію із навколишнього середовища.

У США і Японії для опалювання і літнього кондиціонування повітря широке застосування отримали реверсивні ТНУ класу “повітря-повітря”. До 2000 року в США дослідженнями і виробництвом теплових насосів займалося більше 50 великих фірм. Загальна кількість працюючих ТНУ до 2003 року перевищила 25 млн. одиниць. У США існує стабільний приріст ТНУ, що продаються впродовж більш, ніж 20 років.

У Японії щорічно виробляється і продається до 500 тисяч ТНУ різного функціонального призначення, і близько 5 млн. теплонасосних систем є основним устаткуванням в забезпеченні теплотою житлового фонду.

Наприклад, в Європі 77 % встановлених теплових насосів використовують зовнішнє повітря як джерело теплоти, хоча в Швеції, Швейцарії і Австрії переважають теплові насоси, що забирають теплоту з ґрунту.

У Норвегії на кінець 1999 року нараховано в експлуатації 27200 теплонасосних установок, з них 67 % використовували як джерело теплоти навколишнє повітря, 12 % - відпрацьоване вентиляційне повітря, 19% - воду і ґрунт.

У Китаї попит на виробництво реверсивних теплових насосів з 500 тис. одиниць в 1989 році досяг в 2003 році величини 18 млн. одиниць, випередивши Японію більш ніж в 2 рази [7].

Найкрупніші ТНУ експлуатуються в Швеції і країнах Скандинавії. З 110 тисяч теплонасосних станцій, що працювали в Швеції в 2000 році, близько стали потужність 100 МВт і більше, а найбільш потужною в світі ТНС встановлено тепловою потужністю 320 МВт успішно працює в Стокгольмі, використовуючи як низькотемпературне джерело теплоти морську воду.

У Германії до 1998 року було виготовлено для систем опалення і гарячого водопостачання більше 500 ТНУ великої потужності з приводом компресорів від дизельних і газових двигунів і з утилізацією теплоти відхідних газів.

У Грузії розроблений матеріал по проектуванню і оптимізації технологічних і комфортних систем кондиціонування повітря, що діють на базі ТНУ. Їх успішна експлуатація підтвердила високу енергетичну ефективність при прави-

льному визначенні потужності, типу ТНУ, енергетичного рівня природних і вторинних низькопотенційних джерел теплоти, раціонально підбраного робочого тіла, термодинамічного циклу і ряду інших чинників [7].

У будівлі адміністрації селища Птічне встановлений один тепловий насос. На випадок виходу з ладу теплового насоса або контура ґрунтових теплообмінників передбачений аварійний електричний водонагрівач. Достатньо низькі температури зовнішнього повітря в грудні 2009 року і в січні 2010 року, до -25°C і нижче, показали, що в приміщеннях будівлі адміністрації селища Птічне вдавалося упевнено підтримувати температуру внутрішнього повітря на рівні $+18\dots+20^{\circ}\text{C}$ [8].

Найбільш перспективними проектами в теплонасособудуванні є впровадження ТН компресійного типу на очисних спорудах і в системі оборотного водопостачання підприємств. Економічна ефективність таких проектів значно зростає за рахунок високого енергетичного потенціалу скидної теплоти. Температура води низькопотенційного джерела теплоти в цих випадках складає $20\text{--}60^{\circ}\text{C}$. Коефіцієнт перетворення ТН може досягати 8.

ТНУ, що застосовують ґрунт як джерело теплоти, набули великого поширення за кордоном для теплопостачання житлових і адміністративних будівель. Ґрунт, як і води підґрунтя, має одну перевагу – відносно стабільну протягом року температуру, що забезпечує високий коефіцієнт перетворення ТН [9].

Графік залежності зміни температури ґрунту на протязі року наведений на рисунку 1.1. З даного рисунка видно що стала температура ґрунту 10°C починається з глибини 15м.

За даними Шведської асоціації теплових насосів (SVER), із загального числа наявних в Швеції більше 1350000 теплових насосів, більше 700000 було встановлено після 2000 р. У 1998–1999 рр. частка теплових насосів “повітря–повітря” взагалі не помітна на фоні ґрунтових, таких, що складали тоді основу шведського ринку. У 2008 р. на 81% повітряних теплових насосів, проданих в Швеції, припадає лише 19% ґрунтових [10].

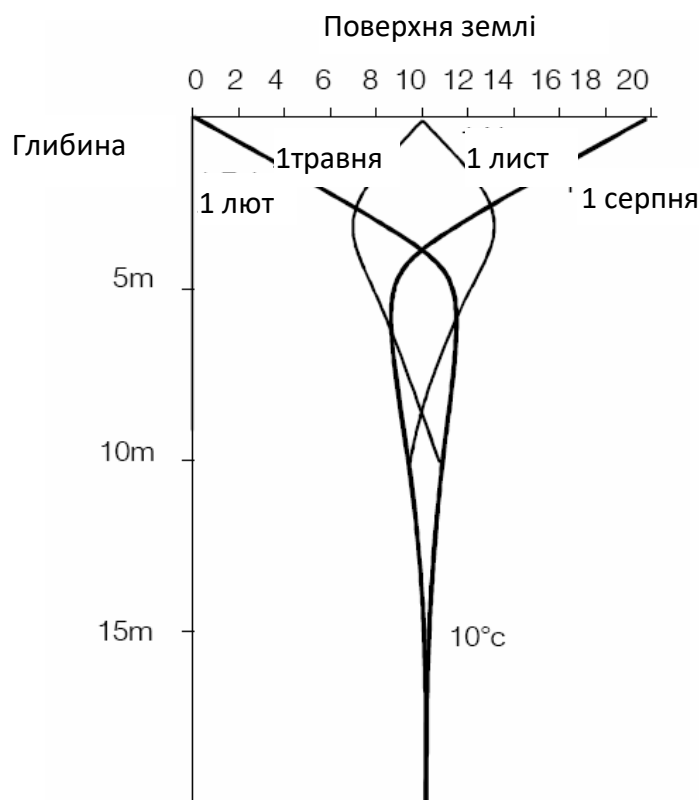


Рисунок 1.1 – Графік зміни температури в шарах ґрунту в залежності від сезонного значення температури на поверхні землі.

1.3 Використання теплових насосів в Україні

В Україні створення і впровадження ТНУ базується в основному на ентузіазмі виконавців.

Слід зазначити серію реалізованих проектів центру енергозбереження під керівництвом В. Ф. Гершковича. Це проект експериментальної теплиці обігрівается тепловим насосом “повітря-ґрунт” з використанням вертикальних ґрунтових теплообмінників. На протязі 8 років експлуатації температура повітря в теплиці автоматично підтримувалася на рівні 15-20 °C цілорічно, при цьому коефіцієнт перетворення коливався від 4 до 2.2.

Інший проект, реалізований в грудні 1999 року. Це проект опалювання тепловим насосом “повітря-повітря” 4-х поверхової офісної будівлі в м. Києві.

Тут застосовано тепловий насос французької фірми CIAT, що працює при температурах зовнішнього повітря до мінус 15°C. Встановивши тепловий насос в спеціальному технічному приміщенні, де припливне атмосферне повітря підігрівалося теплим витяжним повітрям, навіть при температурах зовнішнього повітря нижче мінус 20°C, на вхід випарника повітря надходило з температурою, що забезпечує його безпечну роботу. У літній час теплонасосне обладнання забезпечує кондиціонування приміщень. Досвід безвідмовної експлуатації ТН на протязі більше 5 років дає підстави авторам проекту стверджувати, що комбіноване опалення і кондиціонування будівлі за техніко-економічними показниками перевершує опалення від теплової мережі і від місцевої газової котельні і кондиціонування за роздільною схемою [11].

У НПП “Інсолар” спільно з Іпмаш НАН України створена серія теплових насосів для технологічних процесів сушки. Сушильні установки були і залишаються на сьогодні найбільш раціональною областю впровадження теплонасосної технології для підготовки сушильного агента. Теплонасосні сушильні установки були створені з блокового і агрегатного виконання з одно- і двоконтурною рециркуляцією сушильного агента. Вони були успішно застосовані для м'якої сушки деревини, кераміки, гіпсових форм, овочів і фруктів, лікарських трав, продуктів харчування. Лабораторні і промислові випробування показали, що енерговитрати на 1 кг вологи, що видаляється, можуть бути знижені в 2-4 рази в порівнянні з традиційною конвективною сушаркою. Можлива реалізація високоефективної сушки зневодненим повітрям незалежно від погодних і сезонних умов при повному виключенні впливу канцерогенів на висушувані продукти. Сумісне використання теплоти і холоду, що виробляється в ТНУ, дозволяє в сушильній багатофункціональній установці охолоджувати висушений матеріал, що дуже важливо при сушці продуктів, лікарських трав, насінного і товарного зерна і іншої сировини сільськогосподарського виробництва [11].

Для теплопостачання залізничної станції в 2006 р. був встановлений тепловий насос потужністю 40 кВт шведського виробництва, та електродвигун потуж-

жністю 10 кВт українського виробництва для роботи в бівалентному режимі. Сумарна потужність опалення 50 кВт що працює на тепловому насосі дозволила замінити два вугільних котла сумарної паспортної потужності 100 кВт.

Що стосується економічних показників – за опалювальний сезон тепловий насос дозволяє зекономити до 110 тисяч гривень, а в 2006 році проектування, закупка та монтаж установки склали приблизно 300 тисяч гривень [12].

Теплову енергію ґрунту можна використати для опалення та вентиляції приміщень. Відбір теплової енергії з ґрунту може здійснюватись за допомогою ґрунтових теплообмінників різного типу. При використанні ТН ця енергія може використовуватись для отримання теплоносія з температурою до +40-70 °С. Досвід провідних країн світу свідчить, що теплота ґрунту часто використовується в ТНУ потужністю від 5 до 70-100 кВт, що обслуговують окремі невеликі будинки, в більшості приватні [13].

1.4 Дослідження теплових насосів

Авторами [14] на основі техніко-економічних розрахунків показано доцільність впровадження теплонасосної установки конкретного типу в якості джерела теплоти для конкретного споживача. Конкурентоспроможність ТНУ залежить від великої кількості факторів термодинамічного, конструктивного і економічного характеру, від їх функціонального призначення, екологічної дії на навколишнє середовище.

В статті [15] розроблено модуль комплексної альтернативної системи теплопостачання, яка використовує одночасно сонячну та ґрунтову енергію. Розроблено математичні моделі процесів теплообміну в елементах комплексної альтернативної системи теплопостачання.

Показано, що ефективність роботи теплонасосних установок суттєво залежить від середньотермодинамічних температур підведення і відведення теплоти і температури навколишнього середовища. Для узгодження між собою наявних даних остаточно пропонується приймати рівною 273 К. В статті [16] проведений

аналіз впливу температур на ефективність роботи ТНУ, що дозволяє прогнозувати оптимальні температурні режими її роботи.

Частка ексергії в загальному тепловому потоці, який підводиться до опалювального приміщення, зростає при зменшенні температури навколишнього середовища, і одночасно підвищується якість теплового потоку, проте величина частки ексергії невелика, тобто більша частина теплоти, що передається до приміщення складається з анергії. Встановлення низькотемпературних опалювальних приладів зменшує ексергетичні втрати при передачі теплоти від гріючого теплоносія до опалювального приміщення, проте доцільне лише у випадку зменшення ексергетичних втрат в джерелі корисної теплоти.

Критична температура низькотемпературного джерела теплоти змінюється в широкому діапазоні в залежності від температури навколишнього середовища та незначно залежить від регіону використання ТНУ [17].

Порівняно із системою теплопостачання від водогрійних котелень більш ефективна робота систем теплопостачання від теплонасосних установок спостерігається тоді, коли коефіцієнт перетворення енергії в ТНУ перевищує 2,9. В результаті виявлено, що найбільше впливає на ефективність роботи систем теплопостачання температура зовнішнього середовища, зі зменшенням якої ексергетичні коефіцієнти корисної дії суттєво зростають. Збільшення коефіцієнтів перетворення енергії в ТНУ досягається в разі збільшення температур теплоносія у випарнику та зменшення температур відведення теплоти з конденсатора. У [18] порівняно показники роботи водогрійної котельні і системи теплопостачання від ТНУ.

Проведений аналіз термодинамічної ефективності двоступінчастої схеми ТНУ з холодоагентом R123 неповним проміжним охолодженням, паралельним дроселюванням і переохолодженням рідини показав істотну залежність відносно ексергетичних втрат в елементах ТНУ від зміни температури зовнішнього повітря, що вказує на необхідність вибору оптимальних режимів регулювання витрати термальної води і витрати холодоагента [19]. В цілому, по енергетичним показникам

розглянута в роботі схема ТНУ може бути рекомендована до застосування в геотермальних системах теплопостачання з підземно-циркуляційними системами для забезпечення високотемпературного режиму роботи системи опалення.

Авторами [20] наведено аналіз впливу різних природних і технічних факторів на розробку пропозиції впровадження теплонасосних станцій для різних будівель. Методика аналізу спирається на статистичні дані гідрометцентру та реальні технічні характеристики діючого об'єкту. Практика показує, що модернізуючи об'єкти, часто є сенс застосовувати біваленту схему теплозабезпечення, так як вона дає змогу забезпечити максимальне завантаження теплового насоса впродовж всього опалювального сезону, що відчутно зменшує капіталовкладення по проекту, але незначно піднімає подальші експлуатаційні витрати.

Для оцінки ефективності теплового насоса в реальних експлуатаційних умовах використовують коефіцієнт сезонної продуктивності (КСП), тобто відношення загальної теплової енергії, виданої за опалювальний сезон, до загальної електроенергії, спожитої для роботи ТН.

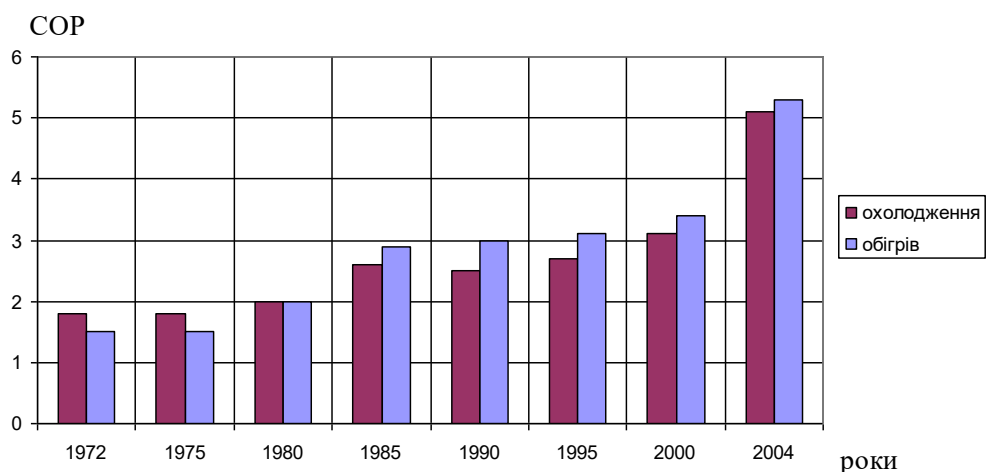


Рисунок 1.2 – Тенденції зміни COP з розвитком технологій

Сучасні ТН класу “повітря-повітря” забезпечують КСП на рівні 3, а ТН класів “вода-вода” і “грунт-вода” – до 4. Цей коефіцієнт визначається величиною COP – коефіцієнт перетворення, тенденції зміни якого наведені на рисунку 1.2 [21].

1.5 Патентний огляд

Огляд патентної інформації показав, що існує ряд оригінальних підходів до вирішення проблеми використання нетрадиційних джерел енергії. Зниження споживаної системою теплопостачання потужності і збільшення корисної потужності виробленої ТЕЦ електроенергії. Авторами [22] розглянуто систему теплопостачання, що має джерело теплоти і встановлену перед споживанням теплоти двокаскадну ТНУ, конденсатор останнього каскаду, що ввімкнений в циркулюючий контур споживання теплоти, а випарник першого каскаду ввімкнений в циркуляційний контур джерела теплоти, конденсатор попереднього каскада і випарник попереднього каскада суміщені в одному двоконтурному теплообміннику (ТО).

Для підвищення теплопродуктивності теплового насоса і забезпечення надійності роботи в контурі холодоагенту ТН авторами [23] додатково встановлені дросельний вентиль і послідовно розміщений за переохолодником ТО-випарником, міжтрубний простір якого з'єднано трубопроводами з міжтрубним простором маслоохолодника, який в сою чергу з'єднано з компресором.

Для зменшення втрат на привод компресора при одночасному підвищенні екологічної безпеки, яка досягається тим, що в контурі ТН застосований двоокис вуглецю, що після стискання в компресорі знаходиться в надкритичному стані, а кожний з нагрівників низько- і високотемпературних контурів теплоносіїв виготовлений у вигляді двохступінчастих ТО, а нагрівник середньотемпературного контура – у вигляді трьохступінчастого ТО, що з'єднані послідовно по ходу теплоносіїв, а лінія нагнітання після компресора підключена до ТО другої ступені високотемпературного контуру, після якого вона розгалужена на дві гілки, одна з яких підключена до ТО третьої ступені середньотемпературного контура [24].

1.6 Висновки до розділу

В літературних джерелах детально представлена інформація про будову, принцип роботи, призначення та типи теплових насосів. Розглянуто стан вико-

ристання ТНУ у світі та впровадження в Україні. Досліджено показники ефективності роботи ТНУ, які працюють на аміаку та фреоні. Проведено дослідження доцільності впровадження систем теплопостачання з ТНУ на базі котелень, досліджено ефективність роботи теплонасосних станцій.

На підставі вище викладеного сформульовано мету роботи та завдання досліджень. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

- виконати багатоваріантний аналіз джерел теплопостачання житлового будинку;
- оцінити екологічну ефективність різних джерел теплопостачання індивідуального житлового будинку на повному життєвому циклі;
- розробити математичну модель для дослідження режимів роботи теплового насоса (ТН), провести оцінку впливу температур підведення і відведення теплоти та температури навколишнього середовища на показники ефективності роботи ТНУ на холодоагенті R407C;
- визначити споживану потужність будинку, вибрати тепловий насос та підібрати допоміжне обладнання;
- розрахувати та підібрати ґрунтовий зонд для передачі теплової енергії від землі до холодоагенту;
- виконати тепловий, конструктивний, гідравлічний розрахунки ємнісноговодонагрівача;
- виконати техніко-економічні розрахунки вибраного варіанта.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЕКТНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ СИСТЕМ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ

2.1 Вибір та теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будинку

Кінцевою метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнту теплопередачі окремих огорожуючих конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом, вікна).

Приймаємо термічний опір окремих огорожуючих конструкцій будинку: стіни $R_0^n = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$; стелі та підлоги – $R_0^n = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Виходячи із R_0^n підбирають конструкцію (товщину шарів ізоляційних матеріалів) кожного огороження окремо.

Будова зовнішньої стіни:

1 шар:

утеплювач (пінополістирол):

$$\lambda_{\text{ут.}} = 0,041 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C});$$

$$\delta_{\text{ут.}} = ?$$

2 шар:

цегла глиняна звичайна:

$$\lambda_{\text{ц.гл.}} = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C});$$

$$\delta_{\text{цк}} = 0,51 \text{ м};$$

3 шар:

цементно-піщана штукатурка

$$\lambda_{\text{шт}} = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C});$$

$$\delta_{\text{шт}} = 0,01 \text{ м}.$$

Термічний опір підбраної конструкції огороження R_0^ϕ повинен бути не менше від R_0^n , тобто $R_0^\phi \geq R_0^n$. Виходячи з цієї умови потрібно

розрахувати товщину утеплювача кожної з огорожуючих конструкцій.

Термічний опір шару цегли підраховується за формулою:

$$R_{ц} = \frac{\delta_{ц}}{\lambda_{ц}}, \quad (2.1)$$

де: $\delta_{ц}$ - товщина шару;

$\lambda_{ц}$ - коефіцієнт теплопровідності цегли, Вт/м °С.

Термічний опір шару утеплювача і шару штукатурки підраховується таким же чином.

Повний фактичний термічний опір огороження (стінки) підраховується з виразу:

$$R_0^n = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{ц.гл.}}{\lambda_{ц.гл.}} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_з} \quad (2.2)$$

де: $1/\alpha_в$ – термічний опір теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни, $R_в$;

$\alpha_в$ – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

$\delta_{ц.гл.}/\lambda_{ц.гл.}$ – термічний опір шару цегли, $R_{ц.гл.}$;

$\delta_{ут}/\lambda_{ут}$ - термічний опір шару утеплювача, $R_{ут}$;

$1/\alpha_з$ - термічний опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни, $R_з$;

$\delta_{шт}/\lambda_{шт}$ - термічний опір шару штукатурки, $R_{шт}$.

Отже

$$R_0^n = R_в + R_{ц.гл.} + R_{ут} + R_{шт} + R_з \quad (2.3)$$

Щоб визначити товщину шару утеплювача, треба визначити який термічний опір повинен мати цей шар.

$$R_{ут} = R_0^n - (R_в + R_{ц.гл.} + R_{шт} + R_з) \quad (2.4)$$

$$R_{ц.гл.} = \frac{0,51}{0,7} = 0,729 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}; \quad R_{шт} = \frac{0,01}{0,76} = 0,013 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}; \quad R_в = 0,05 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}; \quad R_з = 0,133$$

$$\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

Товщина шару утеплювача:

$$\delta_{ут} = (R_0^n - R_з - R_в - R_{шт} - R_{ц.гл.}) \cdot \lambda_{ут} \quad (2.5)$$

$$\delta_{yt} = (2,3 - 0,133 - 0,05 - 0,013 - 0,729) \cdot 0,041 = 0,056 \text{ м.}$$

Приймаємо товщину шару утеплювача $\delta_{yt} = 0,06 \text{ м.}$

Отриманий термічний опір:

$$R_0^{\phi} = R_B + R_{ц.гл.} + R_{yt} + R_{шт} + R_3 = 0,05 + 0,729 + \frac{0,06}{0,041} + 0,013 + 0,133 = 3,388 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \quad (2.6)$$

Будова підлоги:

Теплофізичні характеристики складових:

Цементна стяжка

$$\lambda_{ст} = 0,7 \frac{Bm}{M \cdot ^\circ C};$$

$$\delta = 0,02 \text{ м}$$

- Зола

$$\lambda_{yt} = 0,25 \frac{Bm}{M \cdot ^\circ C};$$

$$\delta_{yt} = ?$$

- Залізобетонна плита

$$\lambda_{пл} = 1,92 \frac{Bm}{M \cdot ^\circ C};$$

$$\delta = 0,22 \text{ м}$$

- Цементно-піщана штукатурка

$$\lambda_{шт} = 0,872 \frac{Bm}{M \cdot ^\circ C};$$

$$\delta_{шт} = 0,02 \text{ м}$$

Термічний опір підлоги без утеплювача:

$$R_0'' = 0,133 + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,02}{0,07} + 0,05 = 0,339 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm};$$

Товщина утеплювача:

$$\delta_3 = (R_0'' - R_3 - R_B - R_{шт} - R_{пл} - R_{ц.ст.}) \cdot \lambda_3 = (R_0'' - R_0''') \cdot \lambda_3 = (1,5 - 0,339) \cdot 0,25 = 0,29 \text{ м.}$$

Приймаємо товщину шару утеплювача $\delta_3 = 0,3 \text{ м.}$

$$R_0^{\phi} = R_0''' + R_3 = 0,339 + \frac{0,3}{0,25} = 0,339 + 1,2 = 1,539 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}.$$

Розрахунок термічного опору та товщини шару утеплювача стелі виконується за аналогічною методикою.

Підбір вікон

Спочатку знаходимо різницю температур:

$$\Delta t = t_e - t_s = 18 + 30 = 48^\circ\text{C}, \text{ отже потрібний термічний опір теплопередачі вікна}$$

$R_0^{\text{п}} = 0,6 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$. Цьому значенню буде задовільняти вікно з потрійним зашкленням з $R_0 = 0,62 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$.

$$\text{ням з } R_0 = 0,62 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

$$\text{Коефіцієнт теплопередачі вікна } k = 1/R_0 = 1/0,52 = 1,92 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

2.2 Розрахунок теплових втрат приміщень

Система опалення повинна компенсувати теплові втрати через огороження будівлі, втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, яке поступає через відчинені двері, прорізи, щілини притворів і на відчинені зимою двері.

Втрати тепла через огороження, що відділяють опалювані приміщення від зовнішнього повітря або від неопалюваних приміщень знаходять тільки при різниці розрахункової температури повітря більше 5°C .

Загальні тепловтрати Q_3 складаються з основних Q_{Γ} і додаткових втрат тепла :

$$Q_3 = Q_{\Gamma} + Q_{\text{д}} \quad (2.7)$$

Розрахунок теплових втрат виконуємо з точністю до 5Вт по окремих приміщеннях. Результати записуємо в таблицю 2.1-2.3, що складається з 18 граф.

В графі 1 проставляємо номер приміщення, в графі 2- найменування приміщення і його розрахункову температуру. В графу 3 заносимо скорочене найменування огорожень (з.с.- зовнішня стіна, п.з.- проєм зовнішній, п.д.- прєм дверний). В графі 4 орієнтація огороження по сторонах світу. Графа 5- розміри охолоджуючих огорожень, м; графа 6- площа охолоджуючих огорожень, м^2 ; графа 7- коефіцієнт теплопередачі огорожень, $\text{Вт}/\text{м}^2\text{C}$; графа 8- температурний перепад ($t_{\text{в}} - t_{\text{а}}$) для кожного приміщення, $^\circ\text{C}$; графа 9- поправочний коефіцієнт; графа

10- основні тепловтрати через огороження одержані при добутку величин в графах 6,7,8,9; графи 11,12,13,14- поправочні підвищуючі коефіцієнти (додаткові тепловтрати в відсотках); в графі- загальний множник, сумуючи всі додатки. В графі 17- загальні тепловтрати кожного приміщення. В графі 18- кількість секцій нагрівального приладу.

Детальний підрахунок теплових втрат виконуємо для типових приміщень першого, середнього і верхнього поверхів, а також сходиноквої клітки (табл. 2.1.- 2.3.)

Тепловтрати по поверххах та по всьому будинку в цілому

Загальні тепловтрати Q_3 складаються з головних $Q_Г$ та додаткових $Q_д$:

$$Q_3 = Q_Г + Q_д.$$

Головні тепловтрати $Q_Г$, визначають за формулою, Вт:

$$Q_Г = k \cdot F \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \quad (2.8)$$

де F – площа поверхні конструкції, m^2 ;

k – коефіцієнт теплопередачі через стінку, $Вт / m^2 \cdot ^\circ C$;

$t_в$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^\circ C$;

$t_з$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ C$, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

n – коефіцієнт, що враховує додатковий захист огорожуючої конструкції від зовнішньої температури.

Додаткові тепловтрати беруться у відсотках від головних.

Загальні тепловтрати на першому поверсі становлять:

$$Q_3^0 = 5328 \text{ Вт} = 5,328 \text{ кВт}$$

Загальні тепловтрати на першому поверсі становлять:

$$Q_3 = Q_3^I = 5701 \text{ Вт} = 5,701 \text{ кВт}$$

Загальні тепловтрати на другому поверсі становлять:

$$Q_3^{II} = 4971 \text{ Вт} = 4,971 \text{ кВт}$$

Загальні тепловтрати по всьому будинку становлять:

$$\sum Q_3 = Q_3^0 + Q_3^I + Q_3^{II} = 5328 + 5701 + 4971 = 16000 \text{ Вт} = 16 \text{ кВт}.$$

Конструювання системи тепло-холодопостачання

На планах поверхів будинку розміщують стояки і фанкойли.

Стояки наносять на план у вигляді кружків і позначають T1 – подаючий стояк, T2 – зворотній стояк. Показують також магістралі T1 і T2, які проходять в конструкціях підлоги від колекторів а також позначають колектора у вигляді прямокутників з позначками T1 і T2.

Обігрівальні прилади наносять на план у вигляді прямокутників. Після нанесення обігрівальних приладів в масштабі 1:100 всі подаючі трубопроводи показують однією суцільною лінією, зворотні – пунктирною. Підводки до обігрівальних приладів у цьому ж масштабі.

2.3 Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Гідравлічний розрахунок трубопроводів систем опалення зводиться до визначення оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець при відомих витратах теплоносія і циркуляційного тиску.

Розрахунковий циркуляційний тиск в загальному вигляді визначають за формулою:

$$P_p = P_{ш} + P_{пр}, \quad \text{Н/м}^2 \quad (2.9)$$

де $P_{ш}$ – штучний тиск, викликаний збурювачем.

$$P_{ш} = (80 \div 100) \Sigma l, \quad \text{Н/м}^2$$

де Σl – довжини циркуляційного кільця, м.

$P_{пр}$ – природній тиск, який є в циркуляційному кільці за рахунок охолодження води в елементах системи:

$$P_{пр} = P_{нп} + \Delta P, \quad \text{Н/м}^2 \quad (2.10)$$

$P_{н.п.}$ – природній тиск, який виникає в циркуляційному кільці від охолодження води в обігрівальних приладах:

$$P_{нп} = g \cdot h \cdot (\rho_x - \rho_f), \quad \text{Н/м}^2$$

h – відстань за висотою між горизонтальними осями обігрівального приладу і виходу котла;

ρ_x – питома вага води після обігрівального приладу;

ρ_r - питома вага води до обігрівального приладу;

ΔP - природній тиск, який виникає в циркуляційному кільці від охолодження води в трубопроводі.

Розрахунок починаємо із самого невідного циркуляційного кільця.

Витрати води визначаються за виразом:

$$G = 0.86 \cdot \frac{Q}{t_2 - t_x} \quad (2.11)$$

R_d - визначають за виразом:

$$R_d = \frac{0.5 \cdot P}{\sum L} \quad (2.12)$$

Орієнтуючись на витрату води по номограмі (2, рис П8) визначаємо діаметр трубопроводів, питомі витрати тиску на тертя на 1 м і швидкість руху водив трубопроводі, які заносять до таблиці 2.

Витрати на місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \sum \xi + h_w \quad (2.13)$$

Коли заповнені всі рядки таблиці 2.5, підраховуємо сумарну довжину циркуляційного кільця і суму втрат тиску від тертя і сумувтрат тиску від місцевих опорів.

Якщо запас циркуляційного тиску $\Delta_{зап}$ знаходяться в межах 5-10%, то розрахунок на цьому закінчується, якщо ні то виконується коректировка.

Таблиця 2.1 - Гідравлічний розрахунок

№ ділки	Теплове навантаження Q,Вт	Витрата теплоносія G,кг/год	Довжина ділянки l,м	Дані попереднього розрахунку						Дані завершеного розрахунку					
				d, мм	V, м/с	R, Па/м	R*l, Па	Σζ	Z, Па	d, мм	V, м/с	R, Па/м	R*l, Па	Σζ	Z, Па
1-2	4167	358,3	17,6	20	0,271	70	1232	25	902	20	0,271	70	1232	25	902
2-3	1161	93,4	10,7	15	0,135	28	299,6	30	268	15	0,135	28	299,6	30	268
3-4	1776	164	9,27	15	0,239	80	741,6	25	702	15	0,239	80	741,6	25	702
4-5	2082	116,5	15,37	20	0,164	40	614,8	25	330	20	0,164	40	614,8	25	330
5-6	1560	89	15	20	0,124	24	360	17	128	15	0,135	28	420,0	17	152
6-7	1224	52	8,39	20	0,084	8	67	21	72	15	0,093	12	180,0	21	89
7-8	1979	214	7,93	20	0,103	9	71,37	17	88	15	0,338	140	1110,2	17	954
8-9	2739	265	18,79	25	0,098	14	263	17	160	20	0,206	40	751	17	354
9-10	1270	54	8,39	15	0,082	8	67	21	69	15	0,082	8	67	21	69
Σl=111,44		ΣRl=3716,37		ΣZ=2719						Σl=111,44		ΣRl=5416,2		ΣZ=3820	

$$P_p = 85 \times 111,44 = 9472,4 \text{ Па}$$

$$\Sigma(R \cdot l + Z) = 5416,2 + 3820 = 9236,2 \text{ Па}$$

$$\Delta = \frac{9472,4 - 9236,2}{9472,4} \cdot 100\% = 2,49\% \approx 2,5\%$$

Таблиця 2.2 - Коефіцієнти місцевих опорів

Номер ділянки	Перелік місцевих опорів	кількість шт.	Коефіцієнт місцевих опорів ζ і їх сума Σζ	
			ζ	Σζ
1-2	З приладу тепло-холодopостачання	6	2,0	25
	Кут 90°	2	0,5	
	Трійник на прохід з поворотом	2	4	
2-3	Кут 90°	8	2,0	30
	Трійник на поворот	1	0,5	
	Трійник на прохід	3	0,5	
3-4	Кут 90°	8	2,0	25
	Трійник на прохід	2	0,5	
	Кут 90°	8	2,0	
Трійник на прохід	2	0,5		
5-6	Кут 90°	4	2,0	17
	Трійник на прохід	2	0,5	
	Кут 90°	4	2,0	
Трійник на прохід	2	0,5		
7-8	Кут 90°	4	2,0	17
	Трійник на прохід	2	0,5	
	Кут 90°	4	2,0	
Трійник на прохід	2	0,5		
9-10	Кут 90°	4	2,0	21
	Трійник на прохід	2	0,5	
	Кут 90°	4	2,0	
Трійник на прохід	2	0,5		

2.4 Вибір теплогенераторів для теплопостачання будинку

В даному підрозділі виконано систематизацію інформації про переваги та недоліки різних джерел теплопостачання індивідуального житлового будинку.

Для аналізу використані джерела [25 – 32]. Результати зведені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристика теплогенераторів для теплопостачання житлового будинку

Джерело теплопостачання	Газовий котел	Твердопаливний котел	Електричний Котел	Тепловий насос	Сонячний колектор
1	2	3	4	5	6
Застосування	В індивідуальних і багатоповерхових житлових будинках	Твердопаливні котли можуть бути орієнтовані на широкий спектр споживання : від побутового до промислового використання	В індивідуальних і багатоповерхових житлових будинках	В індивідуальних житлових будинках	В індивідуальних і багатоповерхових житлових будинках

<p>Переваги</p>	<p>низька вартість, високий ККД, простота в установці та обслуговуванні, за допомогою газового котла можна опалювати великі приміщення.</p>	<p>доступність, автономність і дешевизна палива, а також те, що вибір палива залежить від самого споживача. Завдяки саме цим перевагам твердопаливні котли користуються популярністю в районах, де є труднощі з постачаннями електрики або газу.</p>	<p>невисока ціна; простота монтажу; легкі і компактні, можна вшати на стіну, як наслідок - економія місця; безпека (немає відкритого полум'я); простота в експлуатації; не вимагають окремого приміщення; не вимагають монтажу димоходу; екологічні, немає шкідливих викидів і сторонніх запахів</p>	<p>знижене енергоспоживання, яке забезпечується завдяки значній ефективності цього пристрою (від 350-750%) і надає можливість отримати на 1 кВт витраченій електричній енергії 4-6 кВт теплової енергії; довговічність. Період функціонування ґрунтового зонда може складати до 60 років; а що стосується опалювального контура, то близько 55 років. У самій установці рушійною частиною вважається тільки компресор, період експлуатації якого рівний 30-35 рокам; відсутність потреби в закупівлі, транспортуванні, зберіганні палива і матеріальних витратах, пов'язаних з цим; відсутність димоходів і їх періодичного обслуговування; абсолютна пожежо- і вибухобезпечність; діагностування системи можна здійснюватися на відстані. Для цього</p>	<p>при використанні жорсткої води з домішками система не засмічується; гарантує температуру води 37-40 ° С в періоди з невисокою сонячною активністю; можна використовувати з електрообігрівачем; стійкість до корозії і довгий термін служби; повне забезпечення гарячою водою від 3-х до 10 чоловік; можливе використання термостійких рідин для швидкого нагріву води та морозостійкості системи.</p>
-----------------	---	--	--	--	--

			<p>використовується зв'язок GSM або лінією Інтернет;</p> <p>екологічно чистий спосіб кондиціонування, оскільки не проводиться емісія вуглекислого газу і інших викидів, які призводять до кислотних дощів і проблем з озоновим шаром;</p> <p>повсюдність використання. Можна виявити джерело розсіяної теплоти в будь-якому районі нашої планети. Навіть відсутність необхідних двох-трьох кіловат електричної потужності не стане перешкодою;</p> <p>економічність. Теплові насоси застосовують енергію, введenu в нього, у декілька разів ефективніше за різні опалювальні системи, що спалюють паливо. Значення ККД у нього перевищує одиницю;</p> <p>універсальність. Ці пристрої характеризуються оборотністю, можуть охолоджувати повітря, забираючи з нього теплоту;</p> <p>екологічність. Ця опалювальна система не спалює паливо, відповідно, шкідливі оксиди не формуються;</p> <p>безпека. підвищений ступінь автономності і мінімальне обслуговування. Теплові насоси функціонують виключно в автоматичному режимі. Обслуговування цього опалювального обладнання представлене сезонним технічним оглядом і періодичним контролем режимів роботи.</p>	
--	--	--	---	--

1	2	3	4	5	6
Недоліки	необхідно встановлювати димохід для відведення відпрацьованих газів, при зносі пальників, газові котли можуть почати коптити, велика чутливість до якості теплоносія і водопровідної води, велика кількість споживання газу, забруднення навколишнього середовища	невисокий ККД, практично повна відсутність регулювання температури теплоносія, чутливість до вологості палива.	Основними причинами, що обмежують поширення електричних котлів є: не на всіх ділянках є можливість виділити декілька десятків кіловат електроенергії (1 кВт енергії вимагається для опалювання приблизно 10 м ² добре утепленої будівлі з висотою стель до 3 м), досить висока вартість електроенергії, перебої з електропостачання.	високі первинні затрати на установку ТН в порівнянні з традиційними системами опалювання, а також те, що не у всіх випадках установка є можливою і доцільною.	можливість витoku води із системи при пошкодженні трубки; від -5 °С необхідно додаткове обладнання; більш висока ціна ніж у безнапірних систем; неспроможність забезпечити значну потужність системи опалення; достатньо забезпечує потужність гарячого водопостачання.

Отже, проаналізувавши переваги та недоліки різних джерел теплопостачання вибираємо тепловий насос. Виконаємо оцінку антропогенного навантаження різних джерел теплопостачання на навколишнє середовище під час життєвого циклу.

2.5 Оцінка впливу життєвого циклу джерел теплопостачання на навколишнє середовище

Життєвий цикл промислових виробів (ЖЦВ) включає ряд етапів, починаючи від зародження ідеї нового продукту до його утилізації по закінченні строку використання [33-34]. До них відносяться етапи проектування, технологічної підготовки виробництва, виробництва, реалізації продукції, експлуатації і, нарешті, утилізації. У число етапів життєвого циклу можуть також входити маркетинг, закупівля матеріалів і комплектуючих, надання послуг, упакування й зберігання, монтаж і введення в експлуатацію. Таким чином оцінка ЖЦВ вирішує дві основні задачі: оцінити екологічний вплив виробів чи процесів, щоб допомогти виготовлювачам вибирати між альтернативними варіантами і забезпечити основу для оцінки потенційних покращень у взаємодії системи з навколишнім середовищем.

Кожен продукт або послуга проходить ряд стадій розвитку, які сукупно становлять його життєвий цикл. Залежно від виду послуги екологічний вплив може проявлятися по-різному, наприклад, як виснаження озонового шару, парниковий ефект, окислення ґрунту тощо. Життєвий цикл – послідовні і взаємопов'язані стадії життєвої системи процесу, починаючи від видобутку природних ресурсів і закінчуючи утилізацією відходів. Життєвий цикл однієї послуги ускладнюється тим, що багато її компонентів пов'язані з системами інших послуг. Всі стадії життєвого циклу ТН були включені в модель та оцінені за допомогою програми SimaPro. Ці стадії включають:

- видобуток корисних копалин;
- перевезення корисних копалин;
- виготовлення деталей;
- перевезення деталей;
- складання теплового насоса;
- перевезення теплового насоса;
- експлуатація ТН;
- розбирання ТН;

- знищення деталей ТН.

На сьогоднішній день відомо близько 25 програмних продуктів, що використовуються для оцінки і аналізу впливу життєвого циклу (або його складових) певного виробу на навколишнє середовище. Деякі програми створені у вигляді баз даних і доступні для вільного використання (наприклад Gemis), інші доступні у вигляді демо-версій (наприклад SimaProDemo7.0). Для користування основною частиною програм необхідні ліцензійні угоди з розробниками.

Отже, з метою вибору найбільш екологічно прийнятого способу надання послуги потрібно брати до уваги низку соціально-економічних факторів, які враховують весь життєвий цикл.

Екологічний аналіз впливу на довкілля різних джерел теплопостачання впродовж її життєвого циклу здійснено за допомогою програмного забезпечення SimaPro. Програмне забезпечення SimaPro є професійним інструментом для збирання, аналізу та моніторингу екологічних характеристик продуктів і послуг. За його допомогою можна легко моделювати й аналізувати складні життєві цикли систематизованим та зрозумілим способом.

Показники впливу на навколишнє середовище, що розглядаються методом Eco-indicator 99(H) V 2.08/ Europe EI 99 H/A:

- канцерогенні речовини;
- респіраторні органічні та неорганічні речовини;
- зміна клімату;
- радіація;
- озоновий шар;
- екотоксичність;
- окислення;
- землекористування;
- корисні та викопні палива;
- екосистема;
- вичерпування ресурсів.

В роботі проведено порівняння таких джерел теплопостачання як: котел на

твердому паливі, на природному газі, конденсаційний котел, тепловий насос, твердопаливний котел. Результати представлені на рисунку 2.1.

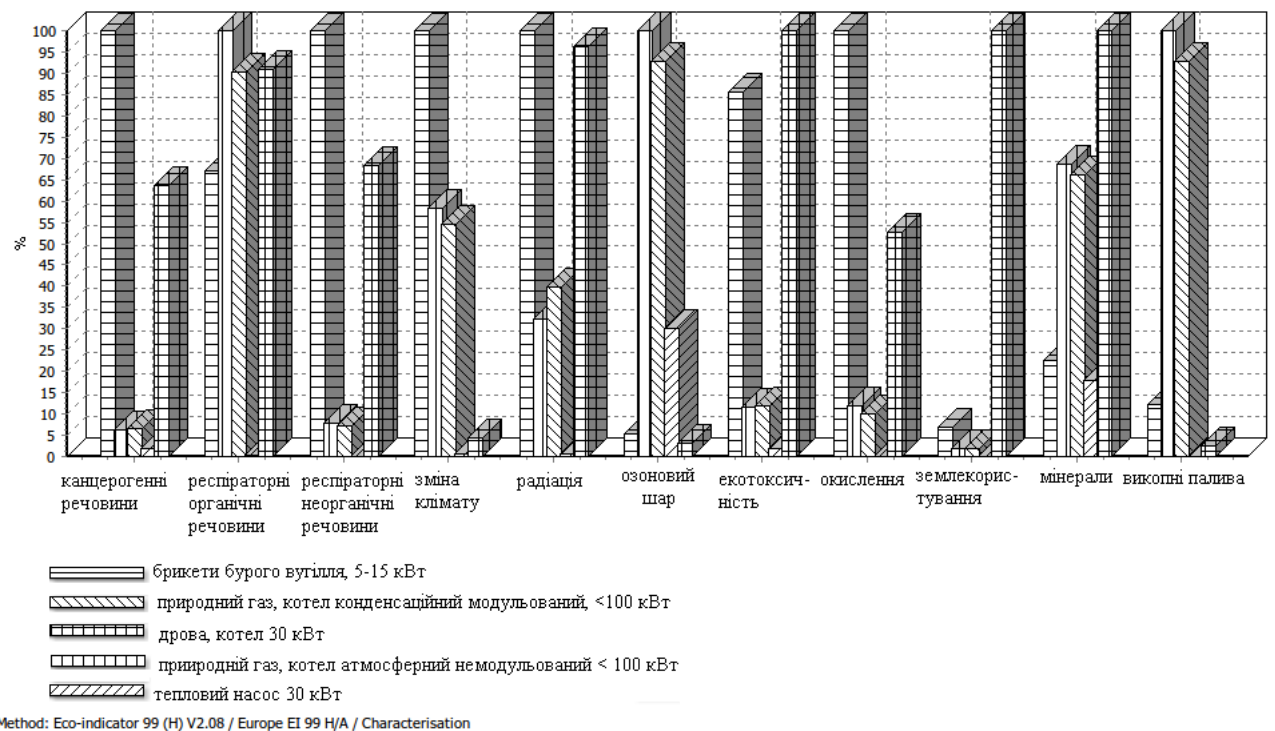


Рисунок 2.1 – Вплив на довкілля різних джерел теплопостачання

З рисунка видно, що тепловий насос по викидах канцерогенних речовин на 98% менше ніж котел атмосферний, на 4% ніж на вугіллі, на 5% менше ніж конденсаційний котел, на 62% менше ніж котел на дровах. Руйнування озонного шару при використанні джерела теплопостачання ТН становить 25%, що на 20% більше ніж котел атмосферний, що працює на природному газу, на 22% більше при використанні котла на дровах, на 70% менше при спалюванні вугілля та на 62% менше при роботі конденсаційного котла. При виборі джерела теплопостачання потрібно врахувати споживання викопного палива, що для теплового насоса наближається до нуля, що на 7% менше за газовий котел, на 95% менше за котел, що працює на вугіллі, на 87% менше за конденсаційний котел та на 3% менше за котел на дровах. При використанні теплового насоса для системи теп-

лопостачання екологічні показники значно переважають інші показники та в середньому становлять 3,7%, що є приводом для встановлення саме теплового насоса.

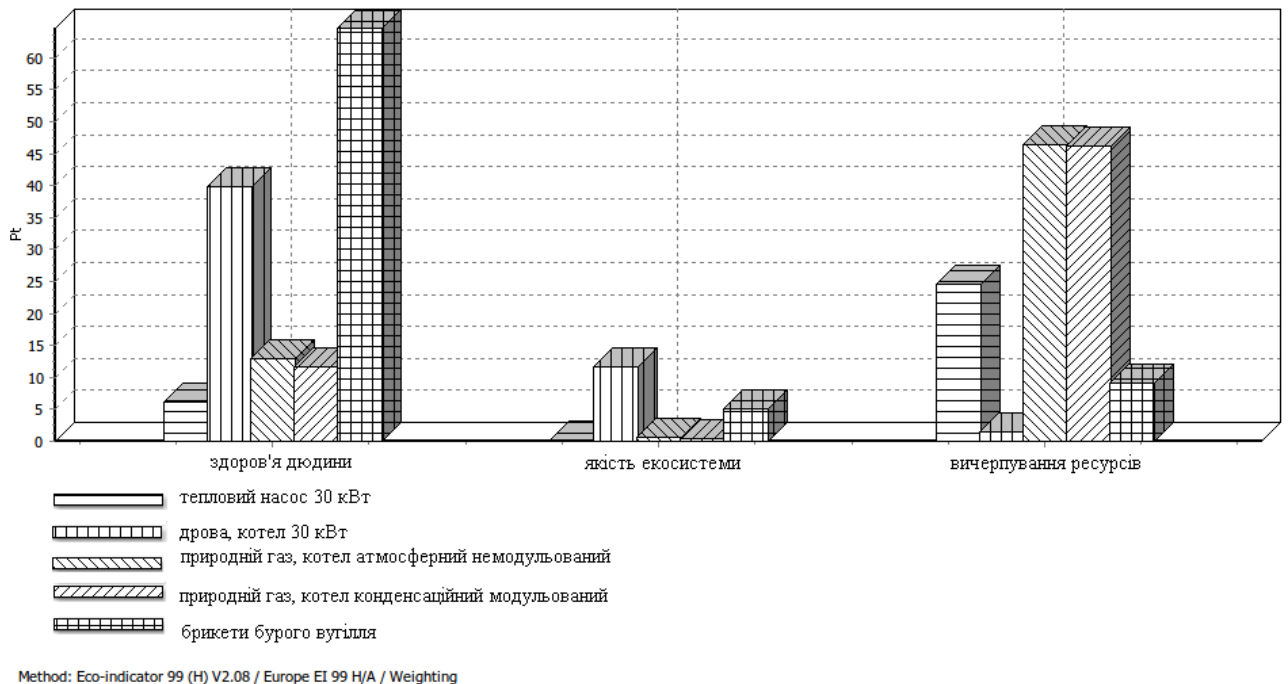


Рисунок 2.2 – Оцінка впливу на екосистему та людину

За результатом програми SimaPro, яка представлена на рисунку 2.2, оцінено вплив різних джерел тепlopостачання на здоров'я людини, якість екосистеми та вичерпування ресурсів. З рисунка видно, що тепловий насос негативно впливає на людину найменше – 6 Pt, що на 69 Pt менше ніж котел на дровах, на 7% менше ніж атмосферний котел, на 6 Pt менше ніж конденсаційний котел та на 64 Pt при спалюванні вугілля. На якість екосистеми найбільш негативно впливає котел на дровах – 11 Pt та на вугіллі – 5 Pt. Найменше впливає на вичерпування ресурсів котел на дровах.

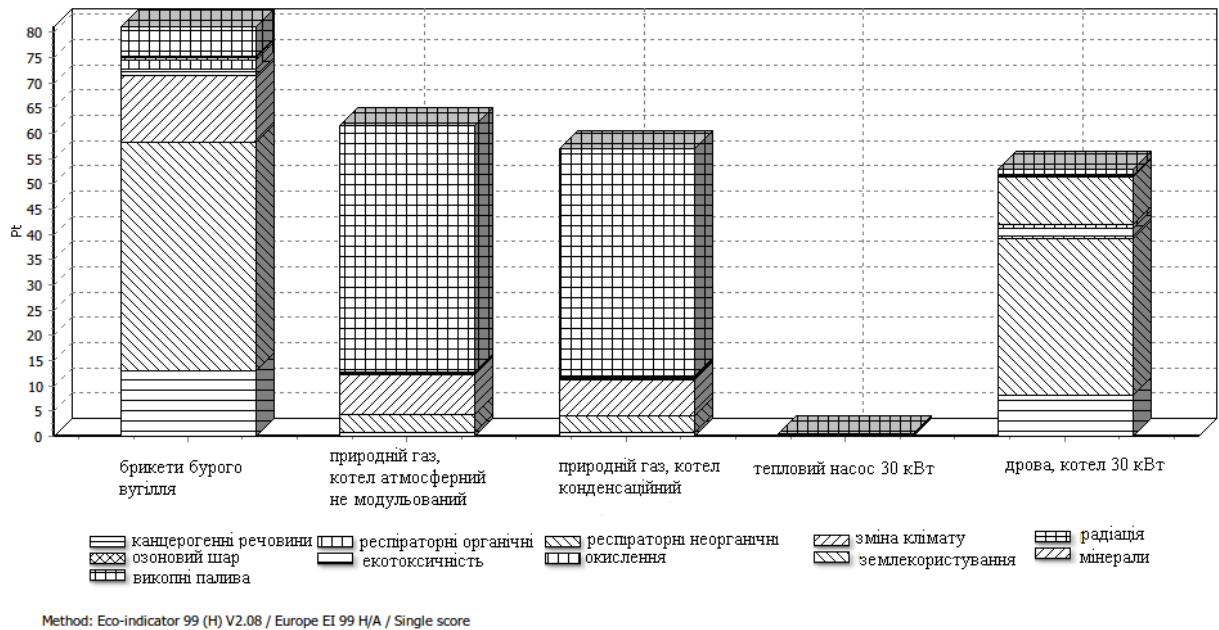


Рисунок 2.3 – Сумарна оцінка впливу джерел теплопостачання на навколишнє середовище

З рисунка 2.3 видно, що тепловий насос переважає будь-яке інше джерело теплопостачання по екологічних показниках впливу на довкілля.

Отже, проаналізувавши екологічні показники різних пристроїв доцільним є вибрати для теплопостачання житлового будинку тепловий насос.

2.6 Обґрунтування вибору низькотемпературного джерела теплоти та вибір режимів роботи теплового насоса

Таблиця 2.5 – Характеристики низькотемпературних джерел теплоти для теплопостачання житлового будинку

Тип теплового насоса	Повітряний (теплота зовнішнього повітря)	Повітряний (теплота вентиляційного повітря)	Ґрунтовий (горизонтальні колектори)	Ґрунтовий (вертикальні зонди)
----------------------	--	---	-------------------------------------	-------------------------------

Особливості конструкції	Приєднання джерела і споживача низькопотенційної теплової енергії безпосередньо або через теплообмінник	У багатоповерхових будинках підключення ТН до джерела низькопотенційної теплової енергії через теплообмінник, в індивідуальних - безпосередньо	Випарник ТН підключається до джерела низькопотенційної теплової енергії через теплообмінник. Грунтовий горизонтальний теплообмінник влаштовується поруч з будинком на незначній глибині (нижче від рівня промерзання ґрунту взимку)	Випарник ТН підключається до джерела низькопотенційної теплової енергії через теплообмінник
Переваги	Джерело низькопотенційної теплової енергії завжди доступне. Використання водоповітряних ТН дає можливість зменшити капітальні витрати за рахунок меншої вартості обладнання	Висока температура джерела низькопотенційної теплової енергії дає змогу досягти великих значень коефіцієнта перетворення	Відносно низька вартість і простота обслуговування	Для влаштування вертикальних ґрунтових теплообмінників потрібна невелика ділянка землі
Недоліки	найнижчий коефіцієнт перетворення і продуктивність установок за низьких температур зовнішнього повітря; за низьких температур зовнішнього повітря потрібно застосовувати спеціальні пристрої, щоб запобігти обледеніння.	Може використовуватися тільки в будинках з механічною системою вентиляції.	для влаштування горизонтальних ґрунтових теплообмінників потрібна велика земельна ділянка; продуктивність залежить від інтенсивності сонячного випромінювання; значні капіталовкладення [35].	додаткові ускладнення, пов'язані з бурінням глибоких свердловин для вертикальних ґрунтових теплообмінників (одержання дозволу від органів контролю, залучення фахівців з буріння); значні капіталовкладення.

Режими роботи теплового насоса можна класифікувати таким чином:

– моновалентний режим: тепловий насос є єдиним генератором теплоти для опалювання і гарячого водопостачання. Джерело теплоти повинне бути розраховано на цілорічну експлуатацію устаткування;

– моноенергетичний режим: теплопостачання забезпечується двома генераторами теплоти, що забезпечується одним і тим же енергоносієм. ТН використовується в комбінації з пристроєм додаткового електрообігріву для покриття пікового навантаження. При цьому пристрій додаткового електрообігріву встановлюється в подаючій лінії установки утилізації теплоти. Частка потреби в теплоті, що покривається пристроєм додаткового електрообігріву, не повинна перевищувати 15 %;

– бівалентний альтернативний режим: разом з тепловим насосом для покриття потреби в теплі встановлений другий генератор теплоти, що використовує енергоносії, відмінний від використовуваного тепловим насосом. При цьому тепловий насос працює тільки до так званої "бівалентної точки", а при нижчих температурах передає теплопостачання другому генератору теплоти. Даний режим роботи часто застосовується для установок утилізації теплоти з високими температурами подаючої лінії. При цьому ТН може покривати 60 - 70 % річної роботи;

– бівалентний паралельний режим: разом з тепловим насосом для покриття потреби в теплі встановлений другий генератор теплоти. Що використовує енергоносії, відмінний від того, що використовує тепловий насос. Починаючи з визначеного значення зовнішньої температури для покриття потреби в теплі додатково включається другий генератор теплоти. Цей режим вимагає можливості роботи теплового насоса аж до найнижчих зовнішніх температур [36].

Режими роботи теплового насоса наведені на рисунку 2.3.

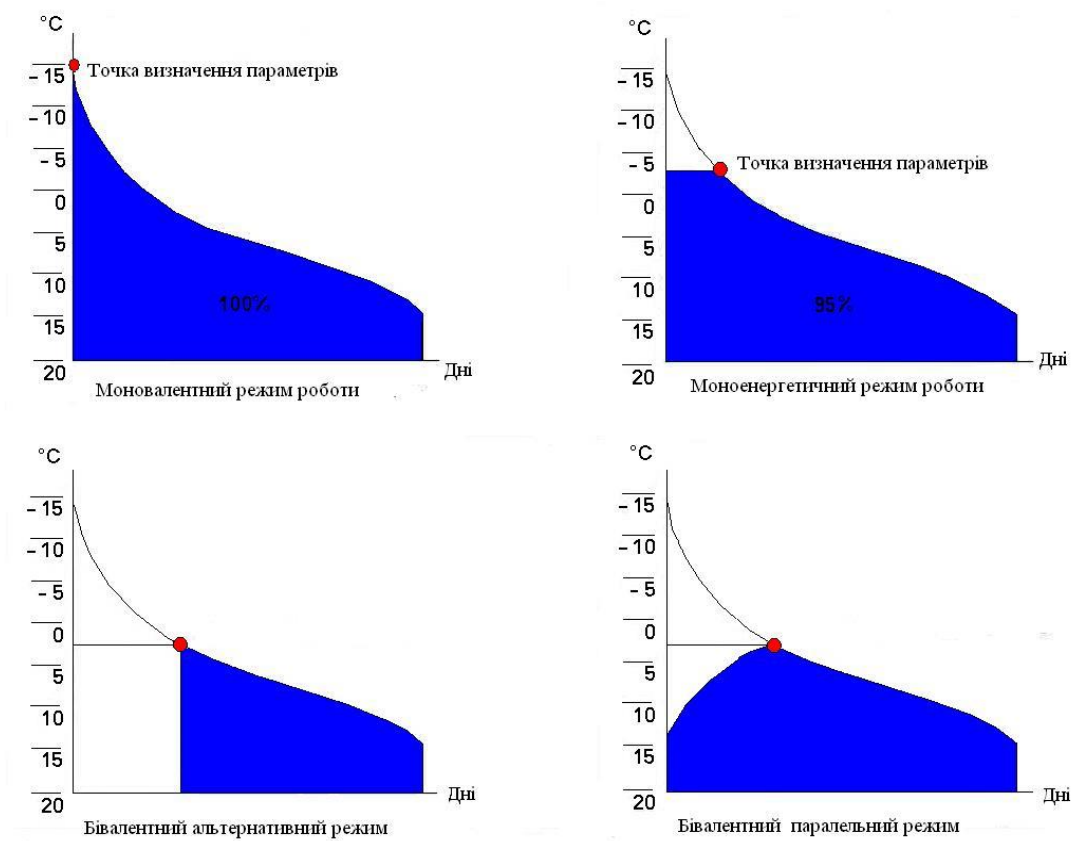


Рисунок 2.3 – Режими роботи теплового насоса

Аналізуючи режими роботи теплового насоса для теплопостачання індивідуального житлового будинку вибираємо моновалентний режим, оскільки в бівалентному збільшаться капітальні витрати на другий генератор теплової енергії і знизяться екологічні показники.

2.7 Розрахунок потужності та вибір теплового насоса

Початкові дані:

- загальна площа будинку $S=250 \text{ м}^2$;
- середнє значення температури в будинку $t_b=18 \text{ °C}$;
- значення температури зовнішнього повітря в найхолодніший період року $t_3 = -21 \text{ °C}$.

Використання теплового насоса буде ефективним при втратах, що не перевищують 65Вт/м². А так як тепловий насос встановлюється для збудованої сучасної будівлі, тому перевіримо чи не перевищують втрати будівлі встановлені значення.

Стіна: керамічна кладка $\delta_{\text{ц}}=0,38\text{м}$, $\lambda_{\text{ц}}=0,29\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

пінобетон $\delta_{\text{ц}}=0,4\text{м}$, $\lambda_{\text{ц}}=0,17\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

мінеральна вата $\delta_{\text{ц}}=0,05\text{м}$, $\lambda_{\text{ц}}=0,041\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Тепловий потік через огороджуючі конструкції (розраховується для кожної огороджуючої конструкції окремо) [37].

$$Q_a = (1/R) \cdot A \cdot (t_b - t_3) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot 10^{-3}, \quad (2.25)$$

де A – площа огорожувальної конструкції м²;

R – термічний опір (м² · °С)/Вт;

$$R = \frac{\delta_{\text{ц}}}{\lambda_{\text{ц}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{\delta_{\text{пб}}}{\lambda_{\text{пб}}}, \quad (2.26)$$

$$R = \frac{0,38}{0,29} + \frac{0,4}{0,17} + \frac{0,05}{0,041} = 4,883 \left((\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт} \right).$$

t_b, t_3 – температури внутрішнього та зовнішнього повітря °С;

n – коефіцієнт, що залежить від положення зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції по відношенню до зовнішнього повітря;

β – додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат.

$$Q_{a1 \text{ пов}} = (1/4,883) \cdot 130,38 \cdot (18 - (-21)) \cdot (1 + 0,1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1,25 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{a2 \text{ пов}} = (1/4,883) \cdot 127,25 \cdot (18 - (-21)) \cdot (1 + 0,1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1,22 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{a \text{ подв}} = (1/4,883) \cdot 121,61 \cdot (18 - (-21)) \cdot (1 + 0,1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1,17 \text{ (кВт)},$$

$$Q_a = 1,25 + 1,22 + 1,17 = 3,64 \text{ (кВт)}.$$

Втрати теплоти на нагрів вентиляційного повітря

$$Q_b = 0,337 \cdot A_{\text{п}} \cdot h \cdot (t_b - t_3) \cdot 10^{-3}, \quad (2.30)$$

де $A_{\text{п}}$ – площа підлоги приміщення м²;

h – висота м.

$$Q_{B1\text{ пов}} = 0,337 \cdot 130,38 \cdot 2,8 \cdot (18 - (-21)) \cdot 10^{-3} = 4,79 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{B2\text{ пов}} = 0,337 \cdot 127,25 \cdot 2,8 \cdot (18 - (-21)) \cdot 10^{-3} = 4,68 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{B\text{ подв}} = 0,337 \cdot 121,31 \cdot 2,5 \cdot (18 - (-21)) \cdot 10^{-3} = 4,46 \text{ (кВт)},$$

$$Q_B = 4,79 + 4,68 + 4,46 = 13,93 \text{ (кВт)}.$$

Теплові втрати будинку

$$Q_1 = Q_a + Q_B, \quad (2.31)$$

$$Q_1 = 3,64 + 13,93 = 17,57 \text{ (кВт)}.$$

Втрати теплоти трубопроводами прокладеними в неопалюваних приміщеннях

$$Q_2 = \sum L \cdot q \cdot 10^{-3}, \quad (2.32)$$

$$Q_{21\text{ пов}} = (24,9 \cdot 14,4 + 24,9 \cdot 9,2 + 46,0 \cdot 16 + 46,0 \cdot 10 + 14,59 \cdot 18,14 + \\ + 14,59 \cdot 12,14) \cdot 10^{-3} = 2,23 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{22\text{ пов}} = (4,68 \cdot 16 + 4,68 \cdot 10 + 28,56 \cdot 18 + 28,56 \cdot 11) \cdot 10^{-3} = 0,95 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{2\text{ подв}} = (15,05 \cdot 14,4 + 15,05 \cdot 9,2 + 20,17 \cdot 16 + 20,17 \cdot 10) \cdot 10^{-3} = 0,88 \text{ (кВт)},$$

$$Q_2 = 2,23 + 0,95 + 0,88 = 4,06 \text{ (кВт)}.$$

Тепловий потік від освітлення, приладів та людей

$$Q_3 = 0,01 \cdot S, \quad (2.33)$$

де S – загальна площа приміщення.

$$Q_3 = 0,01 \cdot 250 = 2,5 \text{ (кВт)}.$$

Теплова потужність системи опалення

$$Q_{\text{оп}} = (Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 - Q_3) + Q_2, \quad (2.34)$$

де $b_1 = 1,02$ – коефіцієнт, що залежить від типу опалювального пристрою;

$b_2 = 1,01$ – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати теплоти за радіатор-

ними ділянками зовнішніх стін.

$$Q_{\text{оп}} = (17,57 \cdot 1,02 \cdot 1,01 - 2,5) + 4,06 = 19,66 \text{ (кВт)}.$$

Теплова потужність системи ГВП

$$Q_{\text{ГВП}} = G_{\text{В}} \cdot C_{\text{рВ}} \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) / 3600, \quad (2.35)$$

де $G_{\text{В}}$ – добова витрата води, л/добу;

$C_{\text{рВ}}$ – теплоємність води, кДж/(кг·К).

$$Q_{\text{ГВП}} = 200 \cdot 4,174 \cdot (55 - 5) / 3600 = 9,8 \text{ (кВт)}.$$

Потужність системи тепlopостачання

$$Q_{\text{ТП}} = Q_{\text{ОП}} + Q_{\text{ГВП}}, \quad (2.36)$$

$$Q_{\text{ТП}} = 19,66 + 9,28 = 28,94 \text{ (кВт)}.$$

Також оцінимо втрати будівлі за допомогою програми Herz OZC, що призначена для розрахунку тепловтрат окремих приміщень в будинку, а також будинку в цілому. Результати розрахунку показані на рисунку 2.4.

Итоги - Ведомость ограждений							
Символ	Описание ограждения	к	F	Qогр	Qрс	Q1	Вид ограждения
		Вт/м2К	м2	Вт	ГДж/год	ГДж/год	
ДВЕРИ	двери	3.500	18.2	2391			Двери наружные
КР	крыша	0.202	116.9	981			Крыша
ОКНО	окно	2.500	36.8	3731			Окно наружное (фонарь)
ПОЛ1	пол1	1.625	43.8	2693			Пол на грунте I зона
ПОЛ2	пол2	1.398	125.8	354			Пол на грунте II зона
СН	стена наружная	0.336	368.3	5018			Стена наружная
СНП	стена наружная подвал	2.467	52.6	4027			Стена наружная
				19195			

Рисунок 2.4 – Теплові втрати будинку

Знайдемо розбіжність між значеннями порашованими по ДБН В.2.6-31№2016 та за допомогою програми Herz OZC

$$\Delta = \frac{Q_{\text{herz}} - Q_{\text{ДБН}}}{Q_{\text{herz}}} \cdot 100\%, \quad (2.37)$$

$$\Delta = \frac{19195 - 17570}{19195} \cdot 100 = 8,5\%.$$

Використовуючи дану програму будуємо графік залежності потужності системи тепlopостачання від навколишнього середовища рисунок 2.5. Із графіка видно, що при зростанні температури навколишнього середовища потужність теплового насоса змінюється в межах 2 – 24кВт.

Використовуючи пакет прикладних програм Herz здійснено підбір опалювальних приладів та розрахунок трубопроводів системи опалення.

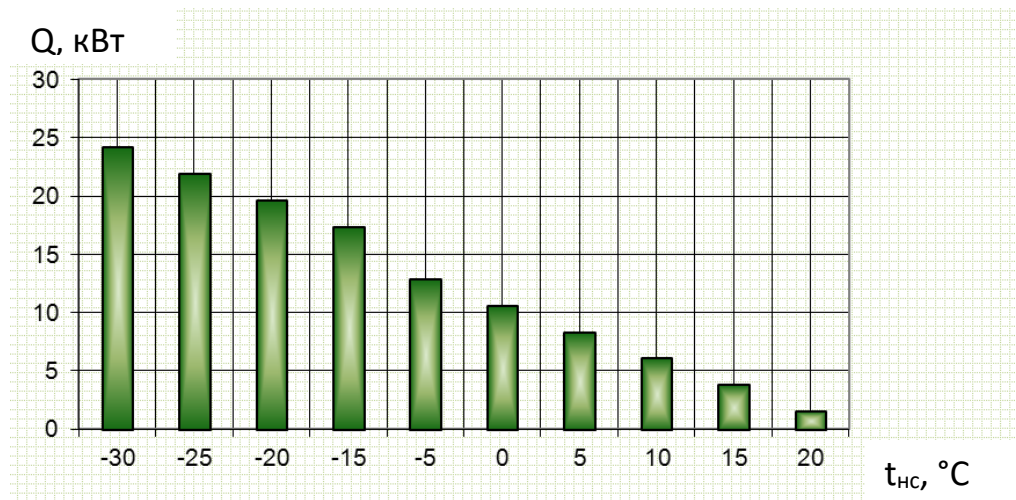


Рисунок 2.5 – Залежність потужності системи теплопостачання від температури навколишнього середовища

Таким чином обираємо тепловий насос 1 типу geoTHERM марки VWS 302/2 (соляний розчин/вода) для схеми тепло-холодопостачання, що наведена на арк.1

2.8 Розробка та вибір конструкції земляного зонда

Земляні зонди отримують теплову енергію завдяки геотермальному потоку теплоти і потоку ґрунтових вод. Лише на глибині до 10 – 15м вплив сонячної радіації і дощової води, що просочується, мають значення. Вибір земляних зондів менших розмірів може привести до дуже низьких температур розсолу, які в екстремальному випадку можуть стати причиною відключення ТН. У довгостроковій перспективі температура розсолу від опалювального періоду до опалювального періоду може падати, якщо не забезпечити достатню регенерацію.

У разі відбору теплоти з ґрунту бажано, щоб був високий коефіцієнт теплопровідності ґрунтового шару для інтенсивного надходження теплоти ґрунту до зонда.

Земляні зонди є надійним і ефективним способом отримання земляного теплоти. Цей спосіб особливо підходить для малих ділянок землі, на яких недостатньо місця для інсталяції поверхневого колектора.

Система трубопроводів земляного зонда, що показана на рисунку 2.6 встановлюється в бурові свердловини глибиною до 100 м. Довжина земляного зонда глибиною більше 100 м, як правило, розподіляється на декілька бурових свердловин [39].

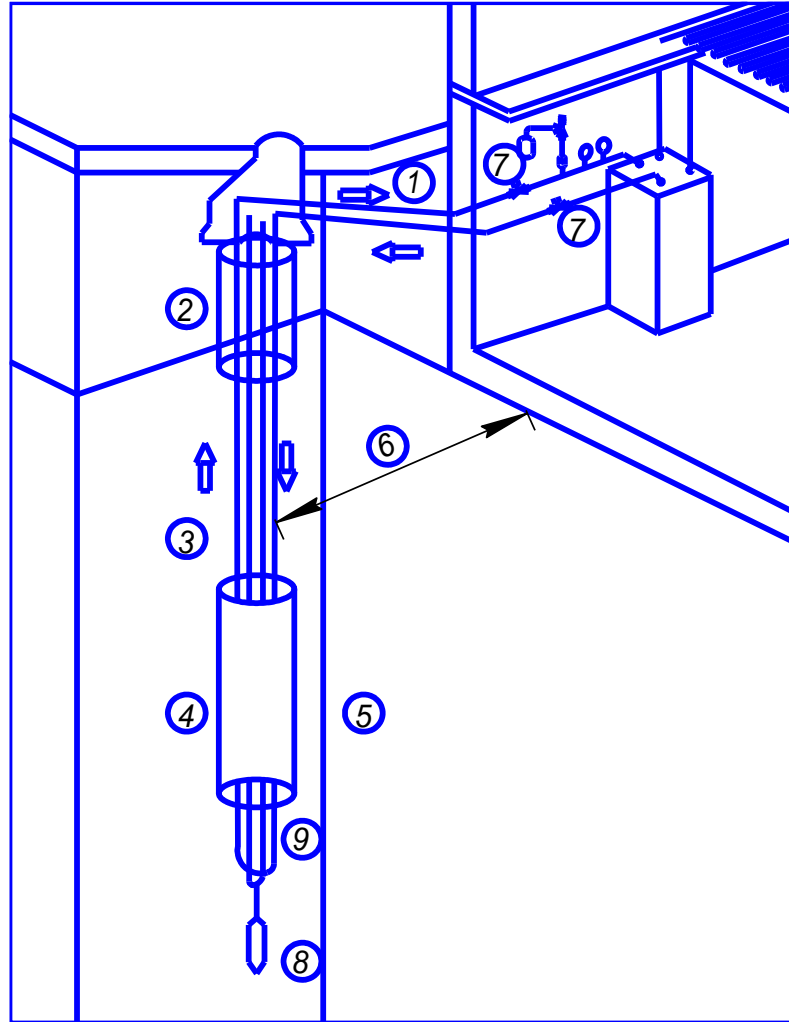


Рисунок 2.6 – Конструкція земляного зонда

Етапи монтажу ґрунтового зонду:

1) ділянка “перебігу вперед”/зворотній трубопровід з перепадом від теплового насоса до земляного зонда в подушці з піску приблизно на глибині 1 м для видалення повітря з колектора в тепловому насосі;

2) обсадна труба при незв'язному матеріалі, завдовжки близько 6 - 20 м, діаметром приблизно 17 см;

3) двотаврово-трубчастий зонд (2 контури на бурильну свердловину), діаметром 4 см, НД 16 бар глибина буріння залежно від властивостей ґрунту згідно призначеним розмірам;

4) заповнення полого простору кварцевим піском або бетоном;

5) діаметр бурильної свердловини приблизно 115 - 220 мм;

6) мінімальна відстань до фундаменту будівлі повинна складати 2 м;

7) вентилі;

8) додатковий залізний вантаж для установки колектора, завдовжки близько 90 см, діаметром близько 8 см;

9) головка, що відхиляє, на заводі приварюється до труб колектора, довжина близько 150 см, діаметр близько 10 см.

Зонди виготовляється з поліетилену. Поліетилен в землі не псується, поліетиленові зонди служать не менше 50 років.

Принципова схема теплового насоса показана на рисунку 2.7.

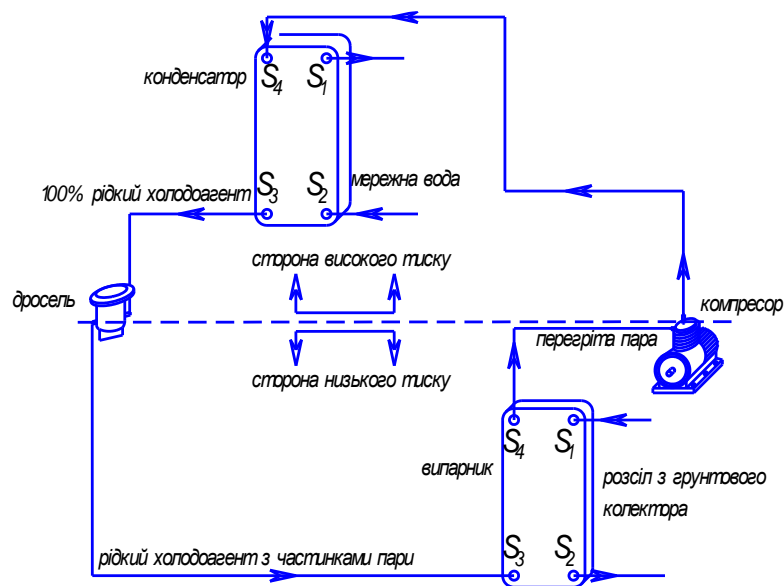


Рисунок 2.7 – Схема теплового насоса

Вибрана схема працює наступним чином. Відбір теплоти з ґрунту здійснюється за допомогою ґрунтових зондів. Розсіл (суміш води й антифризу) циркулює

по пластиковим трубам, забираючи при цьому накопичену низькопотенційну теплоту ґрунту й подається у випарник теплообмінника теплового насоса. У випарнику холодоагент (R407C), нагріваючись від розсолу до 6 С°, закипає й перетворюється в пару. Нагріта пара потрапляє в компресор, у якому ця пара стискується й при цьому його тиск і температура збільшуються. Далі холодоагент з температурою 35-65С° потрапляє в теплообмінник, у якому конденсується й віддає тепло воді, що надходить у систему опалення. Далі на шляху рідини високого тиску встановлений скидний клапан, що знижує тиск холодоагенту, після чого він знову потрапляє у випарник замикаючи цикл. Розсіл віддавши теплоту у випарнику, проохолоджується до -2С°, надходить у ґрунтовий зонд, де знову відбирає теплоту від ґрунту й надходить у випарник. ТНУ перетворює низькопотенційну теплоту в високопотенційну, використовуючи при цьому електроенергію.

Так як ґрунт має середнє значення вологості та нормальні відкладення у ньому тому його продуктивність $D_{гр}=15$ м/кВт, що вибрана з таблиці 2.6 [40].

Таблиця 2.6 – Значення продуктивності ґрунту

Умови ґрунту	Продуктивність ґрунту, м/кВ
Сухе осадкове відкладення	30
Нормальне, насичене водою відкладення	12,5
Середнє значення нормальне відкладення	15

Загальна теплопродуктивність теплового насоса вибирається по марці теплового насоса і становить $D_3=30$ кВт.

Загальна глибина буріння

$$H=D_{гр} \cdot D_3, \quad (2.38)$$

$$H=15 \cdot 30=450 \text{ м.}$$

Кількість свердловин

$$n=H/100, \quad (2.39)$$

$$n=450/100=4,5 \text{ (шт).}$$

Приймаємо $n=5$ шт.

Довжина однієї свердловини

$$h=H/n, \quad (2.40)$$

$$h=450/5=90 \text{ м.}$$

Таким чином обираємо 5 свердловин по 90 м.

Загальна довжина труб зонду

$$L=4 \cdot H, \quad (2.41)$$

$$L=4 \cdot 450=1800 \text{ м.}$$

Кількість контурів

$$n_k=2 \cdot n, \quad (2.42)$$

$$n_k=2 \cdot 5 = 10 \text{ (шт).}$$

Труби для зонду вибираємо 32x2,9 мм.

Питомий об'єм соляного розчину для даної труби становить $\rho=0,539$ (л/м).

Об'єм соляного розчину в розподільчих колекторах $v_1=15$ (л).

Об'єм соляного розчину в підвідних лініях $v_2=40$ (л).

Необхідний об'єм соляного розчину

$$V=L \cdot \rho + v_1 \cdot v_2, \quad (2.43)$$

$$V=1800 \cdot 0,539 + 15 + 40 = 1025 \text{ (л).}$$

2.9 Втрати тиску в земляному зонді

Втрати тиску в земляному зонді [37]

$$\Delta p = R \cdot l, \quad (2.44)$$

де R – втрати тиску в трубопроводі на один метр;

l – використана потужність.

$$\Delta p_{\cup\text{-тр. зонд}} = R \cdot l_{\text{з.г.}}$$

$$\Delta p_{\cup\text{-тр. зонд}} = R \cdot L = 11,9 \cdot 1800 = 21,5 \text{ (кПа)},$$

$$\Delta p_{\text{под.лн.}} = R \cdot H = 0,9 \cdot 450 = 0,41 \text{ (кПа)},$$

$$\Delta p_{\text{тн}} = 0,3 \text{ (кПа)},$$

$$\Delta p = 21,5 + 0,41 + 0,3 = 22,21 \text{ (кПа)}.$$

2.10 Розрахунок розширювального бака та буферної ємності

Об'єм мембранного розширювального бака при використанні земляного зонда.

Загальний об'єм установки (розсолу) $V_a=1025$ (л).

Розширення об'єму при нагріванні установки

$$V_z=V_a \cdot \beta, \quad (2.45)$$

де $\beta=0,01$ – коефіцієнт розширення.

$$V_z=1025 \cdot 0,01=10,25 \text{ (л)}.$$

Запобіжний затвор

$$V_v=V_a \cdot \beta_v, \quad (2.46)$$

де $\beta_v=0,005$ – для водяного затвору

$$V_v=1025 \cdot 0,005=5,125 \text{ (л)}.$$

По DIN 4807 вибираємо $V_z=8$ (л).

Номінальний об'єм мембранного розширювального баку

$$V_n = \frac{V_z + V_v}{0,9 \cdot p_{si} - p_{st}} \cdot (0,9 \cdot p_{si} + 1), \quad (2.47)$$

де p_{si} – потужність теплового насосу;

p_{st} – використана потужність.

$$V_n = \frac{10,25 + 8}{0,9 \cdot 3 - 1,5} \cdot (2,7 + 1) = 56,27 \text{ (л)}.$$

Розширювальний бак Reflex DE60 $V=60$ (л) [41].

Згідно ДСТУ Б В.2.5-44:2010 допускається приймати середню щоденну витрату системи ГВП рівною 25-50 дм^3 на людину при температурі 60 °С. Виходячи з норм, що вказані вище приймаємо щоденну витрату системи ГВП 50 дм^3 на людину в день та початковий об'єм буферної ємності системи ГВП $V_{6c}=200$ (л).

Теплова енергія гарячої води, яка зберігається в буферної ємності

$$Q_6=1,9 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{добу}}.$$

Об'єм, що додається до об'єму буферної ємності системи ГВП, еквівалентний тепловим втратам

$$V_6 = \frac{Q_6}{0,00116 \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ})}, \quad (2.48)$$

де $t_{ГВ}$ – задана температура гарячої води в буферній ємності системи ГВП 60°C;

$t_{ХВ}$ – температура холодної води °C.

$$V_6 = \frac{1,9}{0,00116 \cdot (60 - 10)} = 33 \text{ (л)}.$$

Об'єм подачі протягом заданого періоду при 60 °C

$$m_{60} = V_{6e} + V_6, \quad (2.49)$$

$$m_{60} = 200 + 33 = 233 \text{ (л)}.$$

Об'єм, що додається до об'єму буферної ємності системи ГВП при $t_{ГВ} = 50^\circ\text{C}$ (дивитись формулу 2.49)

$$V'_6 = \frac{1,9}{0,00116 \cdot (50 - 10)} = 41 \text{ (л)}.$$

Об'єм гарячої води температурою $t_{ГВ} = 50^\circ\text{C}$, яка має таку ж ентальпію як Q_6

$$m_t = m_{60} \cdot V'_6, \quad (2.50)$$

$$m_t = 233 + 41 = 274 \text{ (л)}.$$

Отже вибираємо буферну ємність VPS300 $V_6 = 300$ (л). [42]. Складальне креслення буферної ємності наведено на 08-11.МКР.005.00.000 СК.

2.11 Математична модель і розрахунок коефіцієнта перетворення

Початкові дані:

– температура низькопотенційного джерела на вході у випарник $t'_{нт} = 10^\circ\text{C}$;

– температура низькопотенційного джерела на виході з випарника $t''_{нт} = 4^\circ\text{C}$;

– температура води на вході у конденсатор $t'_в = 35^\circ\text{C}$;

– температура води на виході з конденсатора $t''_{св} = 50^\circ\text{C}$;

– внутрішній ККД компресора $\eta_{км} = 0,85$;

– ККД привода компресора $\eta_{пр} = 0,98$.

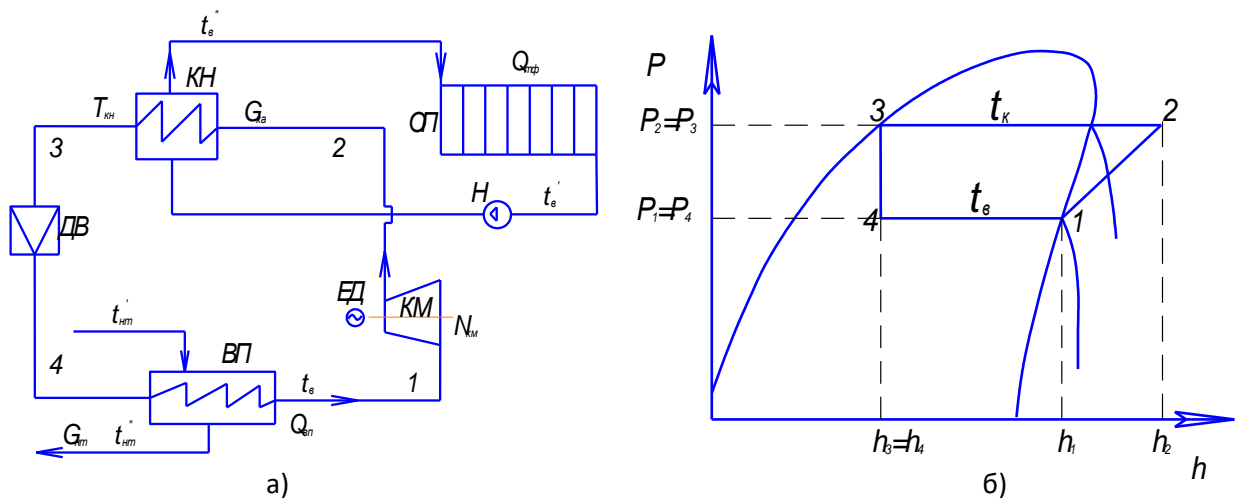


Рисунок 2.8 – Схема теплонасосної установки (а) та її цикл на P-h діаграмі (б).

Ентальпії, визначені по діаграмі холодоагента R407C (рисунок 4.1)

$$h_1 = 415 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right);$$

$$h_2 = 450 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right);$$

$$h_3 = h_4 = 285 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right).$$

Температура випаровування холодоагента [44]

$$t_B = t''_{HT} - \theta, \quad (2.51)$$

$$t_B = 4 - 3 = 1^\circ\text{C}.$$

Температура конденсації холодоагента

$$t_K = t''_{CB} + \theta, \quad (2.52)$$

$$t_K = 50 + 3 = 53^\circ\text{C}.$$

Питома теплота, що підведена до холодоагента у випарнику

$$q_B = h_1 - h_4, \quad (2.53)$$

$$q_B = 415 - 285 = 130 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right).$$

Питома робота компресора

$$l_{\text{км}} = \frac{(h_2 - h_1)}{\eta_{\text{км}}}, \quad (2.54)$$

$$l_{\text{км}} = \frac{(450 - 415)}{0,85} = 41,18 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right).$$

Питома робота, яка витрачається на привод компресора

$$l_{\text{пр}} = \frac{l_{\text{км}}}{\eta_{\text{пр}}}, \quad (2.55)$$

$$l_{\text{пр}} = \frac{41,18}{0,98} = 42,02 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right).$$

Питома теплота холодоагента, віддана воді з системи опалення в конденсаторі

$$q_{\text{к}} = h_2 - h_3 = q_{\text{в}} + l_{\text{км}}, \quad (2.56)$$

$$q_{\text{к}} = 130 + 41,18 = 171,18 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right).$$

Коефіцієнт перетворення

$$\varphi = \frac{q_{\text{к}}}{l_{\text{пр}}}, \quad (2.57)$$

$$\varphi = \frac{171,18}{42,02} = 4,07.$$

Інші розрахунки проведені за допомогою складеної програми в середовищі Excel на основі яких побудовані графічні залежності.

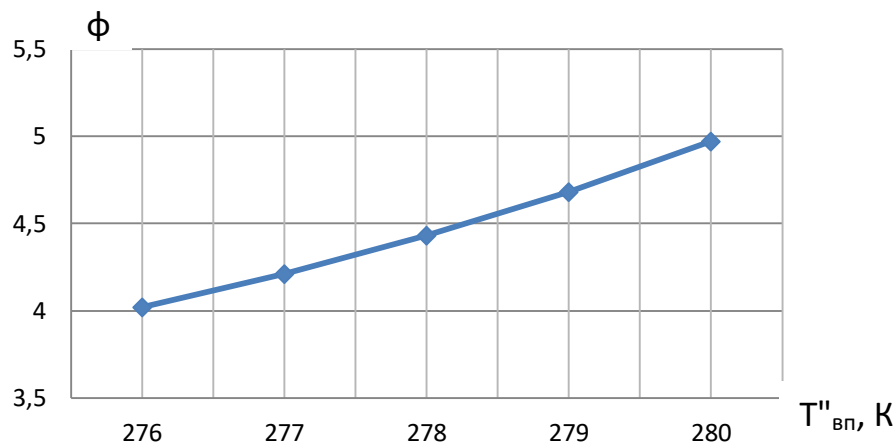


Рисунок 2.9– Залежність коефіцієнта перетворення від температури

З графіка, що представлений на рисунку 2.9 можна зробити висновок що, чим більша температура на виході з випарника тим більший коефіцієнт перетворення ТН.

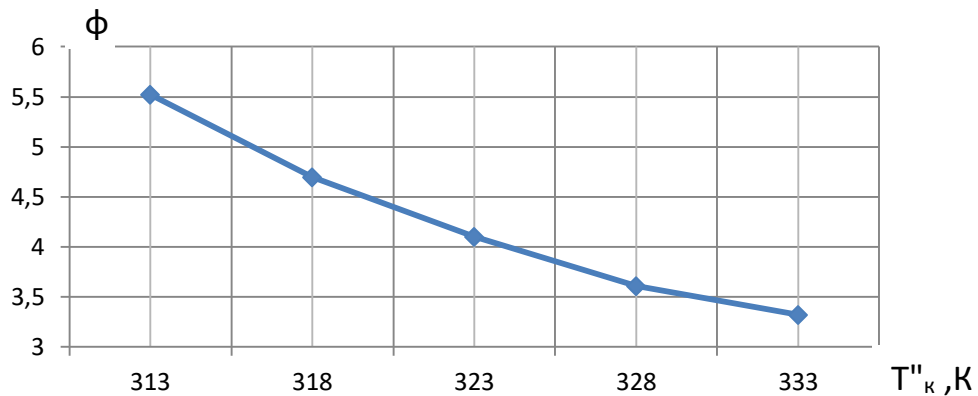


Рисунок 2.10 – Залежність коефіцієнта перетворення від температури

Отже, рисунок 2.10 показує що чим більша температура води на виході з конденсатора тим менший коефіцієнт перетворення.

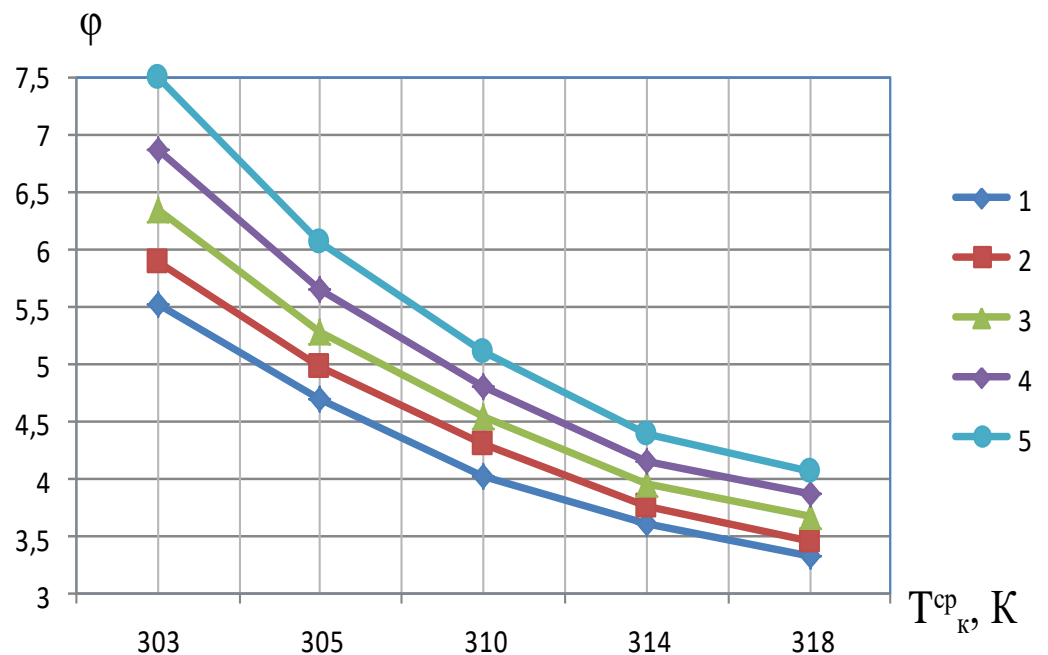


Рисунок 2.11 – Залежність коефіцієнта перетворення від середньтермодинамічних температур теплоносіїв в конденсаторі та випарнику ТН

З отриманих залежностей на рисунку 2.11 випливає загальне правило: чим менше різниця температур джерела теплоти (грунт) і температурою в системі, тим вище коефіцієнт перетворення теплового насоса.

2.12 Висновки до розділу

Отже, одним із заходів економії паливно-енергетичних ресурсів у системах теплопостачання є застосування альтернативних джерел енергії з впровадженням теплонасосних установок.

Проведено багатоваріантний аналіз джерел теплопостачання житлового будинку та визначено їх термін окупності. За допомогою програмного забезпечення SimaPro проаналізовано екологічний вплив на довкілля від різних джерел теплопостачання впродовж їх життєвого циклу. Виявлено що найбільший шкідливий вплив на екосистему та людину здійснюють теплогенератори на вугіллі – 40 Pt, дровах – 70 Pt, природному газі – 12,5%, ТН – 6 Pt. Тепловий насос впливає на вичерпування природних ресурсів і становить 25 Pt та вплив на екосистему складає 1 Pt.

Враховуючи переваги та недоліки різних пристроїв теплопостачання а також прогнозуючи зростання цін на паливо в найближчі роки вибрано тепловий насос з ґрунтовим зондом, оскільки техногенне навантаження на навколишнє середовище в даному випадку найменше та біля будинку немає багато вільної площі для прокладання ґрунтового горизонтального колектора.

Оскільки для бівалентної схеми збільшаться капітальні затрати і погіршаться екологічні показники то для опалення та гарячого водопостачання будинку вибрано моновалентний режим роботи теплового насоса.

Побудовано графік залежності потужності системи теплопостачання від температури навколишнього середовища.

Розроблено конструкцію U-подібного земляного зонду. Підібране основне обладнання – тепловий насос типу geoTHERM марки VWS 302/2 $Q_{\text{TH}}=30$ кВт та допоміжне обладнання – розширювальний бак Reflex DE60 $V=60$ (л), буферна ємність VPS300 $V_6=300$ (л). Розроблено конструкцію земляного зонда, виконані його тепловий та гідравлічний розрахунки. Розраховано, що для даної ТНУ потрібно 5 свердловин по 90 м. Також вибрано та розраховано вертикальний зонд, так як біля будинку не вистачає площі під горизонтальний колектор.

Отже, для вибраної ТНУ, яка працює на холодоагенті R407C, виявлено що в діапазоні температур розсолу на виході з випарника 276...280 К коефіцієнт перетворення φ змінюється в межах 4...5. Якщо температура на виході з конденсатора 313...333, то $\varphi = 3,3...5,5$. Ексергетичний ККД ТНУ в межах температур навколишнього середовища $t_{nc} = + 5 - 20$ °C складає $\eta_e = 0,25...0,85$ в залежності від температурного графіка.

Проаналізувавши вище наведені результати можна зробити висновок, що чим менше різниця температур між джерелом теплоти (грунт) і температурою в системі опалення, тим вищий коефіцієнт перетворення теплового насоса, а значення ексергетичного ККД ТНУ зростають зі зменшенням температури зовнішнього середовища та з підвищенням температурного режиму підігрівання мережної води. Для досягнення високого коефіцієнта перетворення в системі опалення, потрібно використовувати сучасні алюмінієві радіатори та теплу підлогу.

3 ОРГАНІЗАЦІНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ТЕПЛО-ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

3.1 Конструктивні особливості об'єкту

В даному курсовому проєкті запроектовані системи тепло-холодопостачання житлового будинку в м. Житомир

Система передбачається для забезпечення нормованих метеорологічних умов і чистоту повітря в приміщеннях.

Система тепло-холодопостачання вертикальна двотрубна з нижнім розведенням магістралей із поліетиленових труб високої густини системи KAN-therm. Розвідні трубопроводи прокладені в межах цокольного поверху. Трубопроводи в місцях перетину перекриттів, внутрішніх стін та перегородок прокладаються в гільзах з негорючих матеріалів. Гільзи на 20...30 мм виступають над позначкою чистої підлоги.

На кожному приладі тепло-холодопостачання встановлюється терморегулюючий вентиль d_y 15 мм фірми „DANFOSS”. Джерелом теплопостачання служить тепловий пункт з параметрами теплоносія – вода 90-70 °С.

В даній системі передбачено один центральний стояк . Від стояка ідуть відгалуження до фанкойлів на поверхах 1-3.

Система тепло-холодопостачання житлового будинку складається з:

- 1) приладів тепло-холодопостачання – фанкойли;
- 2) колекторів, які розташовані на поверхах ;
- 3) мережа трубопроводів ;
- 4) регулюючих пристроїв .

Пристрої тепло-холодопостачання розташовують у проємах під вікнами, відстані від підлоги, стін, підвіконня обумовлюються конструкцією приладів.

Теплонасосну установку і обладнання розміщують у спеціальних приміщеннях.

В даній системі використовуються фанкойли фірми “Daikin”. Стандартний колір – білий. “Daikin” – це фанкойли з боковим приєднанням та вбудованим триходовим клапаном. Регулювання тепло-холодовіддачі приладів здійснюється

двома вбудованим терморегуляторами. Видалення повітря із системи виконується через повітрозбірники, встановлені в найвищих точках системи.

Автономне теплопостачання будинку здійснюється від індивідуального теплового пункту, в якому розміщено тепловий насос 1 типу geoTHERM марки VWS 302/2 (соляний розчин/вода). Тепловий пункт розміщується на цокольному поверсі будинку (див. аркуш 4).

3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Перед початком монтажних робіт об'єкт прийняти згідно акту для виконання будівельно - монтажних робіт, таких як:

- а) пробити отвори в стінах, перегородках і перекриттях для прокладання трубопроводів;
- б) виконати отвори із закладними деталями;
- в) здійснити штукатурку стін і стель в місцях прокладання трубопроводів і встановлення опалювальних приладів;
- г) провести лінії енергоживлення для можливості проведення монтажних робіт;
- д) підготувати монтажні проходи для переміщення крупно габаритного обладнання, що монтується;
- е) нанести на стінах фарбою відмітки "чистої підлоги";
- ж) підготувати основи під розширювальний бак, котли, водопідготовку;

Перед початком монтажу систем забезпечити:

- приміщення для майстра, побутові приміщення для робітників;
- достатнє освітлення приміщень;
- приміщення для комплектувальної майстерні, майданчики для зберігання заготовок, типових деталей, матеріалів і обладнання в зоні дії транспортних засобів;
- забезпечення електроенергією, водою для виробничих і побутових потреб;
- пожежно-сторожова охорона;

- забезпечити можливість використання приоб'єктного транспорту для переміщення та підйому обладнання системи опалення.

Акт про готовність об'єкту підписує представник генпідрядника (замовника) і монтажної організації (головний інженер). [45]

3.3 Монтаж системи тепло-холодопостачання

За існуючим правилам замовник повинен передати підряднику технічну документацію об'єкту, що будується, не менше ніж за 6 місяців до початку будівництва,

Отримана монтажним управлінням технічна документація після її реєстрації передається головному інженеру який розглядає її, намічає план виробництва робіт на об'єкті з врахуванням максимальної індустріалізації робіт. [50]

З візою головного інженера "До виробництва робіт" документація надходить у виробниче-технічний відділ управління, де її ретельно аналізують, виявляють допущені проектувальниками помилки, усувають неточності, погоджують із замовником і проектувальниками заміну окремих деталей.

Для монтажу систем тепло-холодопостачання необхідна наступна технічна документація, яка входить до складу робочого проекту:

а) плани поверхів з вказанням місць розміщення приладів тепло-холодопостачання і їх розмірів, стояків і горизонтальних теплопроводів;

б) креслення верхньої розводки - плани технічного поверху і підвалу з вказанням розміщення подаючих і зворотних трубопроводів і їх діаметрів, а також повітрязбірників і розширювального баку:

в) аксонометрична схема системи тепло-холодопостачання, на якій вказані відмітки осей теплопроводів, їх уклони і діаметри, довжини горизонтальних ділянок при наявності розривів, позначені нетипові кріплення, запірно-регулююча арматура, стояки та інші елементи системи;

г) креслення вводу і схеми приєднання системи до теплової магістралі яка приєднана до котла;

д) при наявності місцевої котельні - план, розріз і схема котельні з вказанням типів котлів, насосів, електродвигунів, вентиляторів та іншого обладнання;

е) плани фундаментів з вказанням діаметрів трубопроводів котельні;

Плани і схеми проекту опалення виконують в масштабі 1:100 чи 1:200, плани і схеми котельні - в масштабі 1:50, окремі деталі в крупнішому масштабі - 1:20 - 1:10.

3.4 Підготовка об'єкту під монтаж

До початку монтажних робіт встановлюється готовність будівлі чи споруди до монтажу трубопроводів, приладів і обладнання. Приймання об'єкту під монтаж систем тепло-холодопостачання оформляється актом встановленої форми; який підписують представник генпідрядника, який виконує будівельні роботи (майстер, виконроб) з однієї сторони, і представник організації, яка виконує спеціалізовані роботи (виконроб чи інженер групи підготовки виробництва) - з іншої,

Об'єкт, що будується, можна вважати готовим до монтажу систем тепло-холодопостачання, якщо виконані наступні роботи:

а) змонтовані міжповерхові перекриття і сходові марші;

б) пробиті отвори в стінах та перекриттях підготовані борозди і канали для прокладання трубопроводів;

в) заштукатурені ніши ділянки стін в місцях встановлення приладів тепло-холодопостачання та прокладання трубопроводів;

г) підготовлені монтажні пройми для переміщення крупногабаритного обладнання, що монтується;

д) нанесені на стінах відмітки чистої підлоги фарбою, яка важко змивається;

е) встановлені віконні коробки і підвіконні дошки;

є) підготовлені основи під водонапірні баки, розширювальні посудини, венткамери і влаштовані фундаменти під котли, насоси, вентилятори;

ж) підведені електричні лінії для підключення механізмів та електроінструментів;

з) забезпечені освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів, виробів та обладнання, що монтується;

і) підготовлені риштування і підмости для роботи на висоті;

к) засклені віконні проєми і утеплені приміщення при виконанні робіт в осінньо-зимовий період.

Крім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж, до початку робіт необхідно виділити місце для складування матеріалів, сантехзаготовок і обладнання. Необхідна також кладовка для зберігання малогабаритних матеріалів, інструменту, інвентаря.

ГПВ разом з керівництвом санітарно-технічної ділянки зобов'язана уважно слідкувати за повним, своєчасним і якісним виконанням всіх загальнобудівельних робіт, пов'язаних з монтажем системи тепло-холодопостачання будівлі.

3.5 Загальна технологія монтажу системи тепло-холодопостачання

Роботи по монтажу систем тепло-холодопостачання можуть бути виконані в такій послідовності;

1. Ознайомлення з проектною технічною документацією.
2. Розміщення місць прокладання трубопроводів.
3. Комплектування піднесення матеріалів, трубокзаготовок і виробів.
4. Прокладання магістральних трубопроводів.
5. Встановлення повітрозбірників.
6. Встановлення приладів тепло-холодопостачання (розмітка, встановлення засобів кріплення, навішування приладів).
7. Прокладання стояків і підведень до приладів тепло-холодопостачання, приєднання стояків до магістральних трубопроводів..
8. Гідравлічне випробування трубопроводів.
9. Перевірка на прогрів приладів тепло-холодопостачання з регулюванням.

Наведена послідовність залишається при окремому монтажі приладів тепло-холодопостачання, стояків і підведень, і змінюється при монтажі приладів тепло-холодопостачання, вже обв'язаних підведеннями до них.

Прокладання магістралей може виконуватись як до, так і після встановлення приладів тепло-холодопостачання; при відсутності в проекті розширювального баку необхідності в його монтажі не має; в зимовий період допускається не виконувати гідравлічних випробувань системи для запобігання її замерзання і т.д.

Основні вимоги до якості монтажу системи:

точна відповідність проекту і технічним умовам всіх її елементів;

герметичність з'єднань ;

міцність кріплень елементів;

дотримання проектних уклонів розвідних ділянок і відсутність зламів на прямих ділянках;

вертикальність стояків;

справність дії запірно-регулюючої арматури;

забезпечення вільного наповнення системи водою і її випорожнення, а також вільного видалення з неї повітря.

Основні умови правильності монтажу сформульовані у відповідних розділах будівельних норм та правил і зводяться до того, щоб допуски в будівельних конструкціях не перевищували наступних меж:

відхилення по висоті поверху між відмітками чистих підлог ± 15 мм;

зміщення між осями віконних проїомів по горизонталі ± 20 мм;

відхилення по вертикалі стін та перегородок на 1 м висоти ± 3 мм;

зміщення осей отворів в перекриттях від загальної вертикалі, яка проходить через вісь стояків ± 10 мм;

відхилення між осями перегородок і осями вікон по горизонталі ± 10 мм;

відхилення стін і перегородок по товщині ± 10 мм.

Відхилення допусків більше вказаних значень призведуть до часткової або повної переробки сантехнічних заготовок.

При розмітці і прокладанні трубопроводів систем необхідно не допускати їх відхилення по вертикалі більш ніж на 2 мм на 1 м довжини трубопроводу. [47]

Відстань від поверхні штукатурки облицювання стіни до осі не ізолюваного трубопроводу при його відкритому прокладанні повинна складати 35... 55 мм при діаметрі труб до 32мм, 50... 60 мм при діаметрі 40...50 мм з допустимим відхиленням ± 5 мм. Засоби кріплення стояків у виробничих будівлях встановлюються через кожні 3 м по вертикалі. Якщо довжина підведення від стояка до фанкойла перевищує 500 мм, то на них також встановлюють кріплення.

При перетинанні трубопроводами стін, перекриттів і перегородок для їх вільного переміщення при зміні температури теплоносія встановлюються гільзи, їх виготовляють, як правило, із обрізків покрівельної сталі,

Гільзи встановлюють в рівень з поверхнею стін і перегородок і вище на 20...30 мм відмітки чистої підлоги.

Уклони магістральних трубопроводів визначаються проектом, але повинні бути не менше 0,002 в сторону руху води. Паропровід має уклон проти руху пари не менше 0,006.

Підведення до приладів тепло-холодопостачання виконується з уклоном по ходу руху теплоносія, який складає 5...10 мм на всю довжину підведення. Якщо довжина підведення не перевищує 500 мм, то його можна монтувати горизонтально.

3.6 Прилади тепло-холодопостачання

На сьогоднішній день існує велика кількість типів і конструкцій приладів тепло-холодопостачання, основне призначення яких - ефективна передача теплоти і холода від носія до повітря приміщення.

За способом монтажу прилади тепло-холодопостачання поділяють на: настінні, каналні, напольні, касетні.

Прилади тепло-холодопостачання в залежності від матеріалу і його маси мають різну теплову інерцію, Так, фанкойли, які мають невелику масу і невелику кількість води, є малоінерційними приладами.

3.7 Монтаж приладів тепло-холодопостачання

Основна умова, яка забезпечує правильне встановлення приладів тепло-холодопостачання, а звідси і якісний монтаж системи - правильне встановлення кронштейнів під фанкойли.

В свою чергу встановлення кронштейнів залежить від якості розмітки отворів, яку рекомендується виконувати за допомогою спеціальних пристосувань і шаблонів. Існує декілька конструкцій шаблонів, які дозволяють точно розмітити отвори під встановлювані кронштейни. Найпростіше пристосування - шаблон, зроблений із листа фанери з просвердленими в ньому отворами. Такий шаблон прикладається верхнім ребром до низу підвіконної дошки, після чого виконується розмітка.

При розмітці отворів для фанкойла шаблон встановлюють по виску так, щоб його вісь симетрії збігалася з віссю віконної пройми. Виріз нижнього різка (нижньої поперечини) повинен збігатися з нижнім краєм отворів для нижніх кронштейнів. В цьому випадку низ вирізів верхнього різка покаже нижній край отворів верхніх кронштейнів.

Розміщення отворів визначають по нумерації, яка нанесена на різках (поперечинах).

Прилади тепло-холодопостачання можна встановлювати лише при наявності відштукатурених ніш або інших місць встановлення приладів, а також при наявності чистої підлоги чи відміток.

Висота підвіконної ніши для опалювального приладу повинна бути більшою висоти приладу на 0,15 м (в глухій стіні - на 0,25 м), а ширина її - більше ширини приладу тепло-холодопостачання на 0,4 м при підведенні труб до фанкойла по прямій лінії на 0,6 м при підведенні з уткою. Глибина ніши приймається 0,13 м в цегляних стінах і 0,1 м в стінах із інших матеріалів.

Прилади тепло-холодопостачання встановлюють на відстані не менше 60 мм від підлоги, 50 мм від нижньої поверхні підвіконної дошки і на 25 мм від поверхні штукатурки стіни.

В дитячих закладах і приміщеннях лікувального характеру для зручності при очищенні від пилу опалювальні прилади встановлюють на відстані не менше 100 мм від підлоги і 60 мм від поверхні штукатурки стіни.

При відкритому прокладенні трубопроводів відстань приладів в нішах повинна забезпечувати прокладення підведень до приладів по прямій лінії. Відстань від чистої підлоги до осі нижнього підведення до фанкойла, як правило, приймають рівною 140 мм, а для конвекторів плінтусного типу - 120 мм.

Рекомендується зміщене встановлення приладів тепло-холодопостачання (на відстані 200 мм від краю ніш) по відношенні до осі віконної пройми. При цьому стояк розміщують на відстані 150+- мм від укосу віконної пройми.

Таке встановлення опалювальних приладів дозволяє уніфікувати підведення до фанкойлів і решта трубопроводів вузлів фанкойла, що сприяє індустріалізації їх виготовлення і підвищенню якості.

3.8 Монтаж магістральних трубопроводів

Подаючі і зворотні трубопроводи систем тепло-холодопостачання називають ще магістральними.

В залежності від вибраної схеми тепло-холодопостачання магістральні трубопроводи прокладають на технічному поверсі по колонах і стінах і в підвалі або в каналах під підлогою. При цьому необхідно дотримуватись їх прямолінійності і заданих уклонів.

Уклони магістральних трубопроводів, як правило, вказують в проекті. При відсутності вказівок мінімальний уклон приймається рівним 0,002. Уклони трубопроводів повинні бути направлені в сторону повітровипускних пристроїв. На прямолінійних ділянках не повинно бути ніяких зломів, згинів і кривизни, крім передбачених проектом.

Розгалуження від магістрального трубопроводу до стояків тепло-холодопостачання необхідно робити під прямим кутом.

Прокладання горизонтальних трубопроводів розміщують в каналах під підлогою шириною 400...600 мм глибиною 300...400 мм в залежності від діаметру труб, товщини ізоляції. Від стін каналу труби прокладаються на відстані не

менше 110 мм для можливості їх ізоляції. Відстань від поверхні ізоляції до підлоги каналу повинна бути не менше 40 мм і до плит каналу, які знімаються, не менше 25 мм.

Магістральні трубопроводи, як правило, з'єднують за допомогою опресовки гідравлічним пресом. Роз'ємні різьбові з'єднання обов'язково використовуються в місцях приєднання стояків до колекторів. Головний стояк монтують і кріплять до стіни хомутами через 4...5 м. Внизу він повинен зпиратися на міцну опору.

При монтажі систем тепло-холодопостачання необхідно враховувати можливі видовження магістралей стояків. Питання про способи компенсації цих видовжень повинне бути вирішене в проекті.

Магістральні трубопроводи у випадку проходження через будівельні конструкції (брандмаурні стіни, перегородки і т.п.) повинні розміщуватись в гільзах для можливості вільного переміщення труб при зміні температури середовища, що транспортується. З'єднання труб в товщі стін і будівельних конструкцій не допускається.

При перетинанні трубами дверних проїм (в підвалі) їх необхідно обходити за допомогою обвідної скоби, в нижній частині якої передбачений штуцер з пробкою для випуску води. Повітря в цьому випадку видаляється через найближчий стояк, а при його відсутності - через скобу, на якій встановлюється повітровипускний кран.

Монтаж магістральних трубопроводів рекомендується виконувати в такій технологічній послідовності:

- розмітка осей магістралей і встановлення підвісок та кронштейнів;
- розкладання труб, вузлів і заготовок по наміченим осям;
- збирання магістралей і приєднання до них монтажних вузлів, повітрозбірників;
- ретельна вивірка встановлення заданих уклонів;
- закріплення магістралей на опорах і підвісках.

3.9 Монтаж стояків

Кінці змонтованих трубопроводів вузлів доцільно до закінчення монтажу закривати спеціальними пробками. Використовувати для цієї мети ганчірки чи повсть не допускається.

Головний стояк необхідно прокладати точно вертикально, по-можливості без будь-яких згинів, закріплюючи його внизу на міцній опорі. До стін за допомогою хомутів і кронштейнів, які розміщуються через 3...4 м один від одного, кріплять стояки. Хомути і кронштейни не повинні перешкоджати температурним лінійним видовженням стояка.

Прокладення стояків виконується після встановлення приладів тепло-холододопостачання.

Стояки і підведення, по яким транспортується теплоносій з температурою вище 70 градусів по Цельсію, в місцях перетину з внутрішніми стінками перегородками повинні прокладатись в гільзах, які забезпечують вільне переміщення труб при їх лінійному видовженні.

Як правило, гільзи виготовляють із обрізків сталевих труб покрівельної сталі чи азбестового картону.

Розбірні з'єднання необхідно використовувати в мінімальній кількості тільки в місцях, необхідних по умовах складання. Забороняється розбірні з'єднання приховувати в конструкцію підлоги чи стін. На кожному відгалуженні від магістрального трубопроводу обов'язково передбачаються розбірні з'єднання які розміщуються після крана на подаючій лінії по ходу теплоносія.

Підведення до приладів тепло-холододопостачання повинні мати однаковий нахил від стояків до приладів і від них, який приймається рівним 10 мм на всю довжину підведення.

При довжині підведення 400...600 мм нахил може бути зменшений до 5 мм, а при довжині до 400 мм підведення може бути горизонтальним. Якщо підведення має довжину більше 1,5 м, то його треба прикріплювати до стіни хомутами, які ставлять по середині.

Стояки кріплять до стіни хомутиками, які дозволяють трубі вільно переміщуватись при тепературних деформаціях. Хвостова частина хомутиків розсічена і розведена. На кам'яних стінах їх встановлюють в отвори, просвердлені в стіні, на цементному розчині. Необхідно звертати увагу на надійність кріплень трубопроводів і самих кріплень, оскільки трубопровід, який видовжується, може вирвати або пошкодити кріплення.

3.10 Системи повітроводалення

Для нормальної циркуляції води в системі тепло-холодопостачання з неї повинно бути повністю видалене повітря. Якщо ця умова не дотримується, в системі утворюються повітряні пробки, які закупорюють живий переріз труб і призупиняють циркуляцію води.

Повітря потрапляє в систему при заповненні її водою і в процесі експлуатації. Оскільки повітря легше води, то воно збирається в верхніх точках системи. Тому при її монтажі для ефективного видалення повітря необхідно чітко дотримуватись проектних нахилів трубопроводів.

В насосних системах циркуляція води в трубах проходить з досить високими швидкостями - 0,2... 1 м/с.

На верхніх точках стояків встановлюють автоматичні повітрозбірники. Такі повітрозбірники встановлюють в місцях, доступних для періодичного обслуговування у вищих точках системи тепло-холодопостачання. Щоб запобігти замерзанню повітрозбірників, їх треба ретельно ізолювати.

3.11 Теплова ізоляція трубопроводів

Теплопроводи системи тепло-холодопостачання і гарячого водопостачання для зменшення мимовільних втрат теплоти покривають тепловою ізоляцією. Товщина ізоляції визначається проектом.

Для теплової ізоляції використовують різні матеріали напівфабрикати, які повинні володіти однією загальною ознакою - низькою теплопровідністю, тобто мати велику пористість.

Розрізняють наступні типи теплоізоляційних конструкцій:

- мастичні,
- н абивні,
- обволікаючі,
- із формованих матеріалів.

Перші дві з них використовуються при незначних об'ємах робіт і ремонті існуючих ізоляційних покриттів.

3.12 Наповнення системи водою

Систему наповнюють водою після того, як перевірений справний стан ручного насоса (в системі з природною циркуляцією), приєднана до гарячої магістралі розширювальна посудина і прокладені від неї всі необхідні магістралі.

Якщо в будівлі ще не діє каналізація, то для випуску води з системи зливна труба від ручного насоса повинна бути виведена на таку відстань від будівлі, щоб вода, яка зливається з системи, не могла потрапити в будівлю, підвал чи під її фундамент.

Систему найкраще наповнювати засвітла. Якщо тиск в міській мережі водопроводу не забезпечує наповнення системи, необхідно встановити ручний насос.

Якщо заповнити систему вдень по яким-небудь причинам не вдається і доводиться цю операцію виконувати в вечірній або нічний час, все приміщення необхідно забезпечити електричним освітленням. Проте обхід приміщень будівлі з ліхтарями значно ускладнює роботу слюсарів, які спостерігають за наповненням системи. До того ж робота з ліхтарями і небезпечна в пожежному відношенні.

Підкачування води в систему вручну - важка праця, тому для наповнення системи водою при недостатньому тиску в водопроводі в насосних системах тепло-холодопостачання можна використовувати циркуляційний насос при умові, що його характеристика відповідає вимозі забезпечення необхідного для підкачування тиску при кількості оборотів і по зниженню продуктивності.

3.13 Пуск в дію та випробування системи тепло-холодопостачання

Після закінчення монтажу системи тепло-холодопостачання та іншого обладнання, виконати випробування системи тепло-холодопостачання.

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

Пускові експлуатаційні випробування виконати в наступній послідовності:

- зовнішній огляд системи;
- випробування гідростатичним або манометричним методом;
- гідравлічне випробування та випробування на тепловий ефект;
- випробування на максимальну температуру теплоносія.

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

- а) правильність прокладання трубопроводів (перевіряють діаметри, нахили та з'єднання);
- б) встановлення потрібної площі приладів;
- в) розміщення водо- та повітропускних пристроїв, відсутність течі в трубних з'єднаннях, арматурі та фасонних частинах;
- г) міцність кріплення трубопроводів та приладів;
- д) правильність встановлення та справність дії запірної - регулюючої арматури, запобіжних пристроїв та контрольно – вимірювальних приладів (КВП);
- е) рівномірність прогріву всіх приборів в будівлі.

Наступним етапом є промивання системи тепло-холодопостачання, щоб видалити бруд і шлам. Систему наповнити водою з водопроводу (при місцевому теплопостачанні), а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системі за допомогою шланга.

Під час наповнення системи водою повітря не менше як два рази випустити через повітрозбірники або повітряні крани до появи з них струменя води. Під час пуску системи тепло-холодопостачання 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.

Після зовнішнього огляду до початку малярних робіт або інших облицювальних робіт систему тепло-холодопостачання випробувати на міцність і герметичність. Для точнішого виявлення дефектів місць 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 тепло-холодопостачання. Випробувальний тиск в системі створити за рахунок тиску в місцевому водопроводі.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробувати систему водяного тепло-холодопостачання 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.

Гідравлічне випробування системи тепло-холодопостачання виконати в такій послідовності: систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявити дефекти монтажу на слух і знизити тиск до атмосферного, після цього ліквідувати дефекти; потім систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримати протягом 5 хв.

Система тепло-холодопостачання витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі.

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

Ефективність роботи системи тепло-холодопостачання визначити після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в підвідному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском.

Після гідравлічного випробування скласти акт про гідравлічне випробування системи тепло-холодопостачання.

Останнім етапом приймання системи тепло-холодопостачання є її теплове випробування.

Систему тепло-холодопостачання запуснути в роботу і прогріти протягом 24 годин, після чого провести її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використати спеціальні прилади (електронні термощупи тощо). В результаті огляду виявити і регулювати рівномірність прогріву всіх приладів; перевірити розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; проконтролювати безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

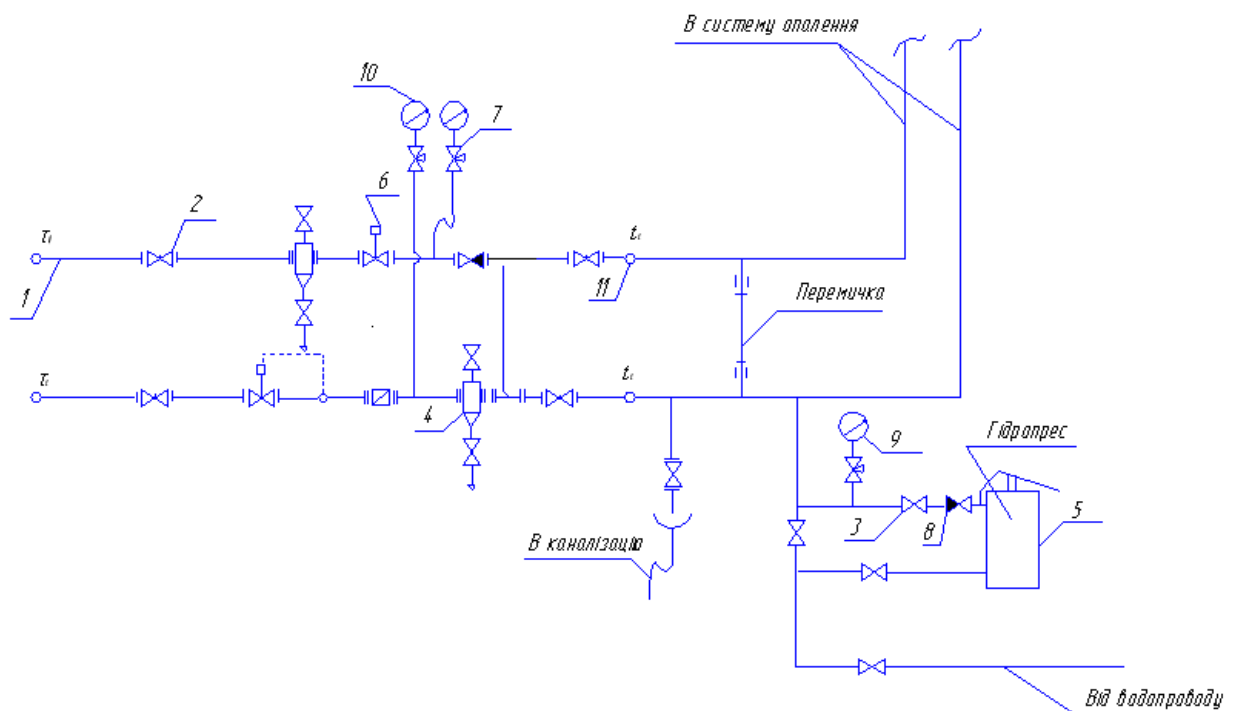


Рис. 1 - Схема гідравлічних випробувань системи тепло-холодопостачання
1 – підвідний трубопровід; 2 – засувка (ТУ У 04671406-0296); 3-вентиль (15ч8п, ТУ 26-07-1465-88); 4 – повітря спускний пристрій; 5 – опресувальний агрегат (компресорна станція ПКС-3,5); 6 – кран ручного регулювання; 7 – кран

трьохходовий для манометра(11Б18бк); 8 – зворотній клапан(0480); 9 – контрольний манометр (МП-160-01-1.5-06); 10 – манометр (МДФІ-100, ГОСТ 2405-80); 11 – термометр (технічний скляний, ГОСТ 28498-90).

Здаючи систему тепло-холодопостачання в експлуатацію, подати комплект виконавчої документації (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти приймання прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи . [46]

3.14 Визначення складу і об'ємів робіт

Після прийняття об'єкту під монтаж, доставити такі матеріали і механізми:

- а) монтажні пристосування і механізми;
- б) допоміжні матеріали;
- в) заготовки опалювальних систем в комплекті з прокладочними та закріплюючими деталями;
- г) обладнання системи тепло-холодопостачання в комплекті з допоміжним обладнанням.

3.15 Визначення об'ємів робіт

Визначення об'ємів робіт для системи тепло-холодопостачання.

Кількість потрібних матеріалів та виробів, які привозяться на об'єкт становить 0,618 т.

- а) розмітка місця прокладання трубопроводів складається з таких робіт:
 - ознайомлення з робочими кресленнями і перевірка їх на місці;
 - розмітка місць прокладання трубопроводів з нанесенням на стіні місць перетину трубопроводів.

Довжина трубопроводів, які прокладаються становить 237 м .

- б) прокладка поліетиленових трубопроводів зі запресовочними стиками з фасонними частинами складається з таких робіт:
 - розмітка місць встановлення кріплень;
 - прокладання трубопроводів з готових вузлів або окремих деталей з стиковкою трубопроводів та їх пресуванням;

- встановлення муфтової арматури і фасонних частин і приєднання трубопроводів;

- встановлення і заробка гільз в готові отвори в місцях проходу трубопроводів в стінах і перекриттях.

в) встановлення фанкойлів складається з таких робіт:

- піднімання і навішування приладів на кронштейн;
- кріплення приладів з вивірюванням по рівню і відвісу.

Кількість фанкойлів становить 18 штук, їх загальна тепловіддача 13,932кВт.

г) встановлення кулькових кранів :

- встановлення приладу на лінію трубопроводу;
- центрування фланців із встановленням прокладок і болтів;
- з'єднання фланців з затягуванням болтів.

Встановлення кулькових кранів D_y до 15 мм складає 18 шт; D_y до 20 мм складає 22 шт.

є) монтаж ТНУ ведеться в такій послідовності:

- піднімають ТНУ на рівень проектної відмітки можливо ближче до стіни встановлення і переміщують його горизонтально до проектного положення ;
- перевіряють правильність встановлення ТНУ та закріплення його до підлоги, горизонтальність, точність прив'язки до конструкцій, горизонтальність верхньої площини корпусу приладу .

ж) випробовування трубопроводів виконати в такій послідовності :

- зовнішній огляд трубопроводу;
- встановлення заглушок і манометрів;
- приєднання водопроводу і гідравлічного пресу;
- наповнення окремих частин системи водою до заданого тиску;
- огляд трубопроводу з відміткою дефектних місць;
- спуск води з трубопроводу і усунення дефектів;
- повторне наповнення системи в цілому до заданого тиску;
- огляд і перевірка системи, зниження тиску і усунення дефектів;
- здача системи;

- спуск води системи;
- зняття заглушок, манометра і від'єднання пресу.

Об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 2,37 (див. табл. 5.1).

Випробування системи тепло-холодопостачання перед здачею в експлуатацію.

При гідравлічному випробовуванні системи тепло-холодопостачання виконати такі роботи:

- приєднання гідравлічного пресу і водопроводу;
- встановлення манометра і повітряного крану;
- наповнення системи водою і створення заданого тиску з випуском повітрям;
- огляд системи з відміткою виявлених дефектів;
- усунення дефектів;
- повторне наповнення системи водою і створення заданого тиску з випуском повітря;
- кінцева перевірка і здача системи опалення;
- спуск води, зняття манометра і від'єднання преса і водопроводу.

Кількість допоміжних матеріалів, яку потрібно відвести становить 0,46 т (див. табл. 3.1).

3.16 Склад робіт

Монтаж обладнання системи тепло-холодопостачання провести в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу;
- комплектування і піднесення матеріалів і виробів;
- розмітка місця прокладання трубопроводів;
- замірювання ділянок трубопроводів і складання чорнових ескізів;
- прокладання поліетиленових трубопроводів з запресовкою із фасонними частинами;
- встановлення фанкойлів;

- встановлення запірної – регулюючої арматури;
- встановлення теплового насосу;
- пусконаладжувальні роботи;
- випробування трубопроводів;
- транспортування допоміжного обладнання.

3.17 Витрата матеріалів та допоміжного обладнання при монтажі систем тепло-холодопостачання

Перелік матеріалів та обладнання для влаштування систем тепло-холодопостачання наведений у відомості в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість матеріалів та обладнання

Найменування матеріалу або інструменту	Тип, марка	Од. ви-міру	Кількість	Маса одиниці, кг
1	2	3	4	5
Матеріали та обладнання для системи опалення				
тепловий насос 1 типу марки VWS 302/2	geoTHERM	шт.	1	68
Насос системи	Wilo-TOP-S 25 7	шт.	1	3
Труби KAN-therm $d_y = 15$	PE-Xc DIN 4726	м	28,8	12
Труби системи KAN-therm $d_y = 20$ мм	PE-Xc DIN 4726	м	189,5	50
Труби системи KAN-therm $d_y = 25$ мм	PE-Xc DIN 4726	м	18,3	14
Фанкойл Daikin FWV02-DT	ДСТУ Б В.2.5-95	шт.	3	12,0
Фанкойл Daikin FWV03-DT	ДСТУ Б В.2.5-95	шт.	1	17,2
Фанкойл Daikin FWV04-DT	ДСТУ Б В.2.5-95	шт.	2	15,4
Фанкойл Daikin FWV06-DT	ДСТУ Б В.2.5-95	шт.	2	24,4
Фанкойл Daikin FWV08-DT	ДСТУ Б В.2.5-95	шт.	2	28,6
Фанкойл Daikin FWV10-DT	ДСТУ Б В.2.5-95	шт.	4	32,1
Фанкойл Daikin FWV15-DT	ДСТУ Б В.2.5-95	шт.	2	36,4

Кран прохідний кульковий муфтовий $d_y = 15$ мм	11кч24п	шт.	18	0,6
Кран прохідний кульковий муфтовий $d_y = 20$ мм	11кч24п	шт.	9	1,5
Клапан терморегулюючий "Danfoss"	RTD-N	шт.	18	0,5
Прес гідравлічний ножний		шт.	1	17
Перфататор	DEWOLT	шт.	1	7
Молоток відбійний	Hitachi	шт.	1	17

$\Sigma=0,618$ т

3.18 Витрата допоміжних матеріалів та інструментів

Набір інструментів для монтажників системи тепло-холодопостачання наведений в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Набір інструментів для монтажників системи тепло-холодопостачання

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість
1	2	3
Ключ гайковий двухсторонній	ГОСТ2839-80	4
M12-17-19 мм		
M16-22-21 мм		
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	4
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	4
Зубило слюсарне 200 мм	ГОСТ 7211-72	4
Стрічка вимірювальна, 20 м		4
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	2
Висок	ГОСТ 7948-80	2
Ящик переносний для інструменту		4

Витрата допоміжних матеріалів для монтажу трубопроводів наведена в табл 3.3.

Таблиця 3.3. – Витрата допоміжних матеріалів на монтаж трубопроводів

Допоміжні матеріали	Одиниці виміру	Витрата матеріалів при d трубопроводів, мм					
		15	20	25	32	40	50
Льон	кг	1,80	1,18	1,19	1,003	1,01	1,005
Оліфа	кг	1,85	1,19	1,14	1,002	1,01	1,006
Сурик свинцевий	кг	2,32	1,39	1,27	1,005	1,02	1,011

$\Sigma=3,022\text{кг}$

3.19 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання календарного плану виконання робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою :

$$Q = \frac{V \times H_{\text{ч}}}{B} \text{ [люд/дні,]} \quad (3.1)$$

де V – об'єм робіт;

$H_{\text{ч}}$ – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

B – кількість годин в зміні, год.

Норма часу приймається згідно .

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{n}, \text{ [дні]} \quad (3.2)$$

де Q – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд

Результати розрахунку наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4. – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системою опалення

Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год.	Трудомісткість, люд/дні	Виконавці		Тривалість, дні
					кількість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставка деталей і обладнання до місця монтажу	т	0,618	3	0,23	2	робітники 4р. –1 2р. –1	0,11
Комплектування і піднесення матеріалів і виробів	т	0,572	3	0,22	2	монтажн. 2р.-1, 4р.-1	0,11
Розмітка місць прокладання трубопроводів	100 м	2,37	1,2	0,36	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	0,18
Замірювання ділянок трубопроводів і складання чорнових ескізів	100 м	2,37	1,3	0,39	2	монтажн.	0,19
1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання трубопроводів D _y до 15 мм.	100 м.	0,29	32	1,16	2	монтажн. 4 р.-1, 3р.-1	0,58
Прокладання трубопроводів D _y до 20 мм.	100 м.	1,895	64	15,16	2	монтажн. 4 р.-1, 3р.-1	7,58
Прокладання трубопроводів D _y до 25 мм.	100м	0,188	20	0,47	2	монтажн. 4 р.-1, 3р.-1	0,24
Навішування Радіаторів	кВт	13,93 2	20	3,5	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1,8
Встановлення кранів кулькових D _y до 15 мм.	шт.	18	2,41	5,42	2	мон-ки 4р.-1, 3р.-1	2,71
Встановлення кранів кулькових D _y до 20 мм.	шт.	22	2,41	6,6	2	мон-ки 4р- 1, 3р.-1	3,31
Встановлення теплового насосу	шт.	1	16	2	2	сл.сантех. 4р.-1, 3р.-1	1
Перше гідравлічне випробування	100 м	2,37	5,3	1,57	2	монтажн. 4, р.-1, 3р.-1	0,78

Кінцева перевірка при здачі її в експл.	100 м	2,37	0,76	0,23	2	монтаж. 4,3р-2	0,1
Транспортування допоміжного обладнання	т	0,26	3	0,1	2	робітник 1 водій-1	0,1

На основі визначеної трудомісткості та тривалості монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт.

3.20 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань

Труби, деталі та конструкції завозяться централізовано автомашиною Wolsvagen T4. Технічні характеристики автомашини наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5.- Технічні характеристики автомашини

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	1500
Вантажна висота	мм	1500
Розміри вантажної платформи, мм: Довжина	мм	4000
ширина	мм	2326
висота	мм	685
Потужність двигуна	кВт	180
Витрата палива	л/100 км	20

3.21 Витрата електроенергії та пального

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \times \tau \times k, \text{ [кВт год]} \quad (3.3)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Витрачає електроенергії роботи відбійного молотка

$$E_1 = v \times n = 1,5 \times 5 = 7,5$$

Витрата електроенергії роботи перфоратора визначається за формулою :

$$E_2 = v \times n = 1,5 \times 10 = 15 \text{ , [кВт год]} \quad (3.4.)$$

V – витрата електроенергії перфоратора кВт ($V = 1,5$ кВт);

n – тривалість роботи год ($n = 10$ год).

Загальна витрата електроенергії становить :

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 = 7,5 + 15,0 = 22,5 \text{ (кВт год)}. \quad (3.5.)$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів:

- відстань 15 км;
- кількість ходок $n=4$;
- витрата пального $Q = 14$ л/100км.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою

$$Q = Q \times 2 \times n \times l = 0,14 \times 2 \times 4 \times 15 = 17 \text{ (л)}. \quad (3.6)$$

3.22 Техніко-економічні показники

Розрахунок техніко-економічних показників виконати в такій послідовності:

Визначити середню кількість працюючих за формулою:

$$R_c = \frac{Q_{\text{заг}}}{T_{\text{заг}}}, \text{ [люд]} \quad (3.7)$$

де $Q_{\text{заг}}$ – загальна трудомісткість, люд/дні;

$T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість будівництва, дні.

Середня кількість працюючих при монтажі системи тепло-холодопостачання становить:

$$R_c = \frac{37,41}{18,79} = 1,98 \text{ (люд)}.$$

Коефіцієнт нерівності використання людей визначити за формулою:

$$\alpha_1 = \frac{R_c}{R_{\text{max}}}, \quad (3.8)$$

де R_{max} – максимальна кількість працюючих, люд (див. аркуш 10).

Тоді коефіцієнт нерівності використання людей в системі тепло-холодопостачання становить:

$$\alpha_1 = \frac{1,98}{2} = 0,99.$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначити за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{T_{вст}}{T_{заг}}, \quad (3.9)$$

де $T_{вст}$ – тривалість виконання робіт при $R \geq R_{max}$, (див. аркуш 10)

Отже, коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт в системі тепло-холодопостачання становить

$$\alpha_2 = \frac{16}{18,79} = 0,85.$$

3.23 Висновок до розділу

В даному розділі роботи були розроблені заходи з організації та технології монтажу системи тепло-холодопостачання житлового будинку в м. Житомир

Визначені склад і об'єми робіт; потреба в машинах, механізмах та в матеріальних ресурсах; трудомісткість монтажу склала 37 люд/днів. В результаті розрахунків визначено, що монтаж системи тепло-холодопостачання буде виконаний за 26 днів.

Був виконаний розрахунок техніко-економічних показників.

4. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Аналіз умов праці та навколишнього середовища необхідно проводити в місцях, де є можливість виникнення небезпечних ситуацій, перед початком виконання робіт, а також в закритих ємностях. Спеціальними приладами виконують перевірку наявності шкідливих викидів у повітрі робочої зони, граничні величини вібрації та шуму на робочих місцях, освітленість. Для проведення цих перевірок необхідно звертатись до спеціальних будівельних лабораторій, а також до спеціалізованих або санітарних лабораторій.

Найбільша увага приділяється роботам, що можуть зашкодити навколишньому середовищу та здоров'ю людей.

Санітарно-побутові приміщення розміщують у безпечній зоні.

Небезпечні і шкідливі фактори виробничого характеру, які можуть діяти на працюючих у складі згідно [5]:

1. Висока температура, швидкість руху повітря.
2. Підвищений рівень шуму за рахунок використання фарборозпилювача PHOLENT.
3. Підвищений рівень вібрації за рахунок використання компресора поршневого СБУО/С- 50.LB30. .
4. Можливість ураження електричним струмом за рахунок використання електрозварювального апарата REMS.

Показники, що характеризують мікроклімат згідно [4]:

1. Інтенсивність теплового випромінювання.
2. Температура повітря.
3. Швидкість руху повітря.
4. Відносна вологість повітря.

Оптимальні та допустимі норми відносної вологості, температури, швидкості руху повітря в робочій зоні при виконанні монтажних робіт зводиться в таблицю 4.1[4].

Таблиця 4.1-Оптимальні та допустимі норми

Період Року	Категорія робіт	Температура <i>оптимальна</i> ₀ С <i>допустима</i>	Відносна вологість <i>оптимальна</i> <i>допустима</i>	Швидкість вітру <i>оптимальна</i> <i>допустима</i>
Теплий	Середньої важкості II-б	$\frac{20-22}{27-29; 15-16}$	$\frac{40-60}{70}$ при 25 ⁰ С	$\frac{\text{не більше } 0,3}{\text{не більше } 0,2-0,5}$

Інтенсивність теплового випромінювання 20-30 Вт/м²

Параметри мікроклімату співпадають з кліматичними параметрами для даного району будівництва, так як монтаж проводяться на відкритому повітрі:

Розрахункова літня температура $t=23^{\circ}\text{C}$.

Для покращення мікрокліматичних умов у робочій зоні застосовуються найсучасніші види обладнання, такі як теплорекуператори, чілери та повітророзподільні пристрої.

Приміщення, де виконуються монтажні роботи, має бути по характеру спектра широкосмуговим, з безперервним спектром шириною більше однієї октави. Також приміщення має постійний шум по часовим характеристикам, рівень звуку якого за восьмигодинний робочий день змінюється в часі не більше на 6 (дБ). [1]

Протишумові заходи:

- встановлення вентиляційних установок в окремих приміщеннях на віброполяційній основі або винести за межі складу;
- з'єднання вентиляційного обладнання з повітроводами за допомогою гнучких вставок;
- застосовувати звукопоглинаючі матеріали для облицювання внутрішньої поверхні стін.

Основними джерелом вібрації є вентилятори та повітроводи.

Дію вібрації на людину класифікують [2]:

- по способу передачі на людину;

- по направленню дії вібрації;
- по часовій характеристиці вібрації.

Загальна вібрація в даному випадку передається через опорні поверхні на тіло стоячої людини. Локальна вібрація в даному передається через руки людини. Для локальної вібрації норма вібраційного навантаження на оператора забезпечує відсутність вібраційної хвороби, що відповідає критерію безпеки для загальної вібрації.

Санітарні норми спектральних показників вібраційного навантаження на оператора (локальна вібрація, тривалість дії - 8 годин СН 4088-88) наведені в таблиці 4.2 [2]

Таблиця 4.2 – Спектральні показники вібраційного навантаження

Вид вібрації	Категорія вібрації за санітарними нормами	Напрямок дії	Нормативні значення в напрямках			
			віброприскорення		віброшвидкості	
			$A_m, m \cdot c^{-2}$	$L_{ам}, дБ$	$V \cdot 10^2, м/с$	$L_{vm}, дБ$
Локальна	-	X_l, Y_l, Z_l	2	126	2.0	112
Загальна	з тип "а"	X_o, Y_o, Z_o	0.1	100	0.2	92

Основними методами боротьби з вібрацією є:

- динамічне гасіння коливань – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкту в точках з'єднання системи;

Для зменшення інтенсивності вібрації застосовують віброізоляцію вентиляторних установок шляхом влаштування основ під агрегат (вентилятор та двигун), а також встановлення гнучких вставок між вентилятором і повітроводами.

Необхідно встановити такі заходи:

- встановлення конструктивних елементів обладнання на спеціальний фундамент;
- активний віброзахист – введення додаткового джерела вібрації, яка діє в протифазі.

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно:

- обережати ізоляцію зовнішніх дротів від механічних та термічних пошкоджень.

- при експлуатації дотримуватися правил технічної безпеки електричної установки споживачем.

- огляд технічного стану двигунів і вентиляторів, проводити лише при вимкненому обладнанні.

Згідно [6] все обладнання електроустановок повинно підлягати захисту, слід виконувати:

- огороження струмопровідних частин обладнання;
- блокування в електрообладнанні;
- попереджувальні таблички та знаки в місцях небезпеки;
- індивідуальні міри захисту (спецодяг).

Освітлення відноситься до одного з основних зовнішніх чинників, які постійно впливають на людину в процесі праці. Позитивний вплив освітлення на продуктивність праці і його якість не викликає сумніви. Так, сонячне освітлення збільшує продуктивність праці в середньому на 10%, а штучне на 13% .

Освітлення в процесі виробництва здійснюється за допомогою природного світла. Для створення сприятливих умов зорової роботи розрахункове значення коефіцієнта освітлення приміщень повинне бути більшим за нормоване. Запроектована будівля знаходиться в IV світловому поясі оскільки вона розташована у Житомирській області.

Нормоване значення КПО визначаємо за формулою:

$$e_i = a_m^{II} \cdot m \cdot c , \quad (4.1)$$

де m - коефіцієнт світлового клімату, для IV світлового поясу $m=0,9$;

c - коефіцієнт сонячного клімату, для IV світлового поясу $c=0,75$;

a_m^{II} - значення КПО світлового поясу згідно СНиП II-4-79 для офісних приміщень буде 1 % .

Отже,

$$e_n = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,6$$

Тип зорової роботи при роботах на підприємстві грубої точності. Розраховуємо коефіцієнт природного освітлення в приміщенні, де знаходиться одне вікно шириною $a=4,15$ м і висотою $b= 1,4$ м.

Довжина приміщення $l_{\text{п}}=8,37$ м, $B=5,1$ м, висота $H=3$ м. У вікнах використано склопакет (подвійне скління). На вікнах знаходяться жалюзі.

Схема приміщення показана на рисунку 6.1.

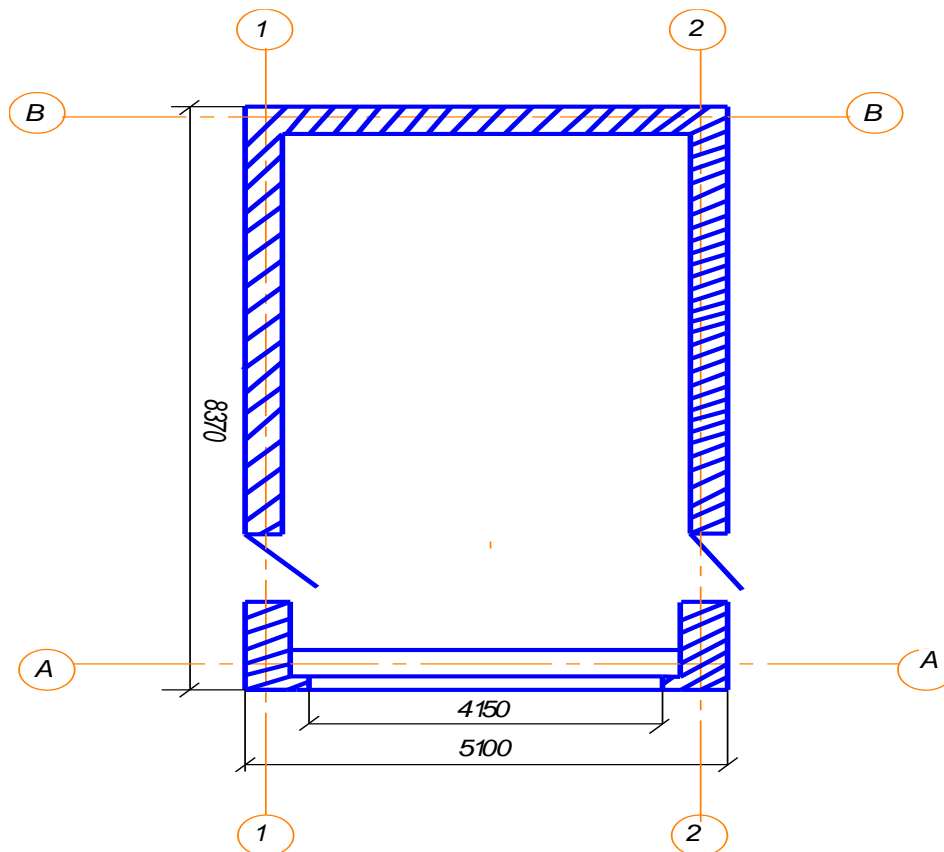


Рисунок 4.1 – Схема приміщення

Розрахунок КПО при боковому освітленні здійснюється без урахування її елементів, які відносяться до проти стоячої будівлі за формулою:

$$E_p^{\delta} = E_{\delta} \cdot q \cdot r_1 \tau_0 / k_3, \quad (4.2)$$

де E_{δ} - геометричний КПО у розрахунковій точці при боковому освітленні, що враховує пряме світло неба;

q - коефіцієнт, що враховує нерівномірну яскравість хмарного неба, при $\alpha=18^\circ$, $q=0,69$;

r_1 - коефіцієнт, який враховує підвищення КПО;

τ_0 - загальний коефіцієнт світлопропускання;

k_3 - коефіцієнт запасу, $k_3=1,3$, при вертикальному розташуванні світлопропускаючого матеріалу;

Розраховуємо геометричний КПО приміщення:

$$E_6=0,01 (n_1 \cdot n_2), \quad (4.3)$$

де n_1 - кількість променів за графіком I, що проходять від неба через світлові прорізи в розрахункову точку на поперечному розрізі приміщення;

n_2 - кількість променів за графіком II, що проходять від неба через світлові прорізи, площею $S=2,5 \cdot 1,8=4,5 \text{ м}^2$ в розрахункову точку.

$$E_6=0,01 (2,5 \cdot 46)=1,15\%.$$

Визначаємо значення коефіцієнта r_1 , для чого розраховуємо середньозважений коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{ср}}$.

Площа стін і підлоги приміщення $S_1 = S_3 = V \cdot l_{\text{п}} = 5,1 \cdot 8,37 = 42,68 \text{ м}^2$.

Площа стін без врахування площі застелення:

$$S_2 = 2 \cdot (V \cdot H + l_{\text{п}} \cdot H) - a \cdot h = 2(5,1 \cdot 3 + 8,37 \cdot 3) - 1,8 \cdot 2,5 = 76,32 \text{ м}^2. \quad (4.4)$$

Стіни приміщення пофарбовані у білий колір для якого коефіцієнт відбиття $\rho_2=0,7$, стеля біла пофарбована вапном - $\rho_1=0,7$. Підлога коричневого кольору - $\rho_3=0,5$.

Визначаємо середньозважений коефіцієнт відбиття:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3} = \frac{0,7 \cdot 76,32 + 0,7 \cdot 42,68 + 0,5 \cdot 42,68}{76,32 + 42,68 + 42,68} = 0,66 \quad (4.5)$$

Визначаємо загальний коефіцієнт світло проникнення за формулою [5]:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 , \quad (4.6)$$

де τ_1 - коефіцієнт світло-пропускання матеріалу вікон, $\tau_1 = 0,8$ для подвійних вікон;

τ_2 - втрати світла у віконних рамах; $\tau_2 = 0,6$ для подвійних вікон, що окремо відкриваються;

τ_3 - коефіцієнт втрати світла в несучих конструкціях, $\tau_3 = 0,9$ для сталевих ферм;

τ_4 - втрати світла в сонцезахисних пристроях, $\tau_4 = 1$, так як вони відсутні;

τ_5 - втрати світла в захисній сітці під ліхтарями, приймаємо $\tau_5 = 0,9$.

$$\tau_0 = 0.8 \cdot 0.6 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 0.9 = 0.39 .$$

Визначаємо розрахунковий КПО приміщення:

$$E_p^{\sigma} = \frac{1,15 \cdot 0,69 \cdot 2,9 \cdot 0,39}{1,3} = 0,69\% \quad (4.7)$$

Висновок:

Оскільки розрахунковий КПО більше нормованого, тобто $0,69\% > 0,6\%$, то дані роботи в приміщенні можна виконувати.

Роботи з монтажу систем тепло-холодопостачання повинні виконуватись відповідно до ПВР і бути погодженими з загальнобудівельними та іншими спеціальними роботами.

До виконання газозварювальних робіт допускаються особи, не молодші за 18 років. Якщо газозварювальник мав перерву в роботі, більшу від трьох місяців, або перейшов з іншого підприємства, він повинен пройти повторну перевірку знань (комісія спеціальним протоколом дає дозвіл на газозварювальні роботи). Газозварювальник має право працювати тільки на закріпленому за ним газогенераторі.

Необхідно пам'ятати, що ацетилен в суміші з повітрям (киснем) від 2,2 до 80,7 % в поєднанні з червоною міддю (а також із сріблом, ртуттю) вибухонебезпечний, а за температури, вищої від 150 °С, поляризується і самовибухає. Кисень вибухонебезпечний в поєднанні з будь-яким жиром (мастилом).

Газові балони необхідно зберігати в металевих шафах. Балони потрібно оберегти від механічних пошкоджень і ударів, тому що це може викликати вибух.

Перед початком газового зварювання необхідно перевірити: міцність і герметичність приєднання газових рукавів до пальника і редуктора; наявність води в гідрозатворі до рівня пробки, а також щільність приєднання шланга до затвора, справність пальника і редуктора.

На виконання вогневих робіт необхідний спеціальний дозвіл, особливо на об'єктах реконструкції.

Електрозварювальні апарати повинні бути занулені або заземлені, а в неробочий час знеструмлені. Апарати необхідно регулярно, хоча б один раз в місяць, перевіряти на: відсутність замикання на корпус; цілісність заземлювального проводу; справність ізоляції живильних проводів; відсутність оголених струмопровідних частин; відсутність замикання між обмотками високої і низької напруг.

Користуючись трубними і гайковими ключам, не можна одягати обрізки труб на ручки ключів і використовувати металеві підкладки під губки ключів. Під час заповнення системи тепло-холодопостачання теплоносієм і його випускання, під час випробування і налагодження, необхідно користуватись переносними освітлювачами напругою не вище ніж 12 В . [14]

4.1 Висновок до розділу

Виділені основні небезпечні виробничі фактори та їх вплив на організм робітників, як освітленість, шум, вібрація та ін. Наведений розрахунок природнього освітлення.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

5.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту. Технічна можливість та економічна доцільність.

В магістерській роботі передбачається системи тепло-холодопостачання та вентиляції з використанням новітніх технологій в житловому будинку коледжного типу в м. Житомир

Будівля розміщена в південно-західній частині села, і займає територію площею 115м².

Мета розробки тепло-холодопостачання:

- створення комфорту для мешканців будинку;
- створення мікроклімату для мешканців;
- зменшення витрат палива;
- естетичний вигляд.

5.2 Огрунтування проектної потужності об'єкта

Кліматичні умови району:

- сейсмічність району- менше 6 балів;
- розрахункова температура зовнішнього повітря прийнята за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010;
- середня температура найбільшої холодної п'ятиденки - 21°C;
- температура найбільш холодної доби - 26°C;
- снігове та вітрове навантаження прийняті для II району.

Планується влаштувати в приміщеннях житлового будинку системи тепло-холодопостачання, гарячого водопостачання та газопостачання.

Використовується горизонтальна двотрубна система тепло-холодопостачання.

Джерелом тепла для опалення слугує котел, який розташований на першому поверсі будинку. Проектом прийняті поліетиленові трубопроводи для систем тепло-холодопостачання.

5.3 Дані про можливість забезпечення основними матеріалами, енергоресурсами

Теплопостачання даної будівлі передбачено від теплового насосу 1 типу geoTHERM марки VWS 302/2 (соляний розчин/вода).

Теплоносій - вода з параметрами 70-50°C.

Теплопотреби на опалення 28 000 Вт.

Теплопотреби на гаряче водопостачання 18000 Вт.

Автономна скважина служить джерелом господарсько-питного водопостачання даного житлового будинку.

Максимальна годинна витрата води 0,045 м³/год. Загальна кількість необхідної води 2,1 м³/год.

5.4 Матеріали оцінки впливів на мешканців будинку

В приміщенні житлового будинку відсутні шкідливі впливи на організм мешканців та навколишнє середовище.

Для хорошого самопочуття мешканців необхідно підтримувати в приміщенні комфортні умови, що забезпечуються за допомогою влаштованих систем тепло-холодопостачання.

5.5 Основні технологічні та будівельні рішення

Технологічні рішення диктуються умовами існуючої споруди та вимогами нормативних технічних документів .

Система тепло-холодопостачання житлового будинку прийнята згідно ДБНВ.2.5-67.2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Запроектовано для всіх приміщень будинку система водяного тепло-холодопостачання двотрубна, горизонтальна із нижньою розводкою.

Як прилади для тепло-холодопостачання планується використовувати фанкойли марки «Daikin» з боковим підключенням. Тепло-холодопровідність провідність залежить від типу і довжини обігрівального приладу. Система тепло-холодопостачання та гаряче водопостачання з поліетиленових труб ДСТУБВ.2.5-

21-2002С.5. Теплоносій - вода 90-70°C. За рахунок зниження тепловіддачі системи водяного опалення відбувається скорочення енергоспоживання.

5.6 Моживі терміни влаштування системи тепло-холодопостачання

Для виконання робіт по газифікації житлового будинку орієнтовано три дні. Для системи тепло-холодопостачання три тижні, а для гарячого водопостачання один тиждень.

5.7 Основні положення по організації системи тепло-холодопостачання

Монтаж системи тепло-холодопостачання здійснюється підрядним способом. Для цього господар будинку наймає бригаду монтажників, яка виконує монтаж систем та обладнання.

Обладнання для систем тепло-холодопостачання поставляє фірма, яка монтує.

Форма оплати праці виробничо-преміальна.

5.8 Визначення найбільш доцільного варіанту системи тепло-холодопостачання

Коефіцієнт перерахунку на тепло-холодопостачання

$$k_{\Pi}^{\text{оп}} = \frac{t_{\Pi} - t_{\text{м}}}{t_{\Pi} - t_{\text{з.мін}}}, \quad (5.1)$$

де t_{Π} – температура в приміщенні, °С;

$t_{\text{м}}$ – середньомісячна температура °С;

$t_{\text{з.мін}}$ – мінімальна зовнішня температура °С.

$$k_{\Pi}^{\text{оп}} = \frac{18 - 8}{18 - (-20)} = 0,263.$$

Потужність, що споживається

$$N_{\text{с}}^{\text{оп}} = k_{\Pi}^{\text{оп}} \cdot N_{\text{max}}, \quad (5.2)$$

де N_{max} – максимальна потужність, кВт.

$$N_c^{\text{оп}} = 0,263 \cdot 29 = 7,627 \text{ (кВт)}.$$

Споживання газу за місяць

$$V_{\text{зв}}^{\text{оп}} = \frac{n \cdot 24 \cdot N_c^{\text{оп}}}{Q_{\text{пал}} \cdot \eta_{\text{к}}}, \quad (5.3)$$

де n – кількість розрахункових днів;

$Q_{\text{пал}}$ – теплотворна здатність палива, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3}$;

$\eta_{\text{к}}$ – ККД котла.

$$V_{\text{зв}}^{\text{оп}} = \frac{31 \cdot 24 \cdot 7,627}{8,6 \cdot 0,9} = 734 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{міс}} \right).$$

Витрати коштів на паливо за місяць

$$C_{\text{зв}}^{\text{оп}} = V_{\text{зв}}^{\text{оп}} \cdot \Pi_{\text{п}}, \quad (5.4)$$

де $\Pi_{\text{п}}$ – ціна палива; $\Pi_{\text{п}} = 2,2482$ грн за 1 м^3 газу.

$$C_{\text{зв}}^{\text{оп}} = 734 \cdot 2,2482 = 1650 \left(\frac{\text{грн}}{\text{міс}} \right).$$

Витрата палива на тепло-холодopостачання за рік

$$C_{\text{зв річн}}^{\text{оп}} = \Sigma C_{\text{зв}}^{\text{оп}} = 9383 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{рік}} \right).$$

Максимальна потужність гарячого водopостачання (ГВП)

$$N_{\text{max}}^{\text{ГВП}} = \frac{G_{\text{ГВ}} \cdot 1 \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}})}{860}, \quad (5.5)$$

де $G_{\text{ГВ}}$ – добова витрата гарячої води, л/добу;

$t_{\text{ГВ}}, t_{\text{ХВ}}$ – температура гарячої та холодної води відповідно °С.

$$N_{\text{max}}^{\text{ГВП}} = \frac{200 \cdot 1 \cdot (55 - 5)}{860} = 9,8 \text{ (кВт)}.$$

Споживана потужність

$$N_c^{\text{ГВП}} = N_{\text{max}}^{\text{ГВП}} \cdot k_{\text{п}}, \quad (5.6)$$

$$N_c^{ГВП} = 9,8 \cdot 1 = 9,8 \left(\frac{\text{кВт}}{\text{добу}} \right).$$

Річна споживана потужність ГВП

$$N_{зв\ річн}^{ГВП} = N_c^{ГВП} \cdot m, \quad (5.7)$$

де m – кількість днів в році.

$$N_{зв\ річн}^{ГВП} = 9,8 \cdot 365 = 1273 \left(\frac{\text{кВт}}{\text{рік}} \right).$$

Споживання газу за рік на ГВП

$$V_{зв}^{ГВП} = \frac{N_{зв\ річн}^{ГВП}}{Q_{пал} \cdot \eta_k}, \quad (5.8)$$

де n – кількість розрахункових днів;

$Q_{пал}$ – теплотворна здатність палива, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3}$;

η_k – ККД котла.

$$V_{зв}^{ГВП} = \frac{1273}{8,6 \cdot 0,9} = 164,5 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{рік}} \right).$$

Річні витрати коштів на паливо за ГВП

$$C_{зв}^{ГВП} = V_{зв}^{ГВП} \cdot C_{п}, \quad (5.9)$$

$$C_{зв}^{ГВП} = 164,5 \cdot 2,2482 = 370 \left(\frac{\text{грн}}{\text{рік}} \right).$$

Річні витрати коштів на паливо

$$C_{зв} = C_{зв}^{ГВП} + C_{зв}^{оп}, \quad (5.10)$$

$$C_{зв} = 9383 + 370 = 9753 \text{ (грн)}.$$

Вартість обладнання для газового котла $C_{зв} = 31392$ грн.

Результати розрахунків споживання палива в залежності від способу тепло-холодопостачання приміщення зведені в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Споживання палива різними пристроями

Технічні характеристики	Розмірність	Спосіб тепло-холодопостачання приміщення					
		Газовий котел	Котел на вугіллі	Котел на дровах	Електрокотел	Конденсаційний котел	Тепловий насос
1	2	3	4	5	6	7	8
Вартість обладнання	грн	31392	36188	36188	26073	55045	201854
Максимальна потужність споживача	кВт	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9
Річні потреби для тепло-холодопостачання	-	9383 м ³ /рік	23 т/рік	94 м ³ /рік	72979 кВт·год/рік	8364 м ³ /рік	
Річні потреби для гарячого водопостачання	-	370 м ³ /рік	1 т/рік	3 м ³ /рік	2701 кВт·год/рік	308 м ³ /рік	
Використання палива	-	9753 м ³ /рік	24 т/рік	97 м ³ /рік	75680 кВт·год/рік	8672 м ³ /рік	10000 кВт·год/рік
Витрата умовного палива		3062	3,23	13	7287	2720	-
Ціна палива	-	2,2482 грн/м ³	1075 грн/т	290 грн/м ³	0,3648 грн/кВт·год	2,2482 грн/м ³	0,3648 грн/кВт·год
Річні витрати коштів на паливо	грн	21927	25800	28130		19496	
Річні витрати коштів на електроенергію	грн				27608		3648
Економія	грн/рік	-	6304	8634	8112	2431	18279
Термін окупності	років	-	3,5	2,5	2,7	3,2	10

Проведений техніко-економічний аналіз показує, що термін окупності теплового насоса найбільший в порівнянні з іншими джерелами і становить 10 років. Згідно з таким методом перевага повинна бути надана водогрійним котлам на різних видах палива. Але в наш час, коли проблема забруднення навколишнього середовища стоїть дуже гостро, потрібно звернути увагу не тільки на економічний ефект, а й на екологічні аспекти використання теплотехнічного обладнання. Тому, в подальшому, виконаємо оцінку впливу життєвого циклу вибраних теплогенераторів на навколишнє середовище.

5.9 Техніко-економічні показники

Таблиця 5.4 - Орієнтовні величини ТЕП

Показник	Од. виміру	Значення
Загальна продуктивність системи тепло-холодопостачання	кВт	28
Витрата води в системі тепло-холодопостачання	л	120
Загальна продуктивність системи ГВП	кВт	3
Годинна витрата води в системі ГВП	м ³ /год	0,9
Витрати електроенергії системами в рік	кВт·год в рік	10000
Термін влаштування систем тепло-холодопостачання	тижнів	4,5

5.10 Локальні кошториси

Кошторисна документація до дипломного проекту складена у відповідності із Д .1.1.1– 2000 “Правила визначення вартості будівництва”.

Кошторисна документація складена в цінах на 2020 року.

Локальні кошториси складені на монтаж системи газопостачання, тепло-холодопостачання та гарячого водопостачання (див. кошторис) види та обсяги робіт наведені в організаційно-технологічній частині.

В локальних кошторисах приведені витрати праці, машин та механізмів на влаштування газопостачання, системи тепло-холодопостачання та гарячого водопостачання (див. локальний кошторис). В них наведено риночну вартість основного обладнання та матеріалів.

5.11 Загальні техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проекту визначаються сумарними характеристиками, а також їх значеннями, що віднесені до об’єму теплоносія, що транспортується. Найголовнішими показниками є кошторисна вартість монтажу системи тепло-холодопостачання та вартість встановлююмого обладнання та витратних матеріалів.

Кошторисну вартість визначають відповідно діючим нормам з врахуванням встановлених надбавок на накладні витрати та планові накопичення.

Система тепло-холодопостачання

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на Локальний кошторис системи тепло-холодопостачання
Локальний кошторис

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 528,348 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 3,182 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 67,843 тис. грн.
Середній розряд робіт 4,0 розряд

Складений в поточних цінах станом на "1 листопада" 2020 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробіт-	ної плати в тому числі заробітної плати	в тому	на одини-	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	C331-6-2	Перевезення устаткування та будівельних машин транспортом загального призначення на відстань 30 км	т	5,6	<u>79,29</u>	<u>79,29</u>	444	-	<u>444</u>	-	-
2	E46-30-2	Пробивання отворів в бетонних стінах, підлогах товщиною 100 мм, площею до 100 см ²	100шт	2,53	<u>1794,80</u> 917,62	<u>877,18</u> 262,01	4541	2322	<u>2219</u> 663	<u>44,48</u> 16,1311	<u>112,53</u> 40,81
3	E46-29-6	Пробивання круглих отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщиною до 25 см	100шт	1	<u>3035,84</u> 1669,85	<u>1365,99</u> 407,06	3036	1670	<u>1366</u> 407	<u>83,87</u> 24,9665	<u>83,87</u> 24,97
4	E16-14-12	Прокладання трубопроводів тепло-холодопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 25 мм зі з'єднанням терморезисторним зварюванням	100м	7,9	<u>4801,52</u> 1903,18	<u>1027,38</u> 398,95	37932	15035	<u>8116</u> <u>3152</u>	<u>89,9</u> <u>24,7574</u>	<u>710,21</u> <u>195,58</u>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	E16-14-14	Прокладання трубопроводів тепло-холодопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 32 мм зі з'єднанням терморезисторним зварюванням	100м	0,42	<u>10816,60</u> 2246,14	<u>399,58</u> 147,99	4543	943	<u>168</u> 62	<u>106,1</u> 9,1445	<u>44,56</u> 3,84
6	E16-14-15	Прокладання трубопроводів тепло-холодопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 40 мм зі з'єднанням терморезисторним зварюванням	100м	0,42	<u>4209,52</u> 2438,78	<u>480,23</u> 180,34	1768	1024	<u>202</u> 76	<u>115,2</u> 11,1495	<u>48,38</u> 4,68
7	E16-7-3	Прокладання трубопроводів тепло-холодопостачання зі сталевих водогазопровідних оцинкованих труб діаметром 25 мм	100м	0,22	<u>5899,07</u> 1152,93	<u>117,50</u> 29,90	1298	254	<u>26</u> 7	<u>55,27</u> 1,7283	<u>12,16</u> 0,38
8	E16-7-4	Прокладання трубопроводів тепло-холодопостачання зі сталевих водогазопровідних оцинкованих труб діаметром 32 мм	100м	0,34	<u>11154,39</u> 1152,93	<u>117,50</u> 29,90	3792	392	<u>40</u> 10	<u>55,27</u> 1,7283	<u>18,79</u> 0,59
9	E18-6-2	Установлення фанкойлів	100кВт	2,3	<u>8045,32</u> 1883,16	<u>408,16</u> 127,21	18504	4331	<u>939</u> 293	<u>96,92</u> 7,4618	<u>222,92</u> 17,16
10	E16-15-1	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 25 мм	шт	201	<u>1294,95</u> 49,12	<u>11,65</u> 2,61	260285	9873	<u>2342</u> 525	<u>2,41</u> 0,1561	<u>484,41</u> 31,38
11	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	шт	2	<u>7352,67</u> 429,38	<u>33,37</u> 8,71	14705	859	<u>67</u> 17	<u>21,32</u> 0,5002	<u>42,64</u> 1
12	E18-2-1	Установлення теплового насосу 1 типу геотHERM марки VWS 302/2	шт	2	<u>51086,41</u> 1537,47	<u>398,67</u> 118,32	102173	3075	<u>797</u> 237	<u>75,44</u> 6,9236	<u>150,88</u> 13,85
13	E18-22-1	Установлення показчиків рівня кранового типу	комплект	201	<u>30,57</u> 27,10	- -	6145	5447	- -	<u>1,28</u> -	<u>257,28</u> -
14	E18-22-1	Установлення показчиків рівня кранового типу	комплект	3	<u>30,57</u> 27,10	- -	92	81	- -	<u>1,28</u> -	<u>3,84</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном	комплект	3	<u>11,29</u> 7,74	-	34	23	-	<u>0,36</u>	<u>1,08</u>
16	E18-22-4	Установлення термометрів в оправі прямих та кутових	комплект	3	<u>11,57</u> 10,39	-	35	31	-	<u>0,51</u>	<u>1,53</u>
17	E16-29-3	Гідравлічне випробування трубопроводів систем тепло-холодопостачання, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 200 мм	100м	10,5	<u>353,37</u> 207,31	<u>4,28</u> 0,24	3710	2177	<u>45</u> 3	<u>8,22</u> 0,015	<u>86,31</u> 0,16
18	E46-33-2	Закладення бетоном в залізобетонних перекриттях отворів, гнізд і борозен площею до 0,2 м2	м3	1	<u>2208,72</u> 1288,10	<u>36,36</u> 11,33	2209	1288	<u>36</u> 11	<u>73,69</u> 0,6783	<u>73,69</u> 0,68
19	C331-6-2	Перевезення устаткування та будівельних машин транспортом загального призначення на відстань 20 км	т	0,119	<u>56,73</u> -	<u>56,73</u> -	7	-	<u>7</u> -	-	-
Разом прямі витрати по кошторису							483494	52177	<u>18026</u> 5899		<u>2518,24</u> 361,95
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:							483494				
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							413291				
всього заробітна плата, грн.							58076				
Загальноновиробничі витрати, грн.							44854				
трудоємність в загальноновиробничих витратах, люд.год.							302,03				
заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.							9767				
Всього будівельні роботи, грн.							528348				
Всього по кошторису							528348				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							3182				
Кошторисна заробітна плата, грн.							67843				

Склав _____ К.С.Пригода
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____ О.Г.Лялюк
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

5.12 Висновок до розділу

В даному розділі дипломного проекту виконано локальний кошторис на влаштування систем тепло-холодопостачання житлового будинку у м.Житомир, визначено основні техніко-економічні показники. На основі локального кошторису визначено вартість монтажу системи тепло-холодопостачання, яка склала – 528,348 тис. грн.

ВИСНОВОК

В роботі було вирішено наступні завдання:

- виконано багатоваріантний аналіз джерел тепlopостачання житлового будинку;
- оцінено екологічну ефективність різних джерел тепlopостачання індивідуального житлового будинку на повному життєвому циклі;
- розроблено математичну модель для дослідження режимів роботи теплового насоса (ТН), проведено оцінку впливу температур підведення і відведення теплоти та температури навколишнього середовища на показники ефективності роботи ТНУ на холодоагенті R407C;
- розроблено конструкцію U-подібного земляного зонду. Підібране основне обладнання – тепловий насос типу geoTHERM марки VWS 302/2 $Q_{\text{TH}}=30$ кВт та допоміжне обладнання – розширювальний бак Reflex DE60 $V=60$ (л);
- розроблено конструкцію земляного зонда, виконані його тепловий та гідравлічний розрахунки. Розраховано, що для даної ТНУ потрібно 5 свердловин по 90 м. Також вибрано та розраховано вертикальний зонд, так як біля будинку не вистачає площі під горизонтальний колектор;
- розраховано та підібрано ґрунтовий зонд для передачі теплової енергії від землі до холодоагенту;
- проведено багатоваріантний аналіз джерел тепlopостачання житлового будинку та визначено їх термін окупності;
- розроблені заходи з організації та технології монтажу системи тепло-холодопостачання житлового будинку в м. Житомир. Визначені склад і об'єми робіт; потреба в машинах, механізмах та в матеріальних ресурсах; трудомісткість монтажу склала 37 люд/днів. В результаті розрахунків визначено, що монтаж системи тепло-холодопостачання буде виконаний за 26 днів;

- виконано локальний кошторис на влаштування систем тепло-холодопостачання житлового будинку у м.Житомир, визначено основні техніко-економічні показники. На основі локального кошторису визначено вартість монтажу системи тепло-холодопостачання, яка склала – 528,348 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплоснабжение и вентиляция. /К.В. Тихомиров К.В., Э.С. Сергиенко. –М: Стройиздат/ - 1991.-480с.
2. Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціювання повітря [текст]/ І.А Пономарчук, О.Б. Волошин – Вінниця: ВНТУ, 2004 – 121 с.
3. Ратушняк Г.С. Експлуатація систем тепlopостачання та вентиляції [текст] / Г.С. Ратушняк , Г.С. Попова. – Вінниця: ВДТУ,2000. – 122 с.
4. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция (учебник для ВУЗов) [текст]– М. Стройиздат, 1991. – 735 с.
5. Стефанов Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха: Инженерные системы зданий/ Е.В. Стефанов. – Санкт-Петербург: АВОК Северо-запад, 2005.-400с – ISBN 5-9021-08-9.
6. Иванов О.П. Выбор оборудования для утилизации тепла и холода в системах кондиционирования. – Холодильная техника, 2012, №2, с.12-15.
7. Иванов О.П. Конденсаторы и водоохлаждающие устройства. М.: Энергоатомиздат, 2013. – 162 с.
8. Иванов О.П., Рымкевич А.А. Методика комплексной оценки эффективности использования утилизации тепла и холода в системах кондиционирования воздуха. – Холодильная техника, 2010, №3, с.34-38.
9. Колунов О.А, Иванов О.П. Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования за счет применения утилизации теплоты удаляемого воздуха. – Сб. научных трудов СПбГУНиПТ, Холодильная и криогенная техника, 2003, №1.
10. Колунов О.А., Иванов О.П. Уточненная методика расчета основных аппаратов обращенной тепловой машины с учетом климатических условий работы СКВ. – СПб, Межвузовский сборник научных трудов, Известия СПбГУНиПТ, 2003, №1(5), с.26-40.

11. Белоногов Н.В., Пронин В.А. Математическое моделирование процессов теплообмена в перекрестноточном пластинчатом рекуператоре.//Вестник МАХ. 2003 г.-№ 4 - с. 6-9.

12. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления вентиляции и кондиционирования воздуха— М.: Энергоатомиздат, 2013.-319 с.

13. Васильев В. А., Каменецкий К. К. Экспериментальное исследование регенеративного теплообменника и анализ тепловых процессов [Электронный журнал]: Электронный научный журнал «Холодильная техника и кондиционирование»/ ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. – Электронный журнал – Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ, 2010. - №2. – сентябрь. 2010.»

14. Иванов О.П. Выбор оборудования для утилизации тепла и холода в системах кондиционирования воздуха / Холодильная техника, 2009, № 6. с.12-15.

15. Карпис Е.Е. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха,— М.: Энергоатомиздат, 2016. -267 с.

16. Анисимов С.М. Утилизация теплоты вытяжного воздуха в перекрестноточном рекуператоре// Инженерные системы. 2003, Т. 8, №4 - с. 30-36.

17. Вишневецкий Е. П. Рекуперация тепловой энергии в системах вентиляции и кондиционирования воздуха / Электронный журнал «Библиотека энергосбережения». – № 4, 2008

18. Вентилювання приміщень / С. С. Жуковський, О. Т. Возняк, О. М. Довбушта ін: Навч. посібник. – Львів: Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 476 с.

19. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учебник для вузов/ под ред. В. М. Гусева. – М.: Энергоатомиздат, 2016. –343 с.

20. Ананьев В. А., Балуева Л. Н., Гальперин А. Д и др. / Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. –Евроклимат, 2001, 416 с.

21. Справочник по теплообменникам: в 2 т. Т.1 Пер. с англ. под ред. Б.С. Петухова. — М.: Энергоатомиздат, 2007. — 560 с.

22. Теоретические основы хладотехники. Тепломассообмен: учеб. пособие для высш. учеб. заведений / С.Н. Богданов [и др.]. — М.: Агропромиздат, 2016. — 320 с.

23. Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 – [Чинний від 2014–01–01]. –К.: Мінрегіон, 2014. – 96 с. – (Національний стандарт України).
24. Р.В. Щекин. Справочник по теплоснабжению и вентиляции./ Щекин Р.В. - К: Будівельник 1976р. – 367с.
25. Зайцев О.Н. "Проектирование систем водяного отопления"/ О.Н. Зайцев, А.П. Любарец Вена-Киев-Одесса 2008, 200с.
26. Ратушняк Г.С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання [Текст] : навч. посіб. / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. - Вінниця : ВДТУ, 2002. - 120 с.
27. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010–Будівельна кліматологія Київ [Чинний від 01.10.2011] – К.: Київ Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010 р. – 128 с.
28. ДБН В.2.6-31:2016 "Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dwg.ru/dnl/2196> – Назва з екрана.
29. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.vashdom.ru/snip/20405-13/> – Назва з екрана.
30. Ратушняк Г. С. Будівельна теплофізика [Текст] : навч. посіб. для вузів / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. - Вінниця : ВНТУ, 2004. - 119 с.
31. Староверов И. Г. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. /И. Г.Староверов, Ю. И.Шиллера. – М: Стройиздат, 1990. – 343с.
32. Радиатор алюминиевый Fondital [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://www.radiator.in.ua/aluminiy-radiator/fondital.html>– Назва з екрана.
33. Металополімерна труба Valtec [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://valtec.ua/uk/> – Назва з екрана.
34. Каталоги насосного обладнання Wilo [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://wilo.com/by>– Назва з екрана.
35. Каталог Danfoss "Автоматические и ручные балансировочные клапаны" 2008, 91с.
36. Технічний опис Danfoss "Радіаторні терморегулятори RTD" 2000 – 60с.
37. Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт/ Р.І. Кінаш, С.С Жуковський. - Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999. – 448 с.

38. Староверов И.Г. Монтаж внутренних санитарно-технических устройств / И. Г. Староверов / Учебн. для вузов. – М: Стройиздат, 1984. – 506 с.
39. О. Д. Панкевич. Організація будівництва: навчальний посібник/ Панкевич О.Д. - Вінниця: ВНТУ, 2007. – 86 с.
40. Бортовой автомобиль JAC HFC1045K [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.gruzoviki.com> – Назва з екрана.
41. Лебідка вантажопідіймна [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://budmash.ua> – Назва з екрана.
42. Трансформатор зварний ТДМ-300 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: http://npfets.ru/catalog/all_manuf/tdm_300 – Назва з екрана.
43. Механізовані інструменти [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://leg.co.ua/info/instrumenty-i-mehanizmy/elektricheskie-ruchnye-mashiny-i-porohovoy-instrument-dlya-montazha-sistem-avtomatizacii.html> – Назва з екрана.
44. Сайт компанії Rems: характеристика гідравлічного пресу REMS [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.rems.ru> – Назва з екрана.
45. Сайт компанії Rems: характеристика різьбонарізного приладу «REMS Amigo» [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.rems.ru> – Назва з екрана.
46. А. Г. Смирнов: Справочные данные по расчетным коэффициентам электрических нагрузок / А. Г. Смирнов, Л. Б. Годгельф, Б. Д. Жохов, С. У. Эрдниева. – К.: Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР, 1990 г. – 110 с.
47. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Внутрішні санітарно-технічні роботи (Збірник 15): ДСТУ Б Д.2.4-15:2014 – [Чинний від 2014 – 01 – 08]. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 148 с.
48. Лемешев. М.С. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях: методичні вказівки до опрацювання розділу «Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах і роботах для студентів будівельних спеціальностей/ М.С. Лемешев, О.В. Березюк – Вінниця: ВНТУ, 2012 р. – 64 с.
49. ДСН 3.3.6.042–99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99> – Назва з екрана.

50. ДБН В.2.5-28–2018 "Природне і штучне освітлення" [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188 – Назва з екрана.

51. ДСН 3.3.6.039–99 " Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації" [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://arm.te.ua/docs/DSN_3.3.6.039-99.pdf – Назва з екрана.

52. ДБН А.3.2-2–2009 "Охорона праці і промислова безпека в будівництві" [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945 – Назва з екрана.

53. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 "Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом" [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945 – Назва з екрана.

54. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016 – К.: Мінрегіон України, 2017. – 47 с. – (Національний стандарт України).

55. Лялюк. О.Г. Економіка будівництва: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт/ Лялюк.О.Г.. – Вінниця: ВНТУ, 2003. – 26с.

56. Системи вентиляції повітря громадських будівель як засіб підвищення енергоефективності / І.А. Пономарчук, Д.С. Голосенко // Всеукраїнська науково – практична інтернет – конференція «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/ mn2020/paper/view/10417>

57. [Електронний ресурс] <http://www.proxima.com.ua>

58. [Електронний ресурс] <http://www.ford.ru/>

59. [Електронний ресурс] http://www.lennox.ua/html/prom/prom_roo_ftops.php.

ДОДАТОК А

Міністерство освіти і науки України

Вінницький національний технічний університет

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Затверджено:

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г. С

“ ___ ” _____ 2020 р

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

**СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ТИПОВОГО ЖИТЛОВОГО
БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник:

к.т.н., проф. Ратушняк Г. С.

Розробив:

ст. гр. ТГ – 19м Пригода К. С.

Розробити систему забезпечення мікроклімату житлового будинку в м. Житомир з застосуванням відновлюваних джерел енергії.

1. Призначення розробки та місце застосування.

Призначення системи опалення – це забезпечення допустимих та оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні. Система опалення повинна відповідати вимогам економічності, гігієнічності та безпечності в пожежному відношенні. Систему опалення вибирають залежно від району будівництва, теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій та типу будівлі.

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на бакалаврську дипломну роботу затверджено наказом № 214 “25” вересня 2020 року.

Основою для виконання робіт є план креслення житлового будинку в м.

Житомир. Метою розробки є створення в приміщеннях будинку комфортних умов для жителів.

3. Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні робочі креслення будівлі, технологічне завдання та нормативно-технічна література.

4. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціонування наведені у нормативній літературі:

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» ;
- ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. Частина 2. Будівництво».

5. Вимоги по стандартизації.

При розробці систем забезпечення мікроклімату 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 надійності до систем забезпечення мікроклімату :

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 забезпечення мікроклімату 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:

1.1. Середня виробка обладнання на відмову, яка складає не менше 10 років

1.2. Середній повний строк служби не менше 20 років

1.3. Оцінку відповідності показників надійності – середню виробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності з ДСТУ 3004-95.

1.4. На вироби повинні бути встановлені строки експлуатації

2. Ергономічні вимоги:

2.1. Розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду на протязі денної та нічної частини доби.

2.2. Виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань.

3. 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.

4. Порядок розробки випробування, приймання систем вентиляції:

Стадії розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013

«Опалення, вентиляція та кондиціонування»

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.

5. Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

6. 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.

7. Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

8. 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 магістерської кваліфікаційної дипломної роботи (табл.1).

Таблиця 1 - Етапи проектування БДР

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту
1	Аналітичний аналіз стану використання теплових насосів
2	Теоретичне та проектне обґрунтування джерел тепло-холодо-постачання житлового будинку. Моделювання теплових режимів системи з тепловими насосами
3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень
4	Заходи з охорони праці та безпеки навколишнього середовища
5	Економічне обґрунтування проект-них рішень системи тепло-холодо-постачання

ДОДАТОК Б
Відомість креслень

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. арк.	№ екз.	При-мітка
			<u>Документація</u>			
			<u>загальна</u>			
			Вперше розроблена			
1	A1	08-12.МКР.007.00.000ОВ	Принципова схема ТНУ житлової будівлі	1	1	
2	A1	08-12.МКР.007.00.000ОВ	Розташування елементів системи мікроклімату на 1-му поверсі	1	2	
3	A1	08-12.МКР.007.00.000ОВ	Розташування елементів системи мікроклімату на 2-му поверсі	1	3	
4	A2	08-12.МКР.007.00.000ОВ	Розташування елементів системи мікроклімату на 3-му поверсі	1	4	
5	A1	08-12.МКР.007.00.000ОВ	Аксометрична схема трубопроводів системи тепло- холодопостачання будинку	1	5	
6	A2	08-12.МКР.007.00.000ОВ	Схема автоматики ТНУ житлової будівлі	1	6	
7	A1	08-12.МКР.007.00.000ОВ	Монтажні вузли системи мікроклімату	1	7	

