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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри__ІСБ_____
(назва)
_к.т.н., проф. Коц І.В. _____
(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)
_____«__»_____2020 р.
(підпис)

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЛІ КОТЕДЖНОГО ТИПУ

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
магістра за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»
(Освітня програма – «Теплогазопостачання і вентиляція»)
08-12.МКР.004.00.000 ПЗ

Керівник_ к.т.н., проф. І.В. Коц _
(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)
_____«__»_____2020 р.
(підпис)
Розробив магістрант __групи ТГ-18мі
__І.Д. Єрохіна ____
(підпис, ініціали та прізвище)
Рецензент д.т.н., проф. каф. БМГА
(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)
_____Друкований М.Ф._
(підпис, ініціали та прізвище)
«_»____2020 р.

Вінниця ВНТУ 2020

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.
_____Коц І.В.

"____"_____2020 р.

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

Єрохіній Іоанні Дмитрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Вдосконалення комбінованої системи теплопостачання будівлі котеджного типу

керівник проєкту (роботи) к.т.н., проф. кафедри ІСБ Коц І.В.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від "_06" _березня_2020 року № 76
2. Строк подання студентом проєкту (роботи)_ 2 червня 2020р.
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Архітектурно-будівельні креслення будівлі. Проєктна документація на будівництво, технічні характеристики огороджувальних конструкцій будівлі, термічний опір стін не менше $R_{ст}=3,3 м^2 \cdot °C/Вт$. Відомі проєктні пропозиції щодо комбінованих систем теплопостачання будівель-аналогів котеджного типу, наукові дослідження в напрямку підвищення енергоефективності систем теплопостачання будівель при застосування альтернативних джерел енергії, наукові публікації інших авторів.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд і аналіз відомих теоретичних та експериментальних досліджень в області застосування альтернативних джерел енергії комбінованих із традиційними джерелами для теплопостачання будівель, вибір та обґрунтування заходів та технічних засобів щодо підвищення енергоефективності систем теплопостачання, техніко-економічне обґрунтування, Теоретичне обґрунтування та проєктні рішення для прийняття раціонального варіанта поєднання різних альтернативних та традиційних джерел теплопостачання, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень та заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, техніко-економічні показники, загальний висновок, перелік використаних джерел, додатки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Плакат з результатами наукового розділу роботи – дослідження енергоефективних рішень альтернативних систем теплопостачання. Креслення: Генеральний план розташування будівлі та розсольного контуру. Тепломеханічні схеми комбінованої системи теплопостачання. Монтажні креслення сонячного колектора. Аксонометричні схеми гарячого водопостачання та систем опалення на поверхах будівлі. Конструктивні схеми

приєднання розсольного контуру. Креслення окремих вузлів комбінованої системи теплопостачання. Календарний план монтажу комбінованої системи теплопостачання будівлі.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний огляд і аналіз відомих теорет ичних та експериментальних досліджень в області застосування альтернативних джерел енергії комбінованих із традиційними джерелами для теплопостачання будівель	Коц І.В. к.т.н., проф.		
Теоретичне обґрунтування та проєктні рішення щодо раціональ-ного варіанта поєднання різних альтернативних та традиційних джерел теплопостачання	Коц І.В. к.т.н., проф.		
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Коц І.В. к.т.н., проф.		
Заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В. д.п.н., професор		
Техніко-економічні показники	Лялюк О.Г. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____10.03.2020 р._____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Складання завдання та змісту до МКР	10.03.2020	
2	Аналітичний огляд і аналіз відомих теоретичних та експери-ментальних досліджень в області застосування альтернатив-них джерел енергії комбінованих із традиційними джерела-ми для теплопостачання будівель	25.04.2020	
3	Теоретичне обґрунтування та проєктні рішення щодо раціо-нального варіанта поєднання різних альтернативних та традиційних джерел теплопостачання	30.04.2020	
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень та заходи з охорони праці, техніки безпеки в надзвичайних ситуаціях	15.05.2020	
7	Техніко-економічні показники	20.05.2020	
8	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	30.05.2020	
9	Попередній захист	03.05.2020	
10	Виправлення зауважень	04.06.2020	
11	Рецензування	05.06.2020	
12	Захист МКР	12.06.2020	

Магістрант _____ ____Єрохіна І.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ Коц І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ до магістерської кваліфікаційної роботи магістранта:		**Єрохіної Іоанни Дмитрівни**	
Назва університету	Вінницький національний технічний університет		
Тема	Вдосконалення комбінованої системи теплопостачання будівлі котеджного типу		
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., проф. Коц І.В.		
Обсяг роботи	Пояснювальна записка, стор.	Розділів	Креслень формату А1
	112	5	11
Розділ 1	Аналітичний огляд існуючих систем опалення та нетрадиційних джерел енергії		
Розділ 2	Теоретичне обгрунтування та проєктне рішення прийнятого варіанта системи теплопостачання		
Розділ 3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень		
Розділ 4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
Розділ 5	Техніко-економічні показники		
Висновки по роботі	1. За результатами аналітичного огляду систем опалення та нетрадиційних джерел енергії було обрано двотрубну систему опалення з горизонтальною розводкою трубопроводів. Розроблені основні будівельні та технологічні рішення системи. 2. У другому розділі були розроблені правила і рекомендації з експлуатації системи опалення та гарячого водопостачання. Проаналізовані можливі технічні неполадки роботи систем та описані методи, щодо їх усунення. Виконане теоретичне обґрунтування тепломасобмінних процесів. 3. Проведений аналіз екологічної безпечності використання теплонасосної системи та розрахунково доведена ефективність використання установки щодо захисту довкілля від парникових газів. Розроблені заходи щодо організації монтажу систем опалення. Підібрані машини та механізми для виконання робіт та транспортування. Визначено трудомісткість монтажних робіт, складено графік виконання робіт. 4. Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях 5. Складено локальні кошториси. Визначені техніко-економічні показники проєкту.		
Ключові слова: опалення, гаряче водопостачання, комбінована енергоефективна система, альтернативні джерела енергії, сонячний колектор			

Магістрант: _____Єрохіна І.Д./ПІБ/
Керівник: _____Коц І.В. /ПІБ/
“___”_____2020 р.

SUMMARY to undergraduate master's qualification work:		**Yerokhina Ioanna D.**	
University name	Vinnytsia National Technical University		
Topic	Improvement of the combined heating system of a cottage-type building		
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., prof. Kots I.V.		
The scope of work	Explanatory note, p.	Sections	Drawings of A1 format
	112	5	11
Section 1	Analytical review of existing heating systems and non-traditional energy sources		
Section 2	Theoretical substantiation and design decision of the accepted variant of heat supply system.		
Section 3	Organizational and technological support for the implementation of project solutions		
Section 4	Occupational health and safety in emergencies		
Section 5	Technical and economic indicators		
Conclusions on the work	1. Based on the results of the analytical review of heating systems and non-traditional energy sources, a two-pipe heating system with horizontal piping was selected. The main construction and technological solutions of the system have been developed. 2. In the second section the rules and recommendations on operation of system of heating and hot water supply were developed. Possible technical problems of systems operation are analyzed and methods for their elimination are described. Theoretical substantiation of heat exchange processes is performed. 3. The analysis of ecological safety of use of heat pump system is carried out and efficiency of use of installation concerning protection of environment from greenhouse gases is estimated. Measures have been developed to organize the installation of heating systems. Selected machines and mechanisms for work and transportation. The complexity of installation works is determined, the schedule of performance of works is made. 4. The issues of labor protection and safety in emergency situations are considered 5. Local estimates are made. The technical and economic indicators of the project are determined.		
Keywords**: heating, hot water supply, combined energy efficiency system, alternative energy sources, solar collector**			

Master student: _____Yerokhina I.D./ Surname /
Head: _____ Kots I.V / Surname /
"___" _____ 2020 y.

Анотація

Кваліфікаційна магістерська робота на тему: «Вдосконалення комбінованої системи теплопостачання будинку котеджного типу» складається із пояснювальної записки обсягом 112 аркушів формату А4 і графічної частини обсягом 11 аркушів формату А1.

У роботі розроблені системи опалення та гарячого водопостачання будинку та опалення теплиці з використанням теплового насосу та геліоколекторів. Досліджене надходження сонячної радіації для широти у м. Черкаси. Доведена можливість використання нетрадиційних джерел енергії у Черкаському регіоні.

Розроблені рекомендації з експлуатації системи та заходи з охорони праці при монтажних роботах.

В техніко - економічному обґрунтуванні доведена економічна та екологічна доцільність впровадження розробки.

Annotation

Master's work on the theme: "Efficient heating and hot water supply of the cottage type house with an attached greenhouse in Cherkassy" consists of an explanatory note in the volume of 112 sheets of A4 format and a graphical part in the volume of 11 sheets of A1 format.

In the work the systems of heating and hot water supply of the house and heating of greenhouses with the use of a heat pump and solar collectors are developed. Investigated solar radiation for latitude in Cherkasy. The possibility of using non-traditional energy sources in the Cherkasy region is proved.

The recommendations on the operation of the system and measures for the protection of work during installation work are developed.

In the feasibility study the economic and environmental feasibility of the implementation of the development has been proved.

ЗМІСТ

ВСТУП……11
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ…..……15
1.1 Аналітичний огляд систем опалення житлових будівель……....15
1.2 Аналітичний огляд нетрадиційних джерел енергії……..16
1.3 Характеристика об'єкту дослідження…….....18
1.4 Кліматична характеристика району будівництва……18
1.5 Забезпечення основними матеріалами і енергоресурсами…….....19
1.6 Оцінка впливів на організм мешканців …….…..19
1.7 Рішення по вибуховій безпеці…….……...20
1.8 Загальні рекомендації щодо застовування сонячно - теплонасосних систем теплопостачання (СТСТ) ……20
1.9 Конструктивні рішення для прибудованої теплиці……..23
1.10 Постановка задач досліджень……...29
1.11 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень…….30
1.12 Висновок…….33
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПРОЕКТНЕ РІШЕННЯ ПРИЙНЯТОГО ВАРІАНТА СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
2.1 Принципова дія системи, що прийнята до експлуатації……..34
2.2 Технічні характеристики основного обладнання……35
2.3 Експлуатація на весь період служби систем опалення та гарячого водопостачання та їх елементів ……36
2.4 Випробування системи опалення та її елементів…….....38
2.5 Налагодження робочих режимів системи опалення та її елементів…41
2.6 Регулювання відпуску теплоти……46
2.7 Технічне обслуговування системи……..…48
2.8 Оцінка надійності та довговічності системи опалення……..…49

2.9 Можливі неполадки в системі та засоби їх усунення……..…51
2.9.1 Відключення електропостачання……51
2.9.2 Розбалансування системи опалення……51
2.9.3 Неполадки в роботі арматури, відсутність регулювальних приладів……..53
2.9.4 Причини погіршення роботи системи, які виникають в процесі її експлуатації……54
2.10 Стійкість системи опалення…….….56
2.11 Експлуатація системи сонячних колекторів (СК)……..……..…59
2.12 Висновок…….….61
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ
3.1 Загальна оцінка екологічної ефективності використання теплового насоса……62
3.2 Характеристика холодоагенту та його екологічної безпечності……63
3.3 Розрахунок зменшення кількості шкідливих викидів в атмосферу при застосуванні теплового насоса……..…64
3.4 Енергетичний паспорт будинку…….66
3.5 Висновки……..……71
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ
4.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об’єкта……..…73
4.1.1 Безпека щодо організації робочих місць……73
4.1.2 Електробезпека……76
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії……...78
4.2.1 Мікроклімат……..……78
4.2.2 Склад повітря робочої зони……..……79
4.2.3 Виробниче освітлення……...80
4.2.4 Виробничий шум……...82
4.2.5 Виробничі вібрації…….…83

4.2.6 Психофізіологічні фактори……84
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Евакуація з будинку в захисні споруди……85
4.4 Висновок……87
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ
5.1 Локальний кошторис……..……88
5.2 Загальні техніко-економічні показники……...88
5.3 Висновок……89
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……..90
СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ……..91
ДОДАТКИ……96
Графічна частина……..……

ВСТУП

Актуальність. Виходячи із пріоритетів енергетичної та національної безпеки, завдання України полягає у суттєвій зміні балансу споживання енергоносіїв в напрямку зменшення як абсолютного обсягу, так і частини споживання природного газу.

Енергозберігаючий варіант побудови паливно-енергетичного балансу надає ряд переваг, а саме: зменшення залежності України від імпортованих енергоносіїв, збільшення частки нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії у структурі паливно-енергетичного балансу тощо.

Для суттєвого збільшення в енергобалансі України обсягів паливно-енергетичних ресурсів, вироблених із нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії проводиться цілеспрямована організаційна робота за найбільш перспективними технологічними напрямками:

– впровадження новітніх конструкцій вітроагрегатів для мережної та автономної вітроенергетики;

– розширення сфери та збільшення обсягів використання сонячної та геотермальної енергії для виробництва електроенергії та теплопостачання;

– будівництво біогазових комплексів для отримання біогазу з осаду каналізаційних стоків міст і відходів сільського та лісового господарства тощо.

На сьогоднішній день, в умовах різкого підвищення цін на паливо, яке використовується для традиційних джерел енергії особливо гостро постало питання енергозбереження та ефективного використання енергоносіїв.

Значна частина тепла (до 20%) втрачається при транспортуванні теплоносія до споживачів внаслідок недосконалості та застарілості мереж теплопостачання. Тому доцільно використовувати місцеві альтернативні джерела енергії, зокрема такі як енергія сонця та геотермальна енергія у поєднанні із традиційними джерелами енергії, такими як електроенергія.

Таким чином, актуальність цієї роботи полягає у необхідності

обґрунтування створення більш економічно та екологічно чистої енергоощадної системи, яка надає можливість забезпечити необхідні параметри мікроклімату, в залежності від категорії і призначення приміщення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Тема магістерської кваліфікаційної дипломної роботи відповідає науковому напрямку кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету – «Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціювання та іншого технологічного устаткування в галузі будівництва та цивільної інженерії» (державна реєстрація №01184000209).

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є наукове обґрунтування та вибір енергоощадної системи теплопостачання житлового будинку котеджного типу, яка забезпечить енергетичну автономність та поліпшення екологічних умов, в результаті використання альтернативних джерел енергії.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі задачі:

– виконати аналітичний огляд і аналіз відомих досліджень в області застосування альтернативних джерел енергії у поєднанні із традиційними джерелами для теплопостачання будівель;

– розробити принципові та конструктивні рішення варіанту системи теплопостачання даної житлової будівлі та особливості роботи її теплогенеруючого та теплоакумулюючого устаткування;

– розробити принципові та конструктивні рішення прибудованої теплиці і проаналізувати особливості тепломасообмінних процесів при її функціонуванні;

– виконати математичне моделювання мікроклімату в будинку котеджного типу в основу якого покласти проектування низькотемпературної ситеми опалення, теплоакумулюючих агрегатів, гарячого водопостачання, а також розробити стійкі тепловологісні режими

для забезпечення мікроклімату у приміщеннях.

Об'єкт дослідження – тепломасообмінні процеси, які відбуваються в атмосфері та ґрунті, а також в мережі теплопостачання житлового будинку.

Предмет дослідження – визначення раціональних технологічних режимів та робочих параметрів теплогенеруючого і теплоакумулюючого устаткування та іншого обладнання системи теплопостачання житлової будівлі, з метою досягнення достатньо високого ККД устаткування, якості забезпечення відповідних теплових режимів.

Наукова новизна одержаних результатів.

У роботі:

– розроблена математична модель взаємозв'язку теплових балансів у будинку поміж системами, в основу якої покладено врахування надходжень і втрат теплової енергії, що виникають в при створені заданих умов тепловологісного режиму, завдяки якій забезпечується вибір раціонального співвідношення параметрів, що сприяють необхідному за функціональним призначенням мікроклімату в приміщенні та енергозбереженню;

– запропоновані аналітичні залежності взаємозв'язків між основними параметрами та характеристиками створюваного тепловологісного режиму житлового будинку, систем опалення і гарячого водопостачання, які надають можливості обгрунтування та вибору їх оптимальних співвідношень для підвищення ефективності систем теплопостачання.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що в роботі:

– розроблені принципові та конструктивні рішення систем теплопостачання житлового будинку та гарячого водопостачання, які забезпечують їх раціональне та ефективне фунціонування, зокрема, в основу теплогенеруючого устаткування покладено застосування низькотемпературних систем опалення, використання теплових насосів і сонячних колекторів, а також теплоакумулюючого устаткування;

– запропонована науково обгрунтована методика розрахунку розглянутих систем теплопостачання різного призначення, яка може бути покладена в основу їх проектування;

– розроблені рекомендації щодо практичної реалізації напрямків і галузей раціонального та ефективного застосування результатів розробки.

Особистий внесок здобувача ступеню магістра в наукових і практичних результатах полягає в постановці цілеспрямованої задачі створення удосконаленої системи теплопостачання житлової будинку і відповідних конструктивних схем облаштування, які задовольняють сучасним вимогам. Для реалізації цієї мети здобувачем вивчені тепломасообмінні процеси, здійснені пошукові дослідження та науково обґрунтовані результати досліджень. Постановка задач, що розв’язані в даній роботі здійснювалась під керівництвом наукового керівника, окремі теоретичні викладки та висновки, що подані в роботі, виконані автором самостійно.

Апробація та публікації.

Основні положення даної роботи були предметом доповідей та обговорення на науково-технічних конференціях та наукових семінарах в 2018 та 2019 роках [23]

Структура та обсяг роботи.

Робота складається із вступу, п’яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 66 найменувань та 6 додатків. Робота викладена на 95 сторінках (без врахування додатків), містить 1 рисунок та 16 таблиць.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

1.1 Аналітичний огляд систем опалення житлових будівель

Система опалення – це комплекс пристроїв, елементів, що виконують функцію транспортування та передачі опалення в приміщенні.

Складові системи опалення – це теплогенератор для нагрівання носія, трубопроводи для транспортування теплоносія і системи розподілу і передачі тепла. Формується опалювальний контур і забезпечують ефективний розподіл тепла в приміщеннях. Центральне опалення - це гарний приклад роботи різних компонентів опалювальної системи. Генератором теплоти зазвичай є опалювальний котельний агрегат, де спалюється паливо, за рахунок чого нагрівається теплоносій або інший теплообмінний апарат [1].

Теплоносієм може бути як рідке так і газоподібне середовище.

Теплоносій системи опалення може бути такого виду:

- повітряні;
- водяні;
- парові;
- газові.

Також може бути теплоносієм і тверде середовище, при використанні електричного струму для опалення.

Системи опалення поділяють на дві основні групи: місцеві і центральні.

До місцевого відноситься пічне та повітряне опалення, а також опаленння місцевими газовими та електричними пристроями. Місцеве опалення застосовується, як правило, в житлових та побутових приміщеннях, а також в невеликих виробничих приміщеннях малих підприємств.

До систем центрального опалення відносяться: водяне, парове панельне, повітряне, комбіноване. Центральні системи характеризуються

наявністю єдиного теплового центру, від якого теплова енергія передається для опалення декількох приміщень.

Прикладом систем центрального опалення є система водяного опалення будівлі з власною котельнею [2].

1.2 Аналітичний огляд нетрадиційних джерел енергії

На теперішній час виникає потреба у споживанні більшої кількості енергії, добувати яку у майбутньому, через невідновлювальні джерела, буде неможливо. Найактуальнішою проблемою, насьогодні, є джерела енергетики. В 2020 році більш ніж 6 млрд. людей на планеті Земля споживають біля 12 млрд кВт енергії за рік, що у середньому складає 2 кВт на людину. Дану енергію отримують за рахунок гідроенергії – 4%, вугілля – 26%, нафти – 42%, Ядерної – 5%, газу – 20% та інших джерел – 3%. Це означає, що біля 90% енергії отримується за рахунок органічних видів палива, а саме нафти, газу, вугілля [3].

На думку багатьох фахівців, розвіданого органічного палива вистачить на 30-50 років. Враховуючи своєчасно виявлені геологічні запаси, а також зростаючий рівень витрат енергії, органічного палива може вистачити ще років на 100-150. І тільки запаси вугілля ще довгий час займатимуть своє місце у світовому енергетичному балансі. Але його постійне використання буде шкідливо впливати на атмосферу Землі.

Протягом останніх 20-30 років, ядерна енергетика має набагато більшу кількість сировинних ресурсів, ніж органічне паливо. Але сьогодні, на думку багатьох фахівців, вона вже не може вважатися перспективним видом енергії через високий ризик радіоактивного забруднення навколишнього середовища, що проявилося в серії техногенних аварій та катастроф [3].

У 1990 році ціна на газ в Україні складала лише 7% від світового рівня цін. Це було зумовлено великими витратами природнього газу. Якщо порівнювати

показники видобутку нафти і газу в Україні в різні роки, то в 1972 році було добуто 14,5 млн тонн нафти, а в 2015 році – 2,8 млн. тонн.

Газу в 1972 році було добуто 60 млрд. $м^3$ газу, а в 2015 році – 19 млрд. $м^3$. Тому варто приділити увагу альтернативним джерелам енергії таким як енергія сонця, вітру, хвиль, Землі. Вони дозволять значно скоротити витрати на традиційні джерела енергії.

За останні роки найбільш динамічним є виробництво і впровадження фотоелектричних сонячних електроенергетичних установок і станцій. В Україні використання сонячного випромінювання є доцільним для вироблення теплової та електричної енергії. Це зумовлено безперервним та безпечним видобутком даної енергії. Ми можемо її використовувати, доти, скільки світитиме Сонце.

Сонячна енергія може бути перетворена в електричну двома основними шляхами: термодинамічним і фотоелектричним.

При термодинамічному методі електричну енергію за рахунок використання сонячної енергії можна отримати використанням традиційних схем в теплових установках, в яких теплота від згоряння палива замінюється потоком концентрованого сонячного випромінювання [42].

За останні роки зростає виробництво фотоелектричних сонячних електроенергетичних установок та станцій. Електроенергетичні установки за останні 3 роки виробляють більше 60% усіх потужностей введених в експлуатацію в усьому світі. Загальна потужність у світі фотоелектричних систем досягла 222,3 ГВт. [4].

Переваги сонячної енергії[5]:

- Сонячна енергія є невичерпним ресурсом. Саме тому, це є великою перевагою для використання сонячної енергії.
- Це не є забруднювачем довкілля у порівнянні з нафтою, яка виділяє велику кількість парникових газів.
- Енергія Сонця не потребує додаткових витрат, вона є безкоштовною.
- Сонячні батареї не потребують багато часу на обслуговування.

- Вживання сонячної енергії дуже різноманітне, автомобілі, водонагрівачі, будівлі, електростанції, супутники.
- Задля мінімалізації кількості електричних дротів, тощо, сонячна енергія найліпший варіант для віддаленних районів.

Середньорічна кількість сумарної енергії сонячного випромінювання, яка надходить щорічно на територію України, знаходиться в межах від 1070 кВт·год/м. кв. в північній частині України до 1400 кВт·год/м. кв. і вище в АР Крим [6].

1.3 Характеристика об'єкту дослідження

В даній роботі передбачено дослідження ефективності використання сонячно-теплонасосної системи на прикладі системи опалення та гарячого водопостачання житлового будинку котеджного типу у м. Черкас.

Будівля займає площу - 365 м^2, об'єм – 942,45 м^3.

При роботиванні такої системи необхідно:

- забезпечення комфортних умов проживання людей, та відвідувачів будинку;
- можливість економії енергоресурсів.

1.4 Кліматична характеристика району будівництва

Для розрахунку системи опалення кліматичні умови та допустимі умови мікроклімату приміщень приймаємо згідно п.2.1 [7] (м. Черкаси); розрахункові параметри зовнішнього повітря за дод.8 [8] також приймаємо географічний пункт будівництва м. Черкаси:

1. Кліматичні умови району[9]:

- сейсмічність – менше 6 балів;
- середня швидкість вітру – 4,7 м/с.
- середня температура найбільш холодної п'ятиденки - 21°С ;
- температура найбільш холодної доби – 26°С;

2. Конструкція зовнішніх стін: цегляна кладка з пустотної керамічної та оздоблювальної цегли на цементно-піщаному розчині з внутрішньою та зовнішньою штукатуркою.

3. Тип будівлі: житловий двоповерховий будинок котеджного типу.

4. Схеми системи опалення: по поверхові, водяні горизонтальні.

5. Джерело теплозабезпечення: від теплового насоса, який знаходиться в цокольній частині, та сонячних колекторів, що розташовані на даху, та біля будинку. Також як допоміжне джерело використовується котел.

1.5. Забезпечення основними матеріалами і енергоресурсами

Для систем опалення і теплопостачання теплоносієм є гаряча вода з температурою 35-55°С від теплового насосу.

Джерелом господарсько-питного холодного водопостачання служить міська водопровідна мережа. Максимальна витрата води – 17,8 м3/год. Витрати води на пожежогасіння складає - 10,5л/с [7].

Талі та дощові води з покрівлі потрапляють в мережу дощової каналізації, Стічні води потрапляють в міську каналізаційну мережу.

Шкідливі впливи на організм людини та навколишнє середовище в приміщенні житлового будинку відсутні.

Для того щоб нормалізувати гарне самопочуття жителів необхідно дотримуватись в приміщеннях комфортних умов, які забезпечуються за допомогою влаштування примусової системи опалення.

1.6 Оцінка впливів на організм мешканців

Загалом в приміщенні житлового будинку відсутні шкідливі впливи на організм людини та навколишнє середовище.

Для підтримання нормального самопочуття жителів необхідно підтримувати в приміщеннях комфортні умови, що забезпечуються за допомогою влаштування примусової системи опалення.

1.7 Рішення по вибуховій безпеці

Заборонено застосовувати обладнання, прокладки з матеріалів, ізоляцію, які при пожежі можуть виділяти в повітря шкідливі речовини першого та другого класу небезпеки.

Потрібно заземлити все електричне обладнання.

При виникненні пожежі – вимкнути все електричне обладнання.

1.8 Загальні рекомендації щодо застовування сонячно - теплонасосних систем теплопостачання (СТСТ)

Сонячно -теплонасосні системи теплопостачання використовують для [9]:

- зменшення обсягів споживання традиційних енергоресурсів. Оскільки СТСТ у силу періодичності її дії, як правило, не забезпечує повного покриття теплової потужності, її необхідно використовувати разом з існуючим традиційним джерелом енергії, а рішення щодо доцільності застосування СТСТ приймають згідно з 8.1 зміни № 1 до СНиП 2.04.05 на основі техніко-економічного обґрунтування;
- підвищення рівня експлуатаційного комфорту в місцях, де відсутні інші джерела енергії і немає вимог щодо кількості і параметрів теплової енергії, яку виробляють.

Результатом техніко-економічного обґрунтування повинні бути:

– оцінка енергетичного ефекту використання СТСТ із визначенням витрат первинної енергії палива у варіантах, що порівнюються.

Енергетичний ефект від застосування СТСТ вважають досягнутим, якщо річна кількість енергії, що споживає обладнання системи для забезпечення її річної продуктивності, не перевищує витрат енергії, яка може бути вироблена при спалюванні первинного палива для забезпечення роботаних параметрів системи теплопостачання без використання СТСТ [9]:

– оцінка екологічного ефекту за рахунок зменшення викидів парникових газів у $C0_2$-еквіваленті, що виконують відповідно дчинних нормативно-методичних документів;

– оцінка одноразових інвестицій, пов'язаних із застосуванням СТСТ, щорічної економії витрат на паливо (енергію) та експлуатаційних витрат, пов'язаних із роботою енергозберігаючих установок, а також окупності варіантів інвестиційних роботаів.

За однакової економічності роботаних рішень (у межах ± 5 % від приведених витрат) необхідно приймати рішення, що забезпечують більшу економію палива і зниження викидів.

Під час роботивання СТСТ необхідно враховувати режими постачання енергії від різних джерел та водопостачання об'єкта. У разі перерв у подачі холодної води або у разі використання електроенергії за погодинним графіком необхідно передбачити можливість акумуляції цих ресурсів, що забезпечить безперервну роботу системи.

Застосування активних СТСТ із рідинними сонячними колекторами (СК) практично завжди призводить до необхідності влаштування низькотемпературних систем опалення, найчастіше підлогових, стельових або підлогово-стельових систем, що може призвести до необхідності зміни конструкцій перекриттів та дахів.

В усіх випадках застосування СТСТ із рідинними СК необхідно передбачити заходи проти замерзання теплоносія (застосування антифризу, розміщення СК в опалюваній зоні (наприклад, при розміщенні СК поза скляним вітражем), злив теплоносія з контуру колекторів у неробочий час, тощо.

Принципова схема сонячного теплопостачання з тепловим насосом повинна містити дублювальне джерело, акумулятор тепла і систему контролю і розподілу. Теплове навантаження, забезпечуване СТНУ, може бути різним - опалення помешкань, гаряче водопостачання, кондиціонування і підігрівання води в плавальному басейні, забезпечення теплом теплиці. При цьому можливі декілька схем вмикання ТН у СТСТ. Паралельна схема підключення ТН дає такий самий ефект як і звичайна ТНУ, яку використовують як дублер у системі опалення. Послідовна схема підключення ТН до сонячної установки має перевагу і дозволяє вирішувати ряд технічних і економічних задач, створює можливість роботи СК із теплоносієм більш низької температури, що підвищує ефективність роботи сонячного контуру за рахунок збільшення ККД і забезпечує зменшення площі поверхні СК. За цих умов підвищується ефективність роботи ТН, тому що у випарник подається теплова енергія більш високого потенціалу, що сприяє росту коефіцієнта перетворення.

Застосування ТН у системі теплопостачання дозволяє вилучити або зменшити частку теплової енергії, яку виробляє дублер на органічному паливі, і зменшити об'єм БА.

Розміщення акумулятора в СТСТ теж може бути різним, що обумовлює роботу ТН на різних параметрах. Розташування БА з боку випарника ТН між СК і ТН має деякі переваги: випарник працює в стаціонарному режимі і за більш високого потенціалу тепла, а ТН передає теплову енергію споживачу. Розташування БА з боку конденсатора між СТНУ і споживачем зумовлює роботу конденсатора за постійної температури конденсації і накопичення теплової енергії більш високого потенціалу,ніж з боку випарника. Можливою є схема паралельно-послідовного підключення ТН і БА, у цьому разі тепло сонячної енергії направляється в ТН, а потім в БА, а за умови надлишку сонячної енергії направляється відразу у БА або робочий бак гарячої води. Конкретний вибір залежить від умов роботи і режиму експлуатації системи.

Для попередніх розрахунків сонячно-теплонасосних систем теплопостачання можна прийняти, що середньорічний коефіцієнт перетворення φ знаходиться в (межах 3,5 – 4,5 і, з точки зору використання первинного палива цілком виправдовує використання електроенергії для теплопостачання.

Середньомісячні значення для всіх варіантів відрізняються від середньорічних не більше ніж на 10-15%.

Розташування СК для сонячно-теплонасосних систем і розрахунок теплової енергії, яку вони виробляють, виконують на основі їх технічних характеристик.

Ємність баків-акумуляторів для сонячно-теплонасосних систем розраховують з урахуванням графіка надходження СР і споживання теплової енергії для даної системи.

1.9 Конструктивні рішення для прибудованої теплиці

Для виконання проекту запропонована прибудована до південної сторони будинку теплиця розмірами 3,1м х 4м, з односкатним дахом під кутом 30’. Теплиця встановлена на фундаменті.

Скляні теплиці обов’язково встановлюють на фундамент, каркас виготовляють з дерева (тепличний брусок), з легких сплавів (дюралюміній, стійкий до корозії), з сталевого кутника. Скло вкладають на гумовий ущільнювач.

Переваги скляних теплиць:

- земля не покривається снігом, тобто не промерзає;
- стійкі до ультрафіолету;
- існує парниковий ефект, що потрібно для нормального росту рослин;
- менша інфільтрація повітря;
- довговічність;
- герметичність;
- можливість експлуатації на протязі року.

Недоліки скляних теплиць:

- скло б’ється;
- скло дорогий матеріал.

У плівкових та скляних теплицях виникають тепловтрати через огороджуючі конструкції, в скляних теплицях вони менші, тому для зменшення тепловтрат застосовують дво- та трьохшарові огороджуючі конструкції, стаціонарні чи трансформуючі екрани та автоматичне регулювання мікроклімату в теплиці [32].

Застосування дво- та трьохшарової покрівлі з повітряним прошарком забезпечує:

– економію теплової енергії на 30 - 40% у порівнянні з одинарним покриттям;

– відсутність конденсації вологи на внутрішній поверхні огородження.

Недоліком такої покрівлі є значна маса скла, що потребує більш міцні несучі конструкції, це підвищує металоємкість теплиць, тому дані покриття приймають при вирощуванні дуже теплолюбивих культур.

Для зменшення тепловтрат в теплиці також застосовують комбіноване огородження із скла та плівки. Над скляною покрівлею розташовують дво- та трьохшарове плівкове огородження з повітряним прошарком. Для забезпечення температури танення снігу на покрівлі (+10С) під час снігопаду потрібно підтримувати більш високу температуру повітря у верхній зоні, що може привести до перерозподілу тепла та зниження ефективності дво- та трьох шарового покриття. Тому, якщо не має можливості забезпечити температуру танення снігу на зовнішній поверхні огородження, потрібно зміцнювати будівельні конструкції, а це приводить до перерозподілу матеріалу. Даний варіант огородження ефективний при недостатній герметичності теплиці, а економія тепла становить 57% [32].

Ізоляцію огороджень виконують за допомогою додаткових екранів з полімерної плівки (полівінілхлоридної), які бувають стаціонарні (для холодного періоду) та трансформуючі (на певний проміжок часу).

Теплотехнічний ефект екранування – це відображення матеріалом екрана інфрачервоних променів, які відбиваються від приладів опалення та ґрунту, в зону рослин; це зменшення коефіцієнта теплопередачі за рахунок додаткового огородження з повітряним прошарком [32].

Стаціонарний екран – це плівкове покриття з повітряними чарунками. Дана плівка в три шари навішується на огородження скляної теплиці з внутрішньої чи зовнішньої сторони і притискується до скла, при цьому конденсат та лід на внутрішній стороні теплиці не утворюється. Повітряні чарунки виключають конвективні потоки між плівкою і склом, дякуючи цьому підвищується теплоізолююча здатність плівки. Недоліком стаціонарного екранування є зниження освітленості, погіршення умов вентиляції [32].

Трансформуючі екрани з плівок та полімерних сіток застосовують в залежності від метеоумов і внутрішнього мікроклімату робочої зони, а також від можливості автоматизації системи управління [32].

Значну економію тепла дає зниження інфільтрації повітря досягають шляхом ущільнення фрамуг, дверей, стиків скляних та плівкових покрівель.

Значну економію тепла дає зниження інфільтрації повітря досягають шляхом ущільнення фрамуг, дверей, стиків скляних та плівкових покрівель.

В результаті проведеного аналізу скляних та плівкових теплиць найбільш оптимальним рішенням є використання скляної теплиці з покриттям внутрішньої сторони теплиці поліетиленовою плівкою в три шари для зменшення інфільтрації.

З довідників відомо, що на похилу поверхню (наприклад, під кутом 35^{o} до півдня) в холодні місяці року падає сонячної енергії в 1,32 рази більше, ніж на горизонтальну поверхню. Найбільше сонячної енергії падає вранці і вечері.

В двоскатних теплицях сонячна енергія попадає лише на одну сторону споруди, в результаті чого не всі рослини отримують необхідну кількість

тепла для нормального росту і їх термін вегетації стає більш тривалішим, ніж в рослинах, які ростуть в односкатних теплицях.

Сталеві елементи конструкцій теплиць виготовляють із спеціальних гнутих полегшених профілів, шпроси (елементи, на яких закріплюється скло або плівка) часто роблять з алюмінію і його сплавів »Застосування алюмінію дозволяє економити метал при будівництві, забезпечує швидкий і зручний монтаж конструкцій. Крім того, зменшуються експлуатаційні витрати в результаті зниження бою скла і економії палива.

У теплицях для індивідуального користування з покриттям зі скла по металевим поверхням використовується шпрос Т-подібного перерізу.

Світлопрозорі матеріали, що застосовуються при будівництві теплиць, повинні володіти високим пропусканням в області фотосинтетичноактивної радіації (ФАР), поглинати інфрачервоне випромінювання, бути міцними і мати значний термічний опір.

Найбільш поширеними матеріалами для покриття теплиць є скло і поліетиленова плівка. Скло пропускає 83-85% видимого випромінювання, близько 45% ультрафіолетового, 85% короткохвильового інфрачервоного випромінювання і не більше 10% середньо-і довгохвильового інфрачервоного випромінювання. Завдяки малому пропускання в області інфрачервоного випромінювання скло забезпечує створення "тепличного" або "парникового" ефекту і тим самим сприятливого температурного режиму в теплиці.

При всіх позитивних якостях скло володіє серйозним недоліком - крихкістю, через що необхідна постійна заміна частини скління теплиць. Для теплиць використовують листове віконне скло по ГОСТ 111-78 товщиною 4 мм і шириною 600 мм для ангарних і 750 мм для блокових теплиць. Маса 1 $м^2$ такого скла становить 10 кг.

Полімерні матеріали мають показниками пропускання в області видимого випромінювання, близькими до показників скла. Характерною особливістю для багатьох полімерних матеріалів є більш низька межа пропускання

інтегрального сонячного випромінювання, що дозволяє наблизити умови вирощування в теплицях до відкритого ґрунту - це особливо важливо при вирощуванні розсади овочевих культур для висадки в поле.

Ультрафіолетове випромінювання викликає старіння (втрату первинних якостей) полімерних матеріалів, що різко знижує їх термін служби в порівнянні зі склом.

Істотним недоліком полімерних матеріалів, особливо нестабілізованої поліетиленової плівки, є висока проникність в області інфрачервоної радіації, що призводить до значних втрат тепла в нічний час.

Поліетиленова плівка, для сільського господарства (ГОСТ 10354-82) легко плавиться (температура плавлення плівки (110-120 °С), вона практично водо-і паронепроникна, але досить проникна для вуглекислого газу і кисню. Руйнівна напруга при розриві 14 - 18 МН/м^2, подовження при розриві 400-600%.

Для покриття теплиць застосовують плівку 0,1-0,2 мм. Її випускають в рулонах, мінімальна ширина полотна 0,8 м, 8 м (може досягати 12 м).

Таблиця 1.1 Співвідношення між товщиною і масою поліетиленової плівки.

Товщина плівки, мм	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20
Маса 1м^2, г	45,9	55,1	73,4	91,8	110	137	183
Площа 1 кг плівки, м^2	21,8	18,2	13,6	10,9	9,1	7,3	5,4

Поліетиленова плівка здатна електризуватися, що призводить до накопичення електричного потенціалу. У свою чергу це викликає утворення краплинного конденсату на плівці і забруднення її поверхні пилоподібними частками. Тому вже через кілька місяців проникність поліетиленової плівки знижується на 15-20%. Краплинний конденсат окрім зниження прозорості сприяє розвитку хвороб на рослинах. Для усунення недоліків на поліетиленовій плівці розроблені спеціальні зразки що не елекризуються. В

СНД випускають гідрофільну антистатичну поліетиленову плівку за рецептом 108-82 (НВО "Пластполімер").

Для підвищення міцності і довговічності поліетиленових плівок застосовують їх стабілізацію і армування полімерними волокнами. Термін служби збільшується з 6 до 12 років.

Для поліпшення теплофізичних характеристик поліетиленових плівок у вихідну сировину вводять спеціальні добавки, що знижують пропускання плівки в області інфрачервоного випромінювання і поліпшують температурний режим у спорудах. Одним з таких компонентів служить каолін, внаслідок чого деякі зразки тепло утримуючих плівок пофарбовані в жовтуватий колір.

При будівництві теплиць використовують полівінілхлоридні та сополімерні етіленвінілацетатні плівки. Полівінілхлоридні плівки мають менший пропусканням (до 10%) в області червоного випромінювання і великим терміном служби (до 3 років) у порівнянні з поліетиленовими плівками.

Для сільського господарства випускають пластифіковану полівінілхлоридну плівку марки С (ГОСТ 16272-79) шириною 1,2-1,8 м при товщині 0,15 мм. Руйнівна напруга плівки при розриві 25-30 МН/м^2, відносне подовження 280-300%. Як правило, полівінілхлоридні плівки армують. Етіленвінілацетатна плівка має пропусканням в інфрачервоній області спектра, рівним 20% з руйнівним напругою при розриві 24-26 МН/м2, відносним подовженням 600%.

Розроблено кілька типів селективних плівок, які мають спеціальні спектральні характеристики пропускання. Ці плівки використовуються для оптимізації світлового клімату в теплицях загального та спеціалізованого призначення.

При укоріненні живців для уникнення опіків і перегрівів застосовують поліетиленову плівку, що має з одного боку шорстку поверхню, розсіюючу сонячну радіацію, проникаючу в теплицю.

При виборі місця для будівництва теплиці основними критеріями є хороша освітленість сонцем і захищеність від панівних вітрів. Остання обставина особливо важлива при вирощуванні рослин в зимовий час, оскільки наявність вітру значно збільшує втрати тепла.

Якщо на ділянці не вдається знайти достатньо захищеного від вітру місця, теплицю доцільно захистити штучним спорудженням у вигляді паркану або живої огорожі висотою 1,8-2 м. Розташовувати такі захисні споруди краще з північної, північно-східної або північно-західного боку. Для запобігання затінення відстань до теплиці не повинно бути менше, ніж триразова її висота. При розташуванні вітрозахисних споруд з південного, південно-західній або південно-східного боку теплиці їх необхідно розташовувати на більшій відстані, принаймні в 4-5 разів перевищує висоту.

Споруджувати теплиці потрібно на добре осушеному ділянці з низьким рівнем залягання грунтових вод.

Теплиця розміром 4 × 3,1 м встановлюється на фундамент з бетону, цегли або дерев'яних брусів. Ширина фундаменту 100 мм, висота 800 мм. При його виготовленні (за винятком дерев'яного) спочатку закладають дерев'яні бруски для кріплення каркаса. Потім між фундаментом і нижньої обв'язкою теплиці прокладають гідроізоляцію з руберойду, толю або бітумної мастики.

Відомо, що коефіцієнт інтенсивності пропускання сонячних променів склом $\varphi 0$ зменшується при великих кутах падіння сонячних променів, а коефіцієнт відбиття сонячних променів склом – збільшується, тому односкатний дах теплиці доцільно влаштувати під кутом 30 до півдня.

У період з квітня по вересень в теплиці може бути дуже жарко - до 45 ° С. В результаті перегріву овочі можуть постраждати: коли температура всередині теплиці піднімається вище 28 ° С, теплицю необхідно охолоджувати. Природна вентиляція є ефективним способом охолодження. Тепле повітря піднімається вгору, якщо більш холодне повітря зовні потрапляє в теплицю через отвори внизу, наприклад, через двері або отвори в стіні, тепле повітря виходить з теплиці, якщо в даху є для цього отвори. Тому

в даху теплиці влаштовуються фрамуги.

1.10 Постановка задач досліджень

Під час виконання дослідження необхідно вирішити такі задачі:

1. Порівняти енерговитрати для опалювального періоду при використанні газового котла і сонячно-теплонасосної системи.

2. Розрахувати капітальні витрати на влаштування системи та термін її окупності.

3. Використовуючи як приклад будинок котеджного типу, змоделювати розрахунок витрати теплоносія, необхідний для теплопостачання.

4. Підібрати тепловий насос та сонячні колектори.

1.11 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень

Дослідимо ефективність системи на прикладі системи опалення будинку котеджного типу. Проведемо порівняння для опалювального періоду газового котла і сонячно-теплонасосної системи.

Максимальне теплове навантаження на опалення будинку згідно теплофізичного розрахунку складає $Q_{\max} = 32,4 кВт / год$.

Записуємо рівняння для визначення відносного сезонного теплового навантаження для середньої за опалювальний період температури зовнішнього повітря, :

$$\overline{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q_0^{'}} = \frac{t_{в.р.} - t_{н}}{t_{в.р.} - t_{р.о.}}, \qquad (1.1)$$

де $t_{р.о.} = -21$ ºС - розрахункова температура зовнішнього повітря;

$t_{в} = 21$ ºС - середня температура внутрішнього повітря;

$t_{н.с.} = -1,1$ ºС – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря.

$$\overline{Q}_0 = \frac{21-(-1,1)}{21-(-21)} = 0,526.$$

(1.2)

$$Q_{опал}^{сез} = \overline{Q}_o \cdot Q_{\max}, \text{ МВт} \qquad (1.3)$$

$$Q_{опал}^{сез} = 0,526 \cdot 32400 \cdot 24 \cdot 189 = 77,3(МВт)$$

Максимальна споживана електрична потужність теплового насоса N = 7,2 кВт, враховуючи, що при установці двотарифного лічильника ціна електроенергії менша, середня спожита потужність установки протягом сезону становитиме кВт·год:

$$Q_{el}^{сез} = 0,526 \cdot 12 \cdot 189 \cdot 7,2 = 8589 \qquad (1.4)$$

Розрахунок економічної ефективності СТК включає в себе визначення вартості електроенергії, необхідних для повного нагріву води без участі сонячного колектора, і їх економії при його сезонному використанні.

Розрахунок економії газу ($м^3$) за кожен місяць ведеться за наступною схемою:

$$B_г = f \frac{n \cdot Q_\Sigma}{q_г \cdot \eta_{гк}} = f \cdot B_{г.полн}, \qquad (1.5)$$

де $f = \frac{Q_c}{Q_\Sigma}$ – ступінь заміщення палива за рахунок СК в покритті теплового навантаження);

Q_Σ – теплове сезоне навантаження системи ГВП, *МДж*:

$$Q_\Sigma = cm(T_{горI} - T_{холII}) \cdot n, \qquad (1.6)$$

де n- кількість днів розрахункового періоду.

Для неопалювального періоду теплове добове середнє навантаження системи ГВП становить:

$$Q_\Sigma = cm(T_{горI} - T_{холII}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55-15) = 33,52 \ МДж.$$

Для опалювального періоду теплове добове середнє навантаження системи ГВП становить:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{\text{горI}} - T_{\text{холII}}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 8) = 36,034 \ МДж.$$

Проведемо порівняльне дослідження при забезпеченні сумарних енерговтрат будівлі при використанні електрокотла і системи СТСТ.

$$B_{э/э} = f \frac{n \cdot Q_{н}}{3600 \cdot \eta_{э/н}} = f \cdot B_{э/э.полн}, \quad (1.7)$$

де $f = \frac{Q_c}{Q_{\Sigma}}$ – ступінь заміщення палива за рахунок СК в покритті теплового навантаження;

$\eta_{эн}$= 0,9 – ККД електрокотла;

$B_{э/э.полн}$ – витрата електроенергії при умові повного забезпечення без СТСТ.

Вартість 1 *кВт·год* електроенергії складає 0,9 грн. Тому вартість витраченої електроенергії дорівнює:

$$C_{э/э} = B_{э/э} \cdot C_{1кВт \cdot ч}. \quad (1.8)$$

При порівняльному розрахунку слід враховувати, що коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову для обраного теплового насоса становить:

$$k = \frac{Q_{\text{тепл}}}{Q_{\text{ел}}}, \quad (1.9)$$

Приймаємо k = 4,51 тобто, з однієї 1 *кВт·год* електричної енергії отримуємо 4,51*кВт* теплової енергії.

Табл. 1.2. Розрахунок економічної ефективності системи СТСТ

Вид навантаження	n, днів	f	Q_{Σ} Мдж за добу	Q_{Σ} кВт/доб	$C_{\text{ел.стст}}$, грн.	$C_{\text{ел.}}$, грн.	$C_{\text{ек}}$, грн
ГВП	189	0,5	36,03	10,01	73,41	371,18	297,77

опал. сезон							
ГОП неопал. сезон	176	0,9	33,52	9,31	12,7	573,50	560,8
ОПАЛЕННЯ	189	1	1472,4	409	6012,30	30061,5	24048,80

Сума економії коштів для системи опалення складає, грн:

$$С_{оп}=30061,30-6012,50=24048,80.$$

Сума економії коштів для системи ГВП складає, грн:

$$С_{гвп}==297,77+560,80=858,57.$$

Загальні капіталовкладення на влаштування СТСТ становлять 273,808 *тис.грн.*

При порівнянні двох систем, можна припустити, що експлуатаційні річні витрати, для них однакові.

Термін окупності установки становитиме, років:

$$T=\frac{K}{C_{ек}}=\frac{273,808}{24048,80+858,57}=10,99$$

1.12 Висновок

В даному розділі роботи було виконано аналітичний огляд систем опалення та нетрадиційних джерел енергії, а також викладено техніко – економічне обґрунтування вибору системи опалення.

Аналіз ТЕО дає підстави зробити висновки, що використання СТСТ є доцільним.

Досить вагомим є екологічний ефект від впровадження сонячно-теплонасосної системи теплопостачання. При динамічному рості цін на енергоносії економічна ефективність системи буде зростати.

Впровадження сонячно-теплонасосної системи дає економію не тільки коштів, але й енергоресурсів.

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПРОЕКТНЕ РІШЕННЯ ПРИЙНЯТОГО ВАРІАНТА СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

2.1 Принципова дія системи, що прийнята до експлуатації

В будинку котеджного типу, що розташований у м. Черкаси до експлуатації приймається двотрубна система опалення з горизонтальною розводкою трубопроводів. Джерелом тепла є розсольно – водяний тепловий насос Vitocal. Теплоносієм є вода з параметрами 35-55 ºС. технічні характеристики теплового насосу наведені в додатку К.

Для оптимізації періодів роботи теплового насосу встановлена буферна ємність гріючого контуру Vitocell-050 об’ємом V=600л.

За допомогою теплообмінника Vitotrans-100 відбувається приготування гарячої води.

Система опалення заповнюється водою з міського водогону через підживлювальну лінію. Повітря випускається з системи через автоматичні повітрозбірники, через які також надходить повітря при зливанні води з системи опалення.

Тепловіддача системи опалення регулюється за допомогою термостатичних клапанів фірми “HERZ”, які знаходяться на кожному опалювальному приладі. Клапани автоматично регулюють витрату теплоносія через радіатор, залежно від заданої та фактичної температури повітря в приміщенні.

Гідравлічне балансування системи здійснюється ручними балансувальними вентилями фірми “HERZ”, які встановлюються на кожному відгалуженні та автоматично підтримують на ньому заданий перепад тиску.

В результаті моделювання гідравлічного режиму (див. додаток Д) було визначено діаметри трубопроводів та втрати тиску в системі опалення. Відповідно до визначених діаметрів монтаж системи опалення виконано з

металопластикових труб фірми “VALSIR”. Труба PEXAl складається з алюмінієвої стрічки, яка скручена в трубу і зварена ультразвуковим

зварюванням по шву. Алюмінієва труба з обох сторін почергово покрита шарами клею та поліетилену.

Виконується горизонтальна розводка відкритим методом (див. аркуш 2 графічної частини). Для захисту труб, які прокладаються в конструкції підлоги, використана ізоляція «Climaflex».

Опалювальні прилади – радіатори алюмінієві секційні Calidor фірми «FONDITAL». Технічні характеристики радіаторів наведені в додатку Л.

Системи теплих підлог, що керуються термостатичними кранами фірми «GIACOMINI» укладаються в усіх кімнатах крім дитячих та спалень.

Перед кожним опалювальним приладом встановлений терморегулятор HERZ-TS-90-V з термостатичною головкою, запірний клапан та кран для випуску повітря. При необхідності Термостатичний та запірний клапани дозволяють від’єднати окремий опалювальний прилад не зупиняючи її роботу і не зливаючи воду з усієї системи опалення.

2.2 Технічні характеристики основного обладнання

Джерелом теплопостачання системи є розсольно - водяний тепловий насос типу BW 232 Vitocal. Технічні характеристики наведені в додатку К.

Монтаж системи теплопостачання будинку виконано металопластиковими трубами Pexal фірми Valsir, призначеними для систем питного, гарячого водопостачання, систем водяних теплих підлог.

Для передачі тепла використані алюмінієві радіатори Calidor фірми Fondital, призначені для використання в системах водяного опалення. Технічні характеристики наведені в додатку Л.

Основне навантаження на приготування гарячої води забезпечується системою трубчатих геліоколекторів Vitosol 200, технічні характеристики

(додаток Е) .

Матеріали, що використовуються в основних конструктивних елементах геліоколектора:

– прозорі трубки — боросилікатне скло високої якості;

– абсорбуючі пластини — мідні із селективним покриттям чорним нікелем;

– канали для руху теплоносія — мідь;

– ущільнення на кінцях вакуумованих трубок — ущільнювальна ґума;

– корпус — алюміній.

Теплоносій — етиленгліколь (50%), який має такі властивості :

– питома теплоємність Ср=3 300 Дж/(кг•К);

– температура кипіння $T_{кип}$=110°С;

– температура замерзання $T_{зам}$= –36°С.

2.3 Експлуатація на весь період служби систем опалення та гарячого водопостачання та їх елементів

Технічна експлуатація інженерних систем - це підтримання їх у працездатному стані й забезпечення комфортних умов з найменшими затратами енергії, матеріалів і коштів.

Технічна експлуатація складається з технічного обслуговування і системи планово-запобіжних ремонтів (ПЗР). Система ПЗР, у свою чергу, охоплює планові огляди, перевірки, випробування а також поточний і капітальний ремонти. Чергування й їх періодичність визначаються: призначенням обладнання або мереж, вимогами до його безвідмовності, конструктивними особливостями, а також умовами експлуатації.

Крім зазначених заходів служба технічної експлуатації в необхідних випадках забезпечує: нагляд за будівництвом і прийняття в експлуатацію систем та обладнання; пуск їх у роботу, випробування й налагодження; контроль і регулювання розрахункових параметрів.

Технічне обслуговування - важливий профілактичний захід, що передбачає: догляд за обладнанням і мережами; проведення оглядів; систематичні спостереження за справним станом обладнання; контроль режимів роботи; додержання правил технічної експлуатації, інструкцій заводів-виробників і місцевих інструкцій; усунення дрібних дефектів та несправностей, що не вимагають зупинки обладнання або вимкнення мереж.

До технічного обслуговування належать також регулювання, чищення, продування, змащення й швидке, яке не потребує поточного ремонту, відновлення дієздатності обладнання, яке відключалося на період ремонту, або ділянки мережі.

Основні елементи системи ПЗР – це поточний і капітальний ремонти, а також планові огляди, перевірки й випробування.

Поточний ремонт – це основний профілактичний вид ремонту, що забезпечує довговічність і безвідмовність роботи обладнання й мереж. Його виконують у процесі експлуатації в неробочі дні та зміни. Поточний ремонт вимагає зупинки механізмів і машин, вимикання ділянок мережі. Здійснюється здебільшого без повного розбирання окремих вузлів і розкриття підземних мереж. Завдяки вчасній ревізії (чищенню, перевірці, змащуванню та заміні) окремих вузлів і деталей, а також налагодженню обладнання при цьому виді ремонту забезпечується подальша їх дієздатність.

Усі роботи, що відносяться до поточного ремонту, поділяють на дві групи:

1 – профілактичний ремонт, тобто плановий заздалегідь за обсягом і часом виконання;

2 – непередбачуваний ремонт, що його виконують терміново (скажімо на час стихійного лиха).

Капітальний ремонт – найбільш складний і повний вид ПЗР. До нього належать такі роботи, у процесі яких замінюють спрацьовані конструкції,

вузли й деталі міцнішими або економічнішими з метою повного відновлення ресурсу обладнання або мережі. Усі об'єкти, які намічені для капітального ремонту, повинні мати детальний технічний опис ремонтних та налагоджувальних робіт із зазначенням їхніх обсягів. На роботи по капітальному ремонту складається проектно-кошторисна документація. Капітальний ремонт виконують здебільшого централізовано спеціальні організації.

Капітальний ремонт буває комплексним; поточним; вибірковим (підтримувальним).

Складовою частиною ПЗР є огляди й перевірки (випробування).

Огляди плануються як самостійна операція для обладнання й мереж з відносно великою трудомісткістю ремонту. Вони охоплюють перевірку стану обладнання, виявлення дефектів експлуатації й порушень правил техніки безпеки, уточнення складу та обсягу робіт для чергового поточного або капітального ремонту.

Перевірки (випробування) плануються як самостійна операція для особливо відповідального обладнання.

Проект з технічної експлуатації будинків та інженерних систем вмістить: її загальні принципи й організаційну структуру; зміст експлуатації на весь період служби системи або мережі; технологічні карти на основні види робіт з експлуатації та ремонту, перелік потрібних для цього сил і засобів; вказівки щодо постійного догляду за інженерним обладнанням і мережами. Як додаток до проекту розробляється інструкція технічної експлуатації.

2.4 Випробування системи опалення та її елементів

Випробування та пуск системи опалення.

Після закінчення монтажу системи опалення та іншого обладнання, виконується випробування системи опалення.

На всі виявлені при перевірці дефекти складають відомість, що передається генпідрядчику. Дефекти можуть бути усунені до початку гідравлічного випробування.

Перед пуском системи опалення в експлуатацію її ретельно промивають свіжою водою. Для цього трубопровід роз'єднують в двох місцях - на прямому та зворотному лініях. До лінії в місці роз'єднання підключають гнучкий шланг і подають по ньому в систему воду, яка в місці роз'єднання зворотної лінії відводиться в каналізацію.

Промивання слід проводити з великою швидкістю руху води в трубах до тих пір, поки з них не потече чиста вода.

Після закінчення промивання розібрані ділянки з'єднують і систему повільно, щоб у трубах не виникали повітряні пробки, заповнюють водою через зворотний трубопровід.

Гідравлічне випробовування трубопроводів виконують в такій послідовності:

- Зовнішній огляд трубопроводу;
- Приєднання водопроводу і гідравлічного преса;
- Встановлення заглушок і манометра;
- Наповнення системи водою до заданого тиску;
- Огляд трубопроводу і усунення дефектів;
- Остаточна перевірка і здача системи;
- Спуск води з системи;

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробовується система водяного опалення таким чином відключається 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.

Гідравлічне випробування системи опалення виконується в такій послідовності: система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявивши дефекти монтажу на слух, знижують тиск до

атмосферного і ліквідують їх; потім система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримується протягом 5 хв.

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа при гідравлічному випробуванні і 0,01 МПа – при пневматичному, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі.

Гідравлічне випробування частини системи з металопластикових труб виконують випробування для частини системи. Випробування на герметичність при тискові, що перевищує робочий в 1,5 рази, але не менше 0,6 МПа при постійній температурі води. При підготовчих роботах перед гідравлічним випробуванням необхідно:

- тимчасово зняти запобіжні, регулювальні клапани, датчики, якщо допустимий тиск цієї арматури менше величини пробного тиску;

- відключені елементи замінити заглушками із запірними клапанами, допустимий тиск для яких більше величини пробного тиску;

- підключити до системи манометр з точністю вимірювань 0,01МПа.

Гідравлічне випробування системи проводять в 2 етапи : 1-й етап – на протязі 30 хв двічі піднімати тиск до розрахункової величини через кожні 10 хв. Наступні 30 хв падіння тиску в системі не повинно перевищувати 0,06 МПа. 2-й етап – наступні 2 год падіння тиску (від досягнутого на 1-му етапі) не повинне бути більше, ніж на 0,02 МПа .

У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, система спорожнюється і усуваються дефекти, Течі усувають на згону підмоткою лляної пасма під контргайку з наступним підтягуванням її, а нещільність з'єднання трубопроводів - перепакуванням з'єднання з заміною лляного пасма, якщо різь знаходиться в хорошому стані. При незначному ушкодженні різі її можна перепакувати на стрічці ФУМ (фторопластовий ущільнюючий матеріал).

Течі ніпельних з'єднань радіаторів усувають перепакуванням, для чого демонтують радіатор і встановлюють нові прокладки. Пошкоджені секції

радіаторів замінюють новими. Течі в запірній та регулюючій арматурі усувають підтягуванням контргайки, набиванням сальників або повної їх заміною. Потім гідравлічне випробування повторюється. Після гідравлічних випробувань водопровідна вода, що є в системі опалення, зливається в каналізацію.

Ефективність роботи системи опалення визначається після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском.

Після гідравлічного випробування складається акт про гідравлічне випробування системи опалення, наведений у додатку.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Запущена в роботу система опалення має прогріватись протягом 24 годин, після чого проводиться її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використовуються спеціальні прилади (тепловізори, електронні термощупи тощо). В результаті огляду виявляється і регулюється рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевіряються розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; контролюється безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

Здаючи систему опалення в експлуатацію, подають комплект виконавчої документації (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти приймання прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи.

2.5 Налагодження робочих режимів системи опалення та її елементів

Налагодження радіаторних термостатичних клапанів HERZ-TS-90-V

Клапан серії ГЕРЦ-TS-90-V призначений для установки в закритих двотрубних системах з циркуляційними насосами, в яких потрібне гідравлічне налаштування.

Термостатичний клапан встановлюється на подаючому трубопроводі проводі обв'язки приладу опалення (з протоком в напрямку стрілки). Вісь штока клапана ГЕРЦ для забезпечення оптимального регулювання кімнатної температури повинна знаходитись в горизонтальному положенні. Для бездоганної довголітньої роботи клапанів TS-90-V в системі необхідно передбачити установку комплекту фільтрів. На зворотному трубопроводі встановлюється клапан RL-5, який дозволяє відключити прилад опалення.

Попереднє налаштування полягає у створенні додаткового гідравлічного опору за допомогою плавно регульованого ззовні дросельного елемента - кільця, що охоплює конус клапана. Встановлена ступінь попереднього налаштування недоступна для несанкціонованого втручання (зміни).

Попереднє налаштування здійснюється за допомогою інсталяційного ключа, який надягається на зубчастий вінець букси.

Для швидкого підбору попереднього налаштування можна використовувати таблицю вибору .

1) Зняти в залежності від встановленого виробу:

- ручний привід;
- термостатичну головку;
- захисний ковпачок .

2) Відвернути і зняти закриваючу втулку.

3) Надіти регулюючий ключ на шийку клапана і закріпити шляхом закручування нижньої кромки ключа на відповідну різь шийки клапана.

4) Ввести в зачеплення відповідні шліци ключа вздовж осі. Закрити клапан до упору обертаючи рукоятку ключа за годинниковою стрілкою .

5) Вивести із зачеплення шліци ключа і клапана відтягнувши рукоятку ключа вгору.

6) Поєднати поз. «0» з указником «▲» і ввести в зачеплення

шліци, перемістивши рукоятку ключа по корпусу клапана .

7) Обертанням рукоятки ключа проти годинникової стрілки (в бік відкриття), поєднати необхідний ступінь налаштування з покажчиком відмітку «^» .

8) Встановити на колишнє місце закриваючу втулку, використовуючи

тильну сторону ключа налаштування. Зусилля закручування обмежено спрацьовуванням тріщалки .

9) Встановити на колишнє місце:

- ручний привід;
- термостатичну головку;
- захисний ковпачок .

Установка вентиля на зворотному трубопроводі в радіатора дозволяє відключити радіатор, а при одночасному перекритті клапана терморегулятора (положення «0») радіатор може бути демонтований під час роботи системи. Промивання радіатора або ремонт приміщення можна проводити, не перериваючи роботи системи.

Якщо необхідні функції перед налаштування, наприклад, при встановленні клапанів серії TS-90, наповнення і спорожнення опалювального приладу через вентиль для відключення радіатора, рекомендовано установку вентиля типу HERZ-RL-5.

Перекриття здійснюється за допомогою універсального ключа або шестигранного ключа SW 8. Повне відкриття досягається 3 ... 3,5 оберти.

Шпиндель захищений від випадкового викручування і, крім того, закритий металевим ковпачком.

Налаштування термоголовки

Комфортне налаштування:

Позиція відповідає комфортній температурі в приміщенні, рівній 20°C

Захист від морозу:

В позиції ✳ клапан термостата автоматично відкривається при ~ 6 °С, і вода починає надходити в прилад, що попереджає замерзання приладу опалення та приміщення.

Теплове запирання:

У позиції «0» термостат закритий. захист від морозу вимкнено. Термостатична функція зберігається. Можливо довільне відкриття клапана при t ° близькою до нуля .

Заводське налаштування позначено точкою на термоголовки і відповідає повному діапазону обертання.

Для закривання термостата і відключення радіатора необхідно використовувати термоголовку з позицією механічного запирання («0») або запірний ковпачок.

Налаштування на літній режим роботи:

Після закінчення опалювального сезону слід повністю відкрити термоголовку обертанням маховичка проти годинникової стрілки до упору.

Головка термостата ГЕРЦ не повинна піддаватися впливу прямих сонячних променів і тепла, випромінюваного, наприклад, такими пристроями, як телевізор. Якщо прилад опалення закритий (фіранкою), то утворюється теплова зона, температура в якій вище кімнатної і термостат не може ефективно регулювати кімнатну температуру. У цьому випадку необхідно використовувати термостатичну головку ГЕРЦ з виносним датчиком або термостатичну голівку з дистанційним регулюванням.

Налаштування балансувальних вентилів HERZ- Штремакс

Відповідно до сучасними технологіями для гідравлічної ув'язки циркуляційних кілець використовують балансувальні вентилі, в яких формують необхідні гідравлічні опори і, тим самим, забезпечують розрахункову витрату теплоносія. У порівнянні з дросселюючими шайбами балансувальні вентилі мають наступні переваги:

- Балансувальний вентиль можна використовувати як замикаючий для

припинення подачі теплоносія в стояк;

- У процесі експлуатації можлива зміна гідравлічної перенастроювання вентиля у зв'язку із змінами гідравлічного опору в системі опалення,

наприклад, внаслідок змін прохідного перерізу сталевих труб з плином часу, здачею в експлуатацію приміщень наступної черги (поетапна здача в експлуатацію) тощо;

- Незрівнянно менша ймовірність засмічення і можливість ліквідації його без тривалої зупинки системи і з меншим обсягом монтажно-налагоджувальних робіт.

Ручні балансувальні вентилі встановлюються замість дросселюючих шайб для ручного регулювання витрати і зниження надлишкового тиску в системах опалення.

Ручні балансувальні вентилі повинні відповідати таким вимогам:

1. Володіти надійністю, стійкістю до дії теплоносія і присутніх в ньому речовин.

2. Забезпечувати точність настройки гідравлічного опору не менше 5%.

Число обертів від положення "повністю закрито" до "повністю відкрито" маєбути не більше 20 і не менше 4.

3. Мати можливість контролю налаштування,що виконується

4. Володіти широким робочим діапазоном регулювання.

5. Не проводити шум в межах більших, ніж допустимо санітарними нормами у всьому робочому діапазоні.

6. Мати можливість повного перекриття потоку.

Цим вимогам задовольняють ручні балансувальні вентилі HERZ-Штремакс.

Ручні балансувальні вентилі Штремакс М, GM, слід встановлювати спільно з запірними вентилями Штремакс А або D. Кріплення золотника вентилів Штремакс дозволяє встановити їх як по потоку, так і проти напрямку потоку.

Балансувальні вентилі Штремакс М і GM встановлюються звичайно

на зворотному стояку, а запірні вентилі Штремакс А або D на подаючому стояку, хоча можлива інша установка.

За допомогою наявних на корпусі вентилів вимірювальних клапанів (ніпелів) є можливість налаштувати вентиль на необхідну гідравлічний опір або відповідний йому витрата теплоносія. Для цього необхідно виміряти перепад тиску на вентилі-якими стандартними манометрами, а потім розрахувати або визначити за спеціальними номограмам, прикладеним до технічної документації на вентиль (нормалей), дійсний витрата води через балансувальний вентиль.

Точне налаштування гідравлічної системи можливе лише з використанням спеціальних вимірювальних приладів Герц, які випускаються в двох модифікаціях:

- Вимірювальний прилад Герц 8903 "Flow Plus". Діапазон вимірювань 0 ... 20 бар, макмальний тиск 40 бар;

- Портативний вимірювальний прилад Герц 8900. Діапазон вимірювань 0 ... 10 бар, максимальний вимірювальний тиск 15 бар.

2.6 Регулювання відпуску теплоти

Вхідні даними для розрахунку є:

- розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{н.о.}$ = - 21 ºС;

- середня температура внутрішнього повітря $t_в$ = 21 ºС.

Перепад температур води в опалювальній системі в розрахунковому режимі:

$$\theta' = \tau'_{02} - \tau'_{01},$$

(2.1)

$$\theta' = 55 - 35 = 20 \left({}^0C \right).$$

Перепад температур між нагрівальними приладами та внутрішнім повітрям:

$$\Delta t_0^{'} = 0,5(\tau_{01} + \tau_{02}) - t_{в.р.}$$,

(2.2)

$$\Delta t_0^{'} = 0,5(55 + 35) - 21 = 24 \quad \left({}^0C\right).$$

Записуємо рівняння для визначення відносного теплового навантаження в залежності від температури зовнішнього повітря:

$$\overline{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q_0^{'}} = \frac{t_{в.р.} - t_н}{t_{в.р.} - t_{н.о.}}.$$

(2.3)

Записуємо рівняння для визначення температури води в подавальному трубопроводі мережі:

$$\tau_{01} = t_{в.р.} + \Delta t_0^{'} \cdot \overline{Q}_0^{0.8} + 0,5\theta^{'}\overline{Q}_0$$.

(2.4)

Записуємо рівняння для визначення температури води в зворотному трубопроводі мережі:

$$\tau_{02} = t_{в.р.} + \Delta t_0^{'} \cdot \overline{Q}_0^{0.8} - 0,5\theta^{'}\overline{Q}_0$$.

(2.5) Приймемо температуру зовнішнього повітря $t_з = 8$ ºС.

Тоді, відносне теплове навантаження:

$$\overline{Q}_0 = \frac{21 - 8}{21 + 21} = 0,31.$$

Температура води в подавальному трубопроводі системи:

$$\tau_{01} = 21 + 24 \cdot 0,31^{0.8} + 0,5 \cdot 20 \cdot 0,31 = 33,49$$.

Температура води в зворотному трубопроводі системи:

$$\tau_{02} = 21 + 24 \cdot 0,31^{0.8} - 0,5 \cdot 20 \cdot 0,31 = 27,3$$.

Приймаємо далі температури зовнішнього повітря від 8 ºС до -21 ºС, та проводимо аналогічні розрахунки. Результати розрахунків представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Залежність температури в подавальному і зворотному трубопроводах системи опалення від температури зовнішнього повітря.

$\overline{Q}_0$	$t_з$, ^{0}C	τ_{01}, ^{0}C	τ_{02}, ^{0}C
0,31	8	33,49	27,3
0,38	5	35,9	28,28
0,5	0	39,78	29,78
0,62	-5	43,54	31,16
0,74	-10	47,2	32,44
0,86	-15	50,79	33,64
1	-21	55	35

2.7 Технічне обслуговування системи

Нормальна робота джерела тепла, мереж і споживачів потребує постійного контролю за станом обладнання, а також дотримання режимів відпускання тепла відповідно до параметрів, які задані.

Систему теплопостачання обслуговує представник сервісної організації, за графіком згідно договору сервісного обслуговування обладнання системи.

В об’єм робіт по обслуговуванню теплової системи входить:

- підтримування в справному стані всього обладнання системи шляхом проведення своєчасного її огляду й ремонту;

-спостерігання за роботою арматури та інших елементів обладнання із своєчасним усуненням несправностей;

-усунення надлишкових (більших за нормативні) втрат тепла шляхом своєчасного відключення ділянок мережі, що не працюють;

- своєчасне відновлення зруйнованої ізоляції;

- усунення гідравлічних витрат в мережі, які перебільшують нормативні, за рахунок регулярного промивання й очищення трубопроводів;

- вчасне виведення повітря через повітровідвідники з теплопроводів та недопущення підсмоктування повітря шляхом постійної підтримки надлишкового тиску у всіх точках системи;

- підтримування в системі необхідних гідравлічних і теплових режимів при систематичній перевірці параметрів в характерних точках мережі й на теплових пунктах;

- прийняття заходів по попередженню, локалізації та ліквідації несправностей системі.

Перевірку системи проводять перед початком опалювального сезону, та після його закінчення, також після тривалих перерв у постачанні електроенергії.

Також необхідні профілактичні перевірки протягом опалювального періоду, згідно договору сервісного обслуговування обладнання системи.

2.8 Оцінка надійності та довговічності системи опалення

До опалювальної установки, як однієї з будівельно-технологічних установок будівлі, пред'являються різноманітні вимоги. Всі вимоги, найбільш повно виражаються стосовно до приміщень постійного або тривалого перебування людей, можна розділити на п'ять груп:

- санітарно-гігієнічні - підтримка певної та рівномірної температури в часі, в плані та по висоті приміщення без посиленої рухливості повітря, а також обмеження температури поверхні опалювальних приладів;

- економічні - обмеження первісної вартості і вартості експлуатації, зменшення витрати металу;

- будівельні - дотримання відповідності архітектурно-планувального рішення приміщення, розміщення опалювальних елементів в ув'язці, а іноді суміщення з будівельними конструкціями, обмеження терміну виконання монтажних робіт, здійснення ремонту без пошкодження основних конструкцій будівлі;

- монтажні - виготовлення мінімального числа уніфікованих і знеособлених деталей і вузлів у заводських умовах, скорочення витрат ручної праці при складанні з метою підвищення продуктивності праці;

- експлуатаційні - забезпечення довговічності, простоти і зручності управління і ремонту, безшумності і безпеки дії, тепловий надійності.

Поняття теплова надійність – це забезпечення установкою розрахункових параметрів теплоносія протягом всього опалювального сезону. Установка повинна забезпечити передачу тепла в кожне опалювальне приміщення відповідно до теплового розрахункового навантаження.

Показниками надійності та довговічності системи опалення є:

а) середнє напрацювання обладнання на відмову;

б) середній повний строк служби.

Оцінку відповідності показника надійності, середнього напрацювання обладнання на відмову провести на етапі приймання, випробувань, експериментальним шляхом. На всі вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

Гарантійний термін роботи теплового насоса складає один рік з моменту придбання. Тепловий насос має великий термін служби до капітального ремонту (до 10 - 15 опалювальних сезонів) і працює повністю в автоматичному режимі.

Гарантійний термін експлуатації алюмінієвих радіаторів складає 10 років, за умови дотримання умов експлуатації.

Розрахунковий термін експлуатації металопластикових труб у системах опалення складає 25 років.

Гарантійне та післягарантійне обслуговування системи та обладнання здійснюється представниками сервісної організації з якою укладено договір на обслуговування. Виріб, що вийшов з ладу протягом гарантійного терміну через виробничі дефекти, ремонтується або замінюється безкоштовно для замовника.

Витрати, пов'язані з демонтажем дефектного виробу і монтажем заміненого по гарантії виробу оплачує замовник. У випадках виходу з ладу виробів після гарантійного терміну, витрати пов'язані з сервісним обслуговуванням оплачує замовник.

2.9 Можливі неполадки в системі та засоби їх усунення

2.9.1 Відключення електропостачання

При моновалентному режимі роботи теплонасосна установка, як єдиний теплогенератора повинна забезпечувати все теплоспоживання будівлі.

Щоб визначити необхідну теплову потужність, повинні бути також враховані надбавки на періоди припинення подачі електроенергії енергопостачальною організацією. Подача електроенергії може бути перервана максимум на 3х2 год. протягом 24 годин.

Для замовників, які мають особливі контракти з енергопостачальною організацією, слід також взяти до уваги можливі особливі правила.

Унаслідок інертності будівлі при визначенні надбавки на потужність 2 годинний період припинення подачі електроенергії в розрахунок не приймається.

При цьому, однак, тривалість періоду постачання між двома відключеннями повинна бути не менше попереднього часу припинення.

2.9.2 Розбалансування системи опалення

Сучасні системи опалення, мають розгалужену мережу трубопроводів з різною довжиною, діаметрами і гідравлічними опорами. Якщо не провести гідравлічну балансування системи, частина приміщень буде перегрітою, а частина недогрітою. Це призведе як до втрат тепла в надмірно перегрітих приміщеннях, так і до скарг споживачів в недогрітих приміщеннях.

Перевитрата теплоносія в окремих частинах системи опалення призводить до недостатньої витрати в інших частинах системи, до шумів на регулюючих термостатичних клапанах. З досвіду відомо, що підвищення температури в приміщенні на 1 ° С призводить до перевитрати тепла (енергії) на 6 - 10%.

Існують кілька причин відхилень витрат від реальних величин:

1. Помилки при проектуванні, похибки розрахунків.

2. Похибки пов'язані з вибором труб, опалювальних приладів, насосів.

3. Відхилення від проекту при монтажі.

4. Поява додаткових опорів в гідравлічній системі через: звуження перерізу трубопроводів у зварних стиках, збільшення кількості поворотів у порівнянні з проектом, появи відкладень в трубопроводах, нагрівальних приладах.

Для усунення недогріву віддалених приміщень, можна встановлювати насос з великим напором, що призведе до перевитрати в системі опалення, тепла й електроенергії. При балансуванні виявляється можливим перейти на більш низьку швидкість насоса, що зменшує споживання енергії і збільшує термін служби насоса.

Добре збалансована система знижує як інвестиційні, так і експлуатаційні витрати.

Відповідно до сучасними технологіями для гідравлічної ув'язки циркуляційних кілець використані балансувальні вентилі, в яких формують

необхідні гідравлічні опору і, тим самим, забезпечують розрахункову витрату теплоносія.

Для нормальної роботи системи опалення необхідно створити стійкий тиск в трубопроводах. Втрати тиску зростають, якщо труби забруднені відкладеннями накипу і бруду. Чистоти внутрішніх стінок труб можна досягти старанною промивкою їх під час літнього ремонту обладнання.

2.9.3 Неполадки в роботі арматури, відсутність регулювальних приладів

Найбільш поширеним пошкодженням запірної арматури є негерметичність ущільнюючих улаштувань. Причинами розгерметизації арматури можуть бути: під ущільнюючу речовину потрапив бруд, на ущільнюючому влаштуванні утворились подряпини, вибоїни і нерівномірно стерті поверхні. Якщо потрапив бруд, необхідно декілька раз закрити і відкрити арматуру, цим самим дати можливість потоку рідини змити бруд, якщо він осів. В іншому випадку розібрати арматуру і видалити бруд. Якщо виявлені подряпини, вибоїни, нерівності – їх усувають притиранням ущільнюючого влаштування арматури.

До причин погіршення роботи системи, які виникають при проектуванні та монтажі відносять: відсутність кранів біля нагрівальних приладів, неправильна установка запірно-регулюючої арматури, неправильне приєднання стояків до магістралі .

Відсутність кранів біля нагрівальних приладів. Регулювальні пристрої (вентилі, крани, дросельні клапани) в системах опалення повинні встановлюватися з таким розрахунком, щоб можна було забезпечити регулювання тепловіддачі по приміщеннях.

Неправильна установка запірно-регулюючої арматури. При монтажі опалювальних систем установка запірно-регулюючої арматури повинна виконуватись у суворій відповідності з проектом, так як заміна одної

арматури іншою може призвести до значної зміни опору в циркуляційних кільцях.

При монтажі можуть з’явитися і багато інших, неврахованих розрахунком, місцевих опорів: прогинання труб, незачищені задирки на кінцях труб і т. п., які також погіршують прогрівання приладів.

2.9.4 Причини погіршення роботи системи, які виникають в процесі її експлуатації

До причин погіршення роботи системи, які виникають в процесі її експлуатації, відносять: повітряні пробки, засмічення і нещільності трубопроводів .

Повітряні пробки. В систему опалення повітря потрапляє разом з водою і при нагріванні виділяється у вигляді окремих повітряних скупчень, бульбашок.

Повітря може потрапити в систему також при її недостатньому заповненні водою. При швидкому наповненні, коли стояк заповнюється раніше, ніж нагрівальні прилади більшого об’єму, частина повітря може залишатися у верхній зоні приладу. Теж саме відбувається при наявності зворотного нахилу (контрнахилу) в підводках до нагрівального приладу.

Контрнахили зазвичай з’являються при недостатньо міцному кріпленні приладів, необережному виконанні монтажних і ремонтних робіт, механічних пошкодженнях труб та ін.

Для нормальної роботи системи все повітря з неї слід видаляти в атмосферу, в іншому разі він буде скупчуватися у верхніх зонах труб і приладів, утворюючи повітряні пробки, які порушують або зовсім припиняють на деякий час циркуляцію води в системі і викликають корозію стальних елементів системи опалення.

Видалення повітря із систем з примусовою циркуляцією виконується шляхом відкривання повітряних кранів на опалювальних приладах або

автоматичних повітрозбірників, які встановлюються в найвищих точках системи.

Якщо відкриттям повітряних кранів при ввімкненій системі не вдається ліквідувати повітряні пробки, рекомендується виконати наступне: зупинити насос або перекрити засувки на вводі; через 10 – 15 хв., коли припиниться циркуляція води і все повітря в системі займе верхнє положення, відкрити повітряні крани і видалити повітря, яке не розчинилося у воді.

Засмічення. Утворюються внаслідок потрапляння в систему піску, будівельного сміття, окалини, залишків ущільнюючих матеріалів і т. п. В результаті засмічень звужуються або повністю перекриваються прохідні перерізи, знижується тепловіддача нагрівальних приладів та іншого обладнання.

Найбільш імовірне утворення засмічень в місцях зміни напрямку руху теплоносія (трійники, хрестовини, відступи), установки запірно-регулюючої арматури, звуження перерізу при зміні діаметру, а також в перерізах де різко знижується швидкість руху води (нагрівальні прилади).

Для запобігання утворенню засмічень необхідно приймати профілактичні заходи як в процесах монтажу і ремонту, так і при експлуатації. Ефективним способом очистки системи від бруду є періодичне промивання системи опалення. Промивання необхідно виконувати відразу по завершенню опалювального сезону (відкладення ще рихлі і легко видаляються).

Нещільності трубопроводів. Такі дефекти призводять до витікання води з системи.

Нещільності в різьбових та запресованих з’єднаннях виникають через низьку якість ущільнення або сильно глибокої різі. Причинами появи нещільностей можуть виявитися недостатня компенсація температурних видовжень трубопроводів або механічні пошкодження.

Непрогрів обладнання може бути і внаслідок декількох несправностей, тому всякі поспішні висновки про причини непрогріву часто призводять до

неоправданих і неефективних робіт. Для запобігання безкорисних затрат часу і засобів відшукування причин непрогрівів слід виконувати в певній послідовності. При значних непрогрівах віддалених стояків необхідно послідовно з'ясувати, чи достатній рівень води в системі, чи справно працюють прилади повітровидалення, чи немає повітряних пробок; чи забезпечуються на вводі необхідні параметри теплоносія (температура води у відповідності з графіком, а також різниця тисків у трубопроводах); чи не поступає гаряча вода із подавальної магістралі в зворотну, обходячи стояки і прилади; чи немає в системі не передбаченої проектом запірно-регулюючої арматури, правильність встановлення арматури; чи правильно з'єднані стояки з магістральними трубопроводами; чи не пошкоджена теплова ізоляція; чи достатньо відрегульована система, чи немає в системі засмічень та інших додаткових опорів.

Частою причиною непрогрівів є виникнення повітряних пробок. При відшукуванні місць їх утворення необхідно перевірити правильність нахилів трубопроводів, роботу повітрозбірників. Слід детально перевірити наявність повітряних мішків у місцях згинання труб.

Іноді можна спостерігати перебої в прогріванні опалювальних приладів. Причиною такого явища може бути наявність в системі блукаючих повітряних пробок, які виникають в результаті несправності або конструктивних недоліків пристроїв для випускання повітря. В цьому випадку в місцях можливого скупчення повітря слід встановити додаткові повітрозбірники.

Якщо встановлено, що причиною непрогріву є засмічення, то необхідно відшукати місця засмічень, тимчасово демонтувавши ці ділянки і ліквідувати засмічення і також причини, які їх викликають. Місця засмічень слід шукати в певній послідовності на границях прогріву і непрогріву труб.

Значні труднощі виникають при відшукуванні і усуненні так званих "бродячих" засмічень, які створюються порівняно легким сміттям (тріски,

льняне волокно і т. п.), так як вони переміщуючись, можуть зосереджуватись в різних по довжині трубопроводах.

2.10 Стійкість системи опалення

Під тепловою стійкістю системи опалення розуміють властивість пропорційно змінювати теплопередачу опалювальних приладів, підтримуючи задану температуру повітря в приміщенні, при відхиленнях від розрахункових значень параметрів, що характеризують теплоносій, повітряні внутрішнє та зовнішнє середовища .

Забезпечення стійкості системи опалення – головна задача ув'язування циркуляційних кілець з гідравлічної точки зору, але наявність терморегуляторів у системі опалення робить її гідравлічний режим змінним. Тому виникає необхідність забезпечення керованості потокорозподіленням у системі. Стійкість системи досягається традиційним шляхом – ув'язуванням гідравлічних кілець, що необхідно при виході системи в робочий режим після запуску, нічного режиму тощо; керованість – шляхом забезпечення авторитетів терморегуляторів, що необхідно для ефективної роботи системи у робочому режимі.

В запроектованій системі опалення використовується метод приблизного ув'язування циркуляційних кілець, з покладанням остаточного гідравлічного збалансування системи на терморегулятори. Терморегулятори збалансовують систему. Термін цієї дії буде пов'язаний з інерційністю будівлі та системи. Спочатку прогріватиметься приміщення, через яке проходить циркуляційне кільце з меншим гідравлічним опором. Після досягнення установленої на терморегуляторі температури повітря приміщення він почне прикриватись, збільшуючи опір циркуляційного кільця, і теплоносій в більших кількостях надходитиме до решти опалювальних приладів.

Отже, відбувається нерівномірний вихід у тепловий режим приміщень, характеризований початковою гідравлічною незбалансованістю, що може

виникати при запуску системи опалення, після режиму заощадження (нічного, чергового та ін.). Для уникнення розбалансування системи виконано гідравлічне ув'язування кілець за втратами тиску в них між точками приєднання кінцевих ділянок. Похибка втрат тиску в циркуляційних кільцях при цьому не перевищує ±15%. Реально дисбаланс буде меншим за рахунок самобалансування системи.

Під дисбалансом розуміють невідповідність реальних гідравлічних параметрів циркуляційного кільця розрахунковим. За законами гідравліки система опалення завжди самобалансується. Основною задачею гідравлічного розрахунку є розрахункове обмеження самобалансування системи у заданих рамках. Такий підхід діє лише на момент виходу системи з терморегуляторами у робочий режим. У початковий момент всі терморегулятори є відкритими, або, принаймні, непрацюючими (мається на увазі стабільне положення штоку термостатичного клапана). Поступово терморегулятори прикриються у відповідності до виставлених на них температур. При цьому розподілення теплоносія в циркуляційних кільцях ніколи, навіть за повного співпадання всіх вихідних параметрів, що характеризують систему опалення, з реальними, не буде відповідати розрахунковому. Це викликано не тільки збільшенням поверхні теплообміну опалювальних приладів, а й роботою терморегуляторів. Таким чином, розрахунковий і реальний режими роботи системи опалення з терморегуляторами не співпадають.

Робота такої системи пов'язана, насамперед, з самобалансуванням, причиною якого є автоматичне кількісне регулювання теплоносія термостатичними клапанами. При цьому виникне перерозподіл теплоносія в опалювальних приладах, стояках. Оскільки системи опалення є інерційними і огороджувальні конструкції будівлі також є інерційними, при закритті частини терморегуляторів на опалювальних приладах в їх решту буде надходити надмірна кількість теплоносія доти, поки не зреагують терморегулятори.

Навіть використання терморегуляторів з незначним часом запізнювання не в змозі запобігти в повній мірі зниженню енергозаощаджуваності і зменшенню перепаду температур теплоносія за рахунок підвищення її на виході опалювальних приладів. Для цього використовуються автоматичні регулятори перепаду тиску.

Регулятори перепаду тиску призначені для підтримання заданого перепаду тиску на відгалуженнях, запобігання шумоутворенню терморегуляторів, запобігання надмірних перетоків теплоносія і шумоутворенню при цьому, забезпечення керованості потокорозподіленням терморегуляторами. Такі регулятори є ефективним засобом енергозбереження та створення теплового комфорту приміщення.

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

Отже, автоматичні регулятори перепаду тиску, окрім створення умов енергоефективної роботи терморегуляторів шляхом забезпечення їх авторитетів та шумонеутворення, ще запобігають несанкціонованим перетокам теплоносія в системі опалення і збільшенню його температури в зворотній магістралі, що дає додатковий енергозберігаючий ефект, оцінюваний приблизно у 5 % .

2.11 Експлуатація системи сонячних колекторів (СК)

Для забезпечення надійної та ефективної роботи сонячних установок протягом всього розрахункового періоду необхідно здійснити правильний вибір геліотехнічного обладнання і матеріалів для його виготовлення і провести якісно роботи по установці, монтажу та експлуатації обладнання.

При використанні в контурі колектора антифризу повинен бути передбачений розширювальний бак, ємність якого становить приблизно 1-2% ємності контуру, включаючи сам колектор.

При пуску рідинного колектора сонячної енергії повинні дотримуватися певні правила безпечної роботи, що запобігають його пошкодження. У сонячний полудень температура променепоглинаючої поверхні СТК, не заповненого теплоносієм, може досягати температури 200 ° С і більше. При надходженні холодної рідини виникає тепловий удар, що призводить до руйнування скління і утворення тріщин і здуття в каналах для теплоносія. Для запобігання цих небажаних явищ заповнення колектора теплоносієм необхідно виробляв тоді, коли температура променепоглинаючої поверхні невелика, тобто вранці або ввечері. Це в першу чергу відноситься до СТК, в яких передбачений дренаж теплоносія. Аналогічна ситуація виникає при відключенні насоса з тієї чи іншої причини. При наявності системи автоматичного управління в ній повинен бути передбачений датчик максимальної температури, не допускає включення насоса при небезпечно високої температури абсорбера. Перед першим пуском змонтованої установки проводиться її зовнішній огляд, гідравлічні випробування тиском 250 кПа, перевірка повітрозбірника і повноти зливу рідини при дренажі.

При перегріві акумулятора теплоти можливе утворення пари, для запобігання підвищення тиску передбачається запобіжний клапан. Для автоматичного видалення повітря з контуру сонячного колектора у верхній точці повинен бути розташований повітрозбірник. Всі матеріали повинні витримувати максимальні температури, які можуть мати місце при холостому ході (без теплоносія) колектора. Це відноситься до матеріалів

теплової ізоляції та деталей корпусу, стикаються з променепоглинаючою поверхнею, температура якої може досягати 170-250 °С .

Що стосується експлуатації, то в порівнянні із звичайними установками вони вимагають мало догляду. Для забезпечення контролю за роботою установки необхідно встановити прилади: манометр для вимірювання тиску в закритих системах, термометри або термопари для контролю температури на вході і виході колектора, в акумуляторі. Якщо перепад температур в колекторі зменшується, це свідчить про забиванні теплообмінника. Забруднення скління, попадання повітря в колектор знижують теплопродуктивність колектора. При появі протікань в рідинних геліосистемах через пошкодження труб, виникнення нещільності в місцях зварювання і ущільнень система повинна бути виключена.

При порушенні цілісності скління колектора, його розгерметизації всередину колектора потрапляють опади, які погіршують якість матеріалів, в тому числі теплової ізоляції, і знижують теплотехнічні показники колектора в цілому.

Також можуть виникнути труднощі у зв'язку з заледенінням і скупченням снігу на даху і поверхні колектора. Для усунення цих незручностей можна використовувати пристрій для відтавання, яке прокачує нагрітий теплоносій з акумулятора в колектор, при цьому скління прогрівається і сніг зісковзує з колектора. В інших випадках доводиться видаляти сніг вручну з дотриманням запобіжних заходів.

2.12 Висновок

В даному розділі магістерської роботи були розроблені правила і рекомендації з експлуатації системи опалення та гарячого водопостачання. Проаналізовані можливі технічні неполадки роботи систем та описані методи, щодо їх усунення.

Технічне обслуговування системи проводиться сервісною організацією, згідно умов договору сервісного обслуговування. Перевірку систем

рекомендовано проводити двічі на рік. Для нормальної роботи обладнання замовник повинен дотримуватись рекомендацій спеціалістів, щодо правильної експлуатації системи.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ .

3.1 Загальна оцінка екологічної ефективності використання теплового насоса

Використання теплових насосів, та геліоколекторів є однією з важливих складових програм екологічної і енергетичної безпеки країн Європейського Союзу.

Тепловий насос не тільки заощаджує кошти, але і зберігає здоров'я мешканцям будинку . Агрегат не спалює паливо, значить не утворюються шкідливі окисли типу CO, CO_2, NO_x, SO_2, PbO_2. Тому навколо будинку на грунті немає слідів сірчаної, азотистої, фосфорної кислот і бензольних з'єднань. На ТЕЦ скорочується витрата палива на виробництво електрики. Застосовувані ж у теплових насосах фреони не містять хлорвуглеводів і озонобезпечні.

3.2 Характеристика холодоагенту та його екологічної безпечності

Як холодоагент в установці використовується суміш R407C (зеотропна суміш: 23% R32 + 25% R125 + 52% R134a), за нормальних умов, вона не є токсичною і вогненебезпечною.

Оцінка впливів холодоагентів на довкілля визначається за двома основними параметрами:

- потенціал глобального потепління (ПГП) - параметр, який чисельно визначає радіаційний вплив молекули певного парникового газу відносно молекули діоксиду вуглецю, тобто коефіцієнт, що визначає ступінь впливу різних парникових газів на глобальне потепління. Ефект від викиду оцінюється за певний проміжок часу. Як еталонний газ взято діоксид вуглецю (CO_2), в якого ПГП дорівнює 1. ПГП(R407C)=1,610.
- озоноруйнуючий потенціал (ОРП) для R407C дорівнює 0.

3.3 Розрахунок зменшення кількості шкідливих викидів в атмосферу при застосуванні теплового насоса

Тепловий насос в ідеалі не можна вважати абсолютно екологічно чистим генератором тепла, адже він використовує електричну енергію, а виробництво електроенергії пов'язане з викидами шкідливих речовин в

атмосферу, хоча коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову, у теплового насоса доволі високий і складає: $\varepsilon = 4{,}51$.

Екологічний ефект від використання теплового насоса можна оцінити, перерахувавши кількість шкідливих викидів, при спаленні природного газу, для вироблення тієї ж кількості теплоти, що була вироблена тепловим насосом за опалювальний сезон.

Максимальне теплове навантаження на опалення будинку і прибудованої теплиці, згідно теплофізичного розрахунку складає $Q_{\max} = 32,4 кВт / год$.

Відносне теплове навантаження (див. розділ 1):

$$\overline{Q}_0 = 0,526.$$

Кількість теплоти, вироблена установкою протягом опалювального сезону (див. розділ 1):

$$Q_{опал}^{сез} = 276071(\text{М}Дж).$$

Розрахунок економії газу ($м^3$) за опалювальний сезон ведеться за наступною схемою:

$$B_{\text{г}} = f \frac{Q_{\Sigma}}{q_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{гк}}} = f \cdot B_{\text{г.повн}}, \qquad (3.1)$$

де $f = \frac{Q_c}{Q_{\Sigma}} = 1$ – ступінь заміщення палива за рахунок ТН в покритті теплового навантаження (див. розділ 1);

Q_{Σ} – теплове сезоне навантаження системи , *МДж*;

$q_г$=35,2 М*Дж*/$м^3$ – теплота згорання природного газу;

$\eta_{гк}$=0,9 – ККД газового котла;

$B_{г.повн.}$ – витрата газу при умові повного нагріву теплоносія газовим котлом:

$$B_г = 1 \cdot \frac{276071}{35,2 \cdot 0,9} = 8714(м^3).$$

Валовий викид оксиду вуглецю визначається за формулою, *(тис.м^3 / рік):*

$$M_{CO} = m \cdot C_{CO} \cdot (1 - q_s / 100) \cdot 10^{-3}, \quad (3.2)$$

де q_s - втрати тепла внаслідок механічної неповноти згоряння палива,% (середнє значення становить для газу 0,5%;)

C_{CO} - вихід оксиду вуглецю при спалюванні 1000 м^3 газу, значення якого визначається за формулою:

$$C_{CO} = q_r \cdot R \cdot Q^H_т , \quad (3.3)$$

де q_r - витрати теплоти від хімічної неповноти згорання згорання палива, $q_з$=0,5%;

R- коефіцієнт що враховує втрати теплоти від хімічної неповноти згорання, R=0.5.

$Q^H_т$ – нижча теплота згоряння палива (середнє значення становить для природногогазу : $Q^H_т$ =35,2 (МДж / м^3).

$$C_{CO} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 35,2 = 8,8 \ (м^3 / тис.м^3).$$

$$M_{CO} = 8,714 \cdot 8,8 \cdot (1 - 0,5 / 100) \cdot 10^{-3} = 0,08 \ (тис.м^3 / рік).$$

Валовий викид оксидів азоту визначається за формулою*, (т/рік):*

$$M_{NO2} = m \cdot Q^H_т \cdot K_{NO2} \cdot (1 - \beta) \cdot 10^{-3} \quad , \quad (3.4)$$

де β - коефіцієнт, що залежить від ступеня зниження викидів NO_2 в результаті застосування технічних рішень (для котлів продуктивністю до 30 т/год, значення β = 0);

K_{NO2} – параметр, що характеризує кількість NO_2 в кг, що утворюються на один МДж тепла для газу: K_{NO2} =0,08 (кг /МДж).

Масова витрата палива:

$$m = V \cdot \rho , \quad (3.5)$$

m=8,714·0.7=6,1*(т)*.

Валовий викид оксидів азоту :

$$M_{NO2} = 6,1 \cdot 35,2 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3}=0,02 \text{ (т/рік)}.$$

З розрахунків видно, що використання теплового насоса дозволяє уникнути викидів шкідливих для довкілля газів CO та NO_2.

3.4 Енергетичний паспорт будинку

Енергетичний паспорт будинку призначений для підтвердження відповідності показників енергетичної ефективності конструкцій будинків і споруд вимогам ДБН В.2.6-31:2006. Паспорт даного будинку наведений нижче.

Таблиця 3.1 - Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць, число)	2012.03.10
Адреса будинку	м.Черкаси
Розробник проекту	Єрохіна І.Д.
Адреса і телефон розробника	+380637132294
Шифр проекту будинку	2159-19
Рік будівництва	2020

Таблиця 3.2 - Розрахункові параметри

№ п/п	Найменування розрахункових параметрів	Позначення і розмірність	Одиниці вимір.	Величина
1	Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_в$	^oC	+20
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_з$	^oC	-21

3	Розрахункова температура теплого горища	$t_{вг}$	^{o}C	
4	Розрахункова температура техпідпілля	$t_{ц}$	^{o}C	+16
5	Тривалість опал. періоду	$z_{оп}$	доба	189
6	Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{оп\ з}$	^{o}C	-1,1
7	Розрахункова кількість градусо-діб опал. періоду	D_d	^{o}C·доба	3501
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку				
8	Призначення	житловий будинок		
9	Розміщення в забудові			
10	Типовий проект, індивідуальний	індивідуальний		
11	Конструктивне рішення			

Таблиця 3.3 - Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

№ п/п	Показник	Позначення і розмірність	Нормативне значення показника	Розрахункове значення показника
1	2	3	4	5

Геометричні показники				
1	Загальна площа зовнішніх огороджувальних конструкцій будинку В тому числі: - стін - вікон і балконних дверей - вітражів - ліхтарів - покриття (суміщених) -горищних перекриттів (холодного горища) - перекриттів теплих горищ - підлоги по ґрунту	$\boldsymbol{F_{\Sigma}}$, м^2 $\boldsymbol{F_{нп}}$, м^2 $\boldsymbol{F_{сп}}$, м^2 $\boldsymbol{F_{сп}}$, м^2 $\boldsymbol{F_{сп}}$, м^2 $\boldsymbol{F_{д}}$, м^2 $\boldsymbol{F_{д}}$, м^2 $\boldsymbol{F_{д}}$, м^2 $\boldsymbol{F_{д}}$, м^2	-- -- -- -- -- -- -- -- --	447,77 410,42 37,35 118,67
2	Площа опал. приміщень	$\boldsymbol{F_{h}}$, м^2	--	364,98

Продовження таблиці 3.3

3	Площа житлових приміщень і кухонь	$\boldsymbol{F_l}$, м^2	--	247,24
4	Опалюваний об’єм	$\boldsymbol{V_h}$, м^3	--	912,45
5	Коефіцієнт скління	$\boldsymbol{F}$	--	0,08
6	Показник компактності	$\mathbf{k_{к\ буд}}$	--	0,49
Теплотехнічні показники				
7	Приведений опір теплопередачі зовнішніх огороджень	$\boldsymbol{R_{\sum пр}}$, м$^2\cdot{}^o$С/Вт		
	- стін	$\boldsymbol{R_{\sum пр\ ст}}$	2,8	3,46
	- вікон і балконних дверей	$\boldsymbol{R_{\sum пр\ в}}$	0,6	0,65
	- вхідних дверей, воріт	$\boldsymbol{R_{\sum пр\ вд}}$	0,6	0,6
	- покриттів (суміщених)	$\boldsymbol{R_{\sum пр\ п}}$		
	- горищних перекриттів (холодних горищ)	$\boldsymbol{R_{\sum пр\ г}}$	3,3	3,65
	- перекриттів теплих горищ (включаючи покриття)	$\boldsymbol{R_{\sum пр\ пг}}$		
	- підлоги по грунту	$\boldsymbol{R_{\sum пр\ пд}}$		

Продовження таблиці 3.3

Енергетичні показники				
8	Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{буд}$, кВт · год/м^2, [кВт·год/м^3]		72,44
9	Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	E_{max}, кВт · год/м^2, [кВт·год/м^3]	104	
10	Клас енергетичної ефективності			В
11	Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів			30років
12	Відповідність проекту будинку нормативним вимогам			відповідає
13	Необхідність доопрацювання проекту будинку			немає необхід-ності

Таблиця 3.4 - Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку	
Рекомендовано: - -	
Паспорт заповнений:	
Організація Адреса и телефон Відповідальний виконавець	Житлопроект м. Черкаси +380637132294 Єрохіна І.Д.

3.5 Висновки

В даному розділі кваліфікаційної магістерської роботи був проведений аналіз екологічної безпечності використання теплонасосної системи та розрахунково доведена ефективність використання установки щодо захисту довкілля від парникових газів.

Таким чином, використання теплового насоса для теплопостачання будинку дає змогу суттєво зменшити шкідливі викиди в атмосферу, зекономити природні енергетичні ресурси, фреон, що використовується в установці є безпечними для озонового шару.

Показники енергетичної ефективності конструкцій будівлі відповідають сучасним нормативним вимогам.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Умови та безпека праці, їх стан та покращення – самостійна і важлива задача соціальної політики будь якої сучасної промислово розвинутої держави. Незадовільний стан охорони праці в процесі виробництва призводить до накопичення негативної напруги в суспільстві, що є небажаним політичним чинником. Погіршення стану здоров'я робітника є негативним соціальним чинником для сім'ї і економічним для держави.

В випусковій кваліфікаційній магістерській роботі передбачений монтаж системи опалення та ГВП будинку котеджного типу із прибудованою теплицею. До складу робіт входить прокладання трубопроводів опалення та ГВП, пробивання отворів в місцях проходження трубопроводів через будівельні конструкції, укладка трубопроводів підлогового опалення, встановлення теплового насоса, ємнісного водонагрівача, монтаж циркуляційних насосів, навішування і монтаж радіаторів.

На працівників, які здійснюють монтажні роботи системи опалення згідно з ГОСТ 12.0.003-74 [14] впливають такі шкідливі і небезпечні виробничі фактори:

1) фізичні:

- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- нестача природного освітлення;
- небезпечний рівень напруги електричного кола, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищена та знижена вологість повітря;
- підвищена та знижена рухливість повітря;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;

2) психофізіологічні :

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, розумові перенапруги, монотонність праці).

4.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об’єкта

4.1.1 Безпека щодо організації робочих місць

Організація робочих місць вимагає розробки чітких вимог і дій щодо, розміщення устаткувань та оснащень, забезпечення, в ході робіт, безпеки як робітників так і населення (в разі необхідності).

Під час виконання будівельно-монтажних робіт та при експлуатації електромереж та устаткування повинні виконуватись вимоги пожежної безпеки відповідно до: Закону України «Про пожежну безпеку»; НАПБ А 01.001-2014 «Правил пожежної безпеки в Україні» [15]; ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [16]; ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення» [17] ;

Проєктом передбачається комплекс заходів, що забезпечують умови праці відповідно до вимог діючих нормативно-технічних документів.

Для виконання робіт необхідно передбачати [17]:

- огорожу будівельного майданчика – висота огорожі не менше 2м;
- організацію руху пішоходів, яка виключає прохід їх через зону будівництва (ширина проходу не менше 1м);
- огорожу та обладнання необхідними помостами та драбинами робочих місць;
- забезпечення будівельного майданчика аптечками та засобами для надання першої медичної допомоги;
- влаштування майданчиків для складування матеріалів – ширина проходу не менше 1 м, ширина проїзду – не менше 3м;
- установку відповідних знаків безпеки дорожнього руху по ДСТУ 4100:2014 «Знаки дорожні» [18] ;

- забезпечення будівельного майданчика первинними засобами пожежогасіння, телефонним зв’язком для виклику, при необхідності, аварійних служб;
- забезпечення водопровідною водою, якість, якої відповідає вимогам нормативних документів; мийні та деззасоби, які використовують дозволені МОЗУ;
- захисне заземлення. Всі роботи з організації заземлення мають бути виконати відповідно до ПУЕ:2017р.
- занулення приладів у відповідності з вимогами ПУЕ-2017;
- нормативне освітлення (природне та штучне - загальне та місцеве);
- заходи по попередженню пошкоджень інженерних мереж і споруд.

Всі будівельні матеріали і вироби, що використовуються при виконанні робіт згідно проєкту, повинні мати сертифікати.

Монтаж систем опалення необхідно виконувати у відповідності із ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 [19] та технічними умовами на монтаж обладнання. Передбачено розміщення обладнання з урахуванням створення необхідних проходів при виконанні монтажних та ремонтно-експлуатаційних робіт.

Під час монтажних роботи, необхідно виконувати всі правила використання технологічного устаткування, дотримуватися правил безпечної експлуатації транспортних засобів, тари та вантажо-підіймальних механізмів, дотримуватися вказівок про безпечне утримання робочого місця.

Під час монтажу трубопроводів і обладнання стикування та з'єднання отворів і перевіряння їх збігу в деталях, що монтуються, необхідно виконувати за допомогою спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок тощо). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається [17].

Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

Відповідно ДБН А.3.2-2-2009 п.19.3 [17] під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його вмиканню. Під час монтажу обладнання з використанням домкратів необхідно вжиття заходів, що запобігають перекосу чи перекиданню домкратів.

Роботи по монтажу системи опалення проводяться використанням електричного інструменту. Перед роботою необхідно провести ретельний огляд інструмента на предмет наявності несправностей. Використовувати інструмент в тому режимі, для якого інструмент призначений. В процесі експлуатації забороняється триматися за електричний шнур, знімати стругають з обертових деталей, передавати інструмент не атестованим особам. Використання електродриль на драбині або стільці допускається на висоті не більше 2,5 м [17].

При виконанні монтажних робіт з використанням зварювального апарату для захисту від ураження електричним струмом корпус зварювальної установки заземляють. Електрозварювальні установки, що працюють при постійному і змінному струмі мають бути забезпечені пристроями автоматичного відключення. Захист робочих полягає в забезпеченні засобами індивідуального захисту: спецвзуттям, спецодягом, засобами захисту органів дихання, голови, очей [17].

В цілях безпеки при монтажних робіт, котрі супроводжуються відлітання осколків, стружки, іскри, пилу важливо користуватися запобіжними засобами. Гострі кромки і краї повинні зачищатися. Обрізки металу необхідно складати в ящики. Прибирати з робочого місця дрібні металеві відходи дозволяється тільки щіткою. Ширина смуги металу, очищеної від фарби, повинна бути не менше 200 мм (по 100 м на сторону). Використовувати для очищення газове полум'я забороняється [17].

Заготівлю і припасування труб необхідно виконувати в заготівельних майстернях. Виконання цих робіт на риштованнях, призначених для монтажу трубопроводів, забороняється.

Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх остаточного закріплення [17].

4.1.2 Електробезпека

Відповідно до вихідних даних електропостачання будівлі котеджного типу у місті Черкаси здійснюється від окремо стоячої трансформаторної підстанції.

Напруга мережі живлення силового устаткування та електричного освітлення прийнята 380/220В. Всі електричні мережі захищаються від струмів короткого замикання. На всіх щитах установлюються автоматичні вимикачі, які забезпечують захист електричних мереж від струмів перевантаження та короткого замикання.

Силове електрообладнання включає: головні розподільчі щити; розподільчі щити силового обладнання; групові щити освітлення; шафи і щити управління електродвигунами сантехприладів. Живлення електроустановок до 1кВ змінного струму прийняте від мережі з глухозаземленою нейтраллю з системою заземлення TN-C від ТП до увідних розподільчих щитів, та TN-C-S від розподільчих щитів та пультів управління.

На даному об’єкті відсутні фактори особливої небезпеки, такі як вологість повітря в приміщеннях близька до насичення.

Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі. У процесі використання електроінструменту необхідно слідкувати за положенням електричних шнурів для виключення можливості розриву дроту. Не допускається використання інструменту поблизу джерел тепла або відкритого вогню. Заборонено залишати включений інструмент без нагляду, або направляти його в сторону людей, що знаходяться поблизу. Не дозволяється натягувати, перекручувати та перегинати кабель, що живить електроінструмент, ставити на нього вантаж, а також допускати перетинання

цього кабелю з тросами, кабелями та рукавами для газозварювання [16].

Установлювати робочу частину електроінструменту в патрон та вилучати її з патрона, а також регулювати електроінструмент дозволяється тільки після повного зупинення та вимкнення його штепсельної вилки з електричної мережі. У разі раптового зупинення електроінструменту (зникнення напруги в мережі, заклинювання рухомих частин тощо) його необхідно від'єднати від електричної мережі вимикачем [16].

Не дозволяється виконувати роботи з електроінструментом з приставних драбин. Не дозволяється обробляти електроінструментом мокрі деталі. Не дозволяється виконувати роботи з електроінструментом, в якому відсутній захист від дії крапель або бризок. Під час виконання робіт з електродрилем предмети, що підлягають свердлінню, необхідно надійно закріплювати. Під час свердління електродрилем з використанням важеля для притискування необхідно стежити, щоб кінець важеля не спирався на поверхню, з якої він може зісковзнути [16].

Для запобігання ураження електричним струмом (безпечного виконання робіт) необхідно забезпечити такі організаційні та технічні заходи [20]:

- провести огородження струмопровідних частин обладнання, оберігати ізоляцію струмоведучих елементів від механічних та термічних пошкоджень;
- провести заземлення відповідно до ПУЕ:2017р.
- дотримуватись правил техніки безпеки при користуванні електроінструмента, використовувати лише справний електроінструмент, струмоведучі частини повинні буди надійно ізольовані;
- занулення приладів у відповідності з вимогами ПУЕ-2017. При зануленні пробій на корпус призводить до короткого замикання (К.З.) фази. Спрацьовує захист від короткого замикання і пошкоджений споживач відключається від мережі;
- забезпечити використання засобів орієнтації в електроустаткуванні, що запобігає помилковим діям при обслуговуванні та експлуатації електроустаткування – написи, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація, різнокольорова ізоляція провідників і т.п.

- використання захисних блокувань в електричних апаратах і устаткуванні, що забезпечує вимкнення напруги при відкриванні апаратів електроустаткування, при знятті огородження.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

При монтажі системи опалення у приміщеннях виконуються такі роботи: прокладання трубопроводів, встановлення опалювальних пристроїв, агрегатів, випробування систем. Дані роботи вимагають від робітників переміщення невеликих вантажів (до10кг), виконання робіт стоячи, ходіння, супроводжуються помірним фізичним напруженням і тому відносяться до категорії IIб, з тепловиділенням від однієї людини 233 - 290 Вт.

4.2.1 Мікроклімат

Важливе значення для самопочуття та працездатності людини має мікроклімат. Так як монтажні роботи згідно з календарним планом виконуються у теплий період року (червень, липень) відповідно до санітарних норм ДСН [21] допустимі норми відносної вологості, температури, швидкості руху повітря в робочій зоні при виконанні монтажних робіт зводяться в таблиці 4.1

Таблиця 4.1- Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, ° С				Відносна воло-гість (%) на робочих місцях - постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях - постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постій-них робочих місцях	На непостій них робочих місцях	На постійн их робочих місцях	На непості йних робочих місцях		
Теплий період року	Середньої важкості IIб	27	29	15	15	70 - при 25° С	0,5 - 0,2

4.2.2 Склад повітря робочої зони

При виконанні монтажних робіт виділяється нетоксичний пил.

Вплив пилу на організм людини залежить саме від його фізико-хімічних властивостей, тривалості впливу та концентрації. Гранично допустима концентрація (ГДК) в повітрі робочої зони при виконанні монтажних робіт може утворюватись нетоксичний пил, який відноситься до 4 класу небезпеки, а саме малонебезпечні речовини, що мають ГДК більше 10,0 мг/м^3 [21].

Для забезпечення параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони проєктом передбачені такі рішення:

- застосування засобів вентиляції - витяжні вентиляційні канали у стінах будівлі;
- додаткова подача свіжого повітря та вентиляції всього приміщення, можлива також через відкривання вікон;
- дотримання робочого графіку виконання робіт;
- використання засобів індивідуального захисту;
- дотримання правил безпеки під час виконання монтажних робіт [21].

4.2.3 Виробниче освітлення

Виробниче освітлення прийнято за ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [22]. Для умов, що розглядаються в проєкті: об’єкт розрізнення становить від 0,5 до 1,0 мм (поділки на шкалі манометра тощо), тому розряд зорової роботи IV. Контраст об’єкта з фоном середній, характеристика фону – середній (бетонна підлога, оштукатурені стіни) під розряд “б” та “в”.

Нормовані значення освітленості приймаються за ДБН В.2.5-28:2018 [22].

«Природне і штучне освітлення» і наведено в таблиці 4.2

Таблиця 4.2- Нормовані значення освітленості

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

Система природного освітлення (через вікна) відноситься до бокової. Природне освітлення одностороннє і здійснюється через вікна, які орієнтовані на схід.

Нормоване значення КПО для даного виробничого приміщення визначається за формулою

$$e_N = e_н \cdot m_{N,} \quad (4.1)$$

де ен – нормоване значення КПО за ДБН В.2.5-28-2006;

m_N − коефіцієнт світлового клімату; N – номер групи забезпеченості природним світлом.

Природнє: $E_N = 1,5 * 0,9 = 1,4\%$; сумісне: $E_N = 0,9 * 0,9 = 0,8$ %.

Виробниче освітлення. Як джерела світла прийняті світлодіодні лампи ЛПО-02. Ступінь захисту світильників приймається з урахуванням середовища приміщення. Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра [22].

Для забезпечення параметрів освітлення робочої зони передбачені такі рішення:

- штучне освітлення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, а в разі необхідності і комбінованого (сумарного загального і місцевого) освітлення;
- віконні прорізи обладнують регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки);

- система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані з боку робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих [22].

4.2.4 Виробничий шум

До виробничих віброакустичних коливань відносяться: інфразвук, шум, ультразвук та вібрація ДСН [21] Санітарно- гігієнічне нормування та вимірювання шумів здійснюється методом граничних спектрів та методом рівня звуку.

Таблиця 4.3 - Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях [21]

	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні шуму та екв. рівні. шуму, дБА
Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Шкідливість шуму як фактора виробничого середовища і середовища життєдіяльності людини приводить до необхідності обмежувати його рівні. Заходи та засоби захисту від шуму

- раціональне розташування виробничих ділянок, устаткування та робочих місць,
- контроль режиму праці та відпочинку працівників,
- використовувати засоби захисту (навушники, що забезпечують зниження рівнів звукового тиску).

4.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружинних тіл, що проявляються в їх переміщенні у просторі, або зміні їх форми. Коливання тіл

з частотою, нижчою 16 Гц сприймається організмом, як вібрація, а коливання з частотою 16...20 Гц і більше - одночасно як вібрація і звук. Джерелами вібрацій є різні технологічні процеси, станки, установки, вібростенди, механізми, машини (електродвигуни трансформатори, насоси, компресори, і т д), і їх робочі органи. В одних випадках причиною збудження вібрації є зворотно-поступальні рухи системи в інших - неврівноважені маси, які обертаються. В залежності від дії на людину вібрація ділиться на загальну і локальну.

Основними гігієнічними характеристиками вібрації, що визначають її дію на людину, є середньоквадратичні значення віброшвидкості V, м/с або логарифмічні рівні, дБ в октавних смугах частот.

Логарифмічні рівні віброшвидкості, дБ визначаються за формулою

$$L_V = 20 \cdot gV / 5 \cdot 10^{-8} \qquad (4.2)$$

Відстрочка від режиму резонансу досягається за рахунок відстрочки власних частот установки або її окремих вузлів і деталей від частоти вимушеної сили або зміни маси жорсткості установки, або встановлення нового робочого режиму.

4.2.6 Психофізіологічні фактори

Усі працівники зобов’язані пройти медогляд, мати спецодяг і дотримуватись “Правил техніки безпеки праці”, а також правил пожежної безпеки, та санітарії. Адміністрація зобов’язана організувати проведення попередніх (при влаштуванні на роботу) і щорічних періодичних медичних оглядів працюючих, до роботи допускають тільки тих осіб, що не мають медичних протипоказань.

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

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Евакуація з будинку в захисні споруди

Організація і порядок укриття людей в захисних спорудах: підготовка захисних споруд; організація будівництва протирадіаційних укриттів; будівництво найпростіших укриттів; використання підвалів, погребів та інших заглиблених приміщень для укриття населення і формувань; управління людьми, які знаходяться в захисних спорудах.

Засоби колективного захисту діляться на дві категорії:

– притулку, захищають від засобів масового ураження;

– протирадіаційні укриття (ПРУ), які надійно захищають від іонізуючого випромінювання при радіоактивному зараженні місцевості.

Для захисту людей крім стаціонарних можна використовувати притулку і укриття, зводяться в короткі терміни з готових дерев'яних або залізобетонних конструкцій, або обладнані в існуючих підвальних приміщеннях. Залежно від місця розміщення і конструкцій захисні споруди підрозділяють на вбудовані і окремо стоячі. Одна з особливостей вбудованих сховищ - наявність аварійного виходу для евакуації людей із споруди при руйнуванні надземних поверхів будівлі. За межі будівлі виходять також повітря-забірні, повітря-викідні і газовихлопні пристрої. Окремо розташовані споруди автономні по об'ємно планованим і конструктивним рішенням. Їх розміщують на вільних територіях підприємств, у дворах, скверах, парках та інших місцях по можливості поза зоною можливих завалів. По місткості сховища можна умовно розділити на: – притулку малої місткості 150-600 осіб – притулку середньої місткості 600-2000 люд. Сучасні сховища характеризуються великою місткістю (2000-5000 люд.) У сховищах планування і склад приміщень залежить від місткості, конструктивних особливостей, характеру використання в мирний час, зручності заповнення та розміщення схованих та інших причин. Приміщення поділяються на основні і допоміжні.

Основними приміщеннями є відсіки, де розміщують людей, пункт управління, медпункт, тамбури-шлюзи. До допоміжним ставляться

фільтровентиляційні камери, санвузли, дизельні електростанції, приміщення для баків з водою, станцій перекачки фекальних вод, комори та ін. Місткість сховища визначають виходячи з норми 0,5 м2 у відсіку на 1 люд. при двох'ярусному розташуванні та 0,4 м2 при триярусному. При цьому висота приміщень в "чистоті" повинна бути не менше 2,2 м, а загальний об'єм повітря на 1 люд. не менше 1,5 м3 . Люди у відсіках розташовуються на місцях для сидіння розміром 0,45х0,45 м на 1 особу та для лежання на 2-х і 3-х ярусах нар розміром 0,55х1,80 м. Площа основних приміщень сховищ приймають виходячи з норми площі на 1 люд., так само як і для притулків, 0,4 і 0,5 м2 в залежності від кількості ярусів нар.

Для захисту від дії ударної хвилі на входах встановлюють міцні металеві захисно-герметичні двері. Входи влаштовують з одно або двокамерними тамбурами-шлюзами. У тамбурі встановлюють дві двері: захисно-герметичну і герметичну, які відкривають назовні. Мінімальні розміри тамбура 2-2,5 м.

У вбудованих сховищах стіни виконані з цегли, бетонних блоків. Перекриття найчастіше із збірних залізобетонних плит, поверх яких покладений шар монолітного залізобетону для посилення несучої здатності перекриттів. Стіни і підлоги вбудованих споруд повинні мати зовнішню гідроізоляцію від ґрунтових і поверхневих вод.

До складу внутрішнього обладнання сховища входять: – системи повітропостачання; – системи водопостачання; – системи електропостачання; – системи опалення; – системи каналізації; – системи зв'язку. Крім того, до внутрішнього обладнання відносяться контрольновимірювальні прилади, меблі та інвентар.

4.4 Висновок

Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці при виконанні монтажних робіт відносяться до 2 класу — допустимі умови праці — характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів для робочих місць, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих і їх потомство в найближчому та віддаленому періодах.

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

Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією. Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій. Обробка, виконання завдання та його перевірка. Робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності.

Є необхідність додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра тощо). Тривалість робочого дня 8 год.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

5.1 Локальний кошторис

Кошторисна документація до магістерської роботи складена у відповідності до Д.1.1.1-2000 “Правила визначення вартості будівництва”. ДСТУ Б Д 1.1.1-2013 «Правила визначення кошторисної вартості будівництва» (додаток М).

5.2 Загальні техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проекту визначаються сумарними характеристиками, віднесеними до об’єму теплоносія, що транспортується. Основним показником є кошторисна вартість монтажу системи, яка визначається відповідно діючим нормам із врахуванням встановлених надбавок на накладні витрати та планові накопичення.

Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл. 5.1

Таблиця 5.1 - Техніко-економічні показники

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	2	3	4
1	Потужність - системи опалення - системи гарячого водопостачання	кВт	 26,4 10,2
2	Тривалість будівництва систем	дні	35
3	Середня чисельність робітників Rcep	роб	12
4	Максимальна кількість робітників	роб	20

5	Кошторисна вартість будівництва системи опалення	тис.грн	226,751
6	Кошторисна вартість будівництва системи гарячого водопостачання	тис.грн	65,294
7	Кошторисна вартість будівництва системи опалення теплиці	тис.грн	16,971
8	Загальна кошторисна вартість будівництва	тис.грн	309,017
9	Кошторисна трудомісткість	тис.люд/год.	4,484
10	Середній розряд	розряд	4,0

5.3 Висновок

В даному розділі магістерської роботи розраховано локальні кошториси на проведення таких робіт:

- влаштування системи опалення будівлі;
- влаштування системи гарячого водопостачання будівлі;
- влаштування системи опалення теплиці.

Загальна кошторисна вартість проведення робіт становить 309,017 тис. грн.

Загальні висновки

В ході виконання магістерської роботи був проведений аналіз технічної та економічної доцільності вибору системи теплопостачання. Проаналізовані та розроблені конструктивні рішення для прибудованої теплиці.

Проведений теплофізичний розрахунок будівлі і теплиці, окремо розраховане теплотехнічне обладнання, розроблена система повітряного опалення теплиці з використанням теплооакамулюючого бака. Для системи опалення будинку та ГВП, було розраховано надходження сонячної енергії для міста Черкаси, визначені ККД сонячного колектора для різних періодів року, розроблено компоновку геліо ситеми для забеспечення потреб ГВП.

В організаційно - технічному розділі роботи наведені рекомендації та настанови щодо монтажу і випробовувань систем, складений календарний план виконання робіт і графік руху робітників.

Для ефективної роботи системи було розроблено правила експлуатації та описані можливі неполадки в роботі обладнання та засоби їх усунення.

Було проведено порівняльні розрахунки шкідлих викидів в атмосферу яких можна уникнути завдяки використанню теплового насоса і геліоколекторів в ситемах опалення та ГВП.

Розроблені заходи з охороні праці при монтажі систем теплопостачання та ГВП.

Розраховані техніко економічні показники даної розробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 Як влаштована система опалення [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.vaillant.ua/dlia-klientiv/korisna-informatsia/understand-heating-system/ - Назва з екрану.

2 Наукова бібліотека Буковина. [Електронний ресурс] // Системи опалення – Режим доступу: https://buklib.net/books/29861/ – Назва з екрану.

3 Тепловые насосы. [Електронний ресурс] // Использование тепловых насосов. – Режим доступу: http://www.aeroprof.by – Назва з екрану.

4 Электронный журнал энергосервисной компании “Экологические системы” – 2009. – № 2.

5 Яковчук П. Є. Тепловий насос як елемент енергозбереження / П. Є. Яковчук, В. Б. Цяпа, В. І. Комаров, Б. І. Крохмальний // Вісн. Нац. університету “Львівська політехніка”. – 2008. – № 544. – с. 194–200.

6 Теплонасосна технологія для енергозбереження [Електронний ресурс] // З огляду на дефіцит енергоносіїв. – Режим доступу: http://www.eltema.com.ua – Назва з екрану.

7 Анализ перспектив использования тепловых насосов в мире [Електронний ресурс] // Конференция “Тепловые насосы”. – Режим доступу: insolar.com.ua›products – Назва з екрану.

8 Васильев Г. П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2 / Г. П. Васильев // АВОК – 2002. – № 4. – с. 22-26.

9 Тепловые насосы в системе теплоснабжения. [Електронний ресурс] // Энергосовет – энергосбережение и энергоеффективность. Тепловые насосы в системе теплоснабжения. – Режим доступу: www.energosovet.ru – Назва з екрану.

10 Принцыпы построения схем автоматизации. [Електронний ресурс] // Автоматизация стадии проектирования – Режим доступу: www.comodity.ru – Назва з екрану.

11 Средства автоматизации технологических процесов. Каталог продукции, 2009 – 194 с.
12 Информация по планированию. Электрические тепловые насосы geoTHERM.
13 ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція і кондиціонування – К.: Мінбуд України, 2013 – 21 с.
14 ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда.
15 НАПБ А 01.001-2014 «Правил пожежної безпеки в Україні»
16 ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»
17 ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення»
18 ДСТУ 4100:2014 «Знаки дорожні»
19 ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 Руководство по монтажу внутренних санитарно-технических систем (СНиП 3.05.01-85, MOD)
20 Київський національний торговельно-економічний університет Житомирський торговельно-економічний коледж. Електробезпека [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.ztec.com.ua/ztec/elib/Охорона%20праці/Тема%2017%20Електробезпека.pdf – Назва з екрану.
21 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99 –[Чинний від 1999-12-01]. – К.: Міністерство охорони здоров’я України, 1999 р. – 12 с.– (Державні санітарні норми).
22 ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».
23 Перспективи застосування теплових насосів в системах теплопостачання індивідуальних житлових будинків. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9865 - Назва з екрану.
24 Мацавитый Ю. М. Внедрение теплонасосных технологий / Ю. М. Мацавитый, Н. Б. Чиркин, Л. С. Богданович, А. С Клепанда // Экотехнологии и ресурсосбережение – 2008. – №3. – с. 4-10.

25 Денисова А. Е. Модель комплексной альтернативной системы теплоснабжения / А. Е. Денисова, А. С. Мазуренко, Ю. К. Тодорцев // Экотехнологии и ресурсосбережение – 2000. – №5. – с. 8-12.

26 Чепурний М. М. Аналіз впливу температур на ефективність роботи теплонасосних установок // Вісник ВПІ – 2001. – №4. – с. 53-56.

27 Безродний М. К. Порівняльний ексергетичний аналіз теплонасосних та традиційних систем опалення / М. К. Безродний, П. П Куделя, О. І. Дроздова // Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика – 2010. – №2.

28 Чепурний М. М. Порівняння енергоефективності систем теплопостачання від опалювальних котелень і теплонасосних установок / М. М. Чепурний, О. В. Куцак, І. М. Димніч // Енергетика та електрохніка – 2011. – №4. – С. 1-7.

29 Редько А. А. Возможности использования двухступенчатых теплонасосных установок в системах геотермального теплоснабжения / А. А. Редько, – с. 22-34.

Д. Х. Харлампиди // Науковий вісник НГУ – 2010. – №4. – С. 101-106.

30 Тепловые насосы – их преимущества и эффективность. [Електронний ресурс] // Почему сегодня они так выгодны? – Режим доступу: http://www.ecogroup.com. – Назва з екрану.

31 Сонячні колектори. [Електронний ресурс] // Основним елементом геліосистем є сонячний колектор. – Режим доступу: www.frankeko.com.ua. – Назва з екрану.

32 Принцыпы построения схем автоматизации. [Електронний ресурс] // Автоматизация стадии проектирования – Режим доступу: www.comodity.ru – Назва з екрану.

33 Тепловые насосы. [Електронний ресурс] // Источник тепла теплового насоса. – Режим доступу: www.progress21.com.ua. – Назва з екрану.

34 Тепловой насос: используем энергию земли [Електронний ресурс] // Вертикальный грунтовой зонд – Режим доступу: www.ivik.od.ua – Назва з екрану.

35 БДН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» 33 с.

36 Теплові насоси Vaillant. [Електронний ресурс] // Теплота землі (грунтові колектори і грунтові зонди) – Режим доступу: www.gazanet.com.ua – Назва з екрану.

37 Тепловий насос. [Електронний ресурс] // Методичні рекомендації по проектуванні та розрахунку теплових насосів – Режим доступу: http://www.vaillant.com – Назва з екрану.

38 Розширювальні баки. [Електронний ресурс] // Reflex DE60 є напірними розширювальними. – Режим доступу: pompa.sells.com.ua – Назва з екрану.

39 Водонагрівачі та буферні ємності Vaillant. Теплові насоси… [Електронний ресурс] // Компактна буферна ємність для комбінації різних джерел теплоти: VPS300 VPS500 VPS750. – Режим доступу: www.gazanet.com.ua/uk/-vodonagrevateli – Назва з екрану.

40 Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2001. – № 4. – с. 53-56.

41 Сумський Державний Університет. [Електронний ресурс] // Основи експлуатації холодильних і теплонасосних установок – Режим доступу: www.enssuir.sumdu.edu.ua – Назва з екрану.

42 Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі [Електронний ресурс] // Сонячна електроенергетика. Режим доступу: http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-1/section-2/2-1/2-1-2 - Назва з екрану.

43 Екологічний аналіз. [Електронний ресурс] // Источник тепла теплового насоса. – Режим доступу: www.progress21.com.ua. – Назва з екрану.

44 Средства автоматизации технологических процесов. Каталог продукции, 2009 – 194 с.

45 Информация по планированию. Электрические тепловые насосы geoTHERM.

46 ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція і кондиціонування – К.: Мінбуд України, 2013 – 21 с.

47 Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів: ДСТУ Б.А.2.4-3-95. – [Чинний від 1995 -04-06 № 65]. – К.: Держкоммістобудування України, 1995. – 42 с.

48 Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах: ДСТУ Б А.2.4-16:2008. [Чинний від 2008 -06-27 № 271]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 14 с.

49 Закон України “Про охорону праці”: за станом на 22 листопада 2002 р./ Верховна Рада України. – К: Парламентське вид-во, 2002. – 669 с.

50 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99. – [Чинний від 2006-10-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 96 с. (Національний стандарт України).

51 Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006-15-05]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 43 с. (Національний стандарт України).

52 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6-037-99. – [Чинний від 1999-12-01]. – К.: Мінбуд України, 1999. – 35 с. (Національний стандарт України).

53 Теплові насоси. [Електронний ресурс] // Використання тепла земних надр. – Режим доступу: frankeko.com.ua – Назва з екрану.

54 Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: НАПББ.03.002-2007. – [Чинний від 2007-12-03]. – К.: НИИПБ МЧС України, 2007. – 27 с. (Національний стандарт України).

55 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень:ДСН 3.3.6.042-99. – [Чинний від 1 грудня 1999 року.].– К. : Головний державний санітарний лікар України - Київ, 1999.

56 Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами. Інженерне обладнання будинків і споруд (EN 15450:2007, MOD): ДСТУ Б В.2.5-44:2010. – [Чинний від 2010-02-02]. – К: Мінрегіонбуд України, 2010. – 57 с.

57 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006 – 05 -15]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2006.

58

59 Лялюк О. Г. Економіка енергетики. Практикум. / Лялюк О. Г. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 114 с.

60 Положення про магістерську кваліфікаційну роботу / [Романюк О. Н., Леонтьєв В. О., Лисенко Г. Л. та ін.] – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 16 с.

61 Розробка, оформлення та захист атестаційної випускової роботи для здобуття освітнього ступеня магістра. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», спеціалізація «Теплогазопостачання і вентиляція» / укладачі: П.Л. Зінич, К.М. Предун, С.Г. Рибачов, О.Ю. Шуваєва-Нечипорук. – Київ, ІІНО КНУБА, 2018. – 29 с.

62 Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. - К.: КНУБА, 2002. - 256 с.

63 Єнін П.М., Швачко Т.А. Теплопостачання (частина І «Теплові мережі та споруди»). Навчальний посібник. - К.: Кондор, 2007. - 244 с.

64 ДСТУ Б А.2.4-41:2009. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. — Дата введення 01.01.2010. - Державне підприємство "Державний проектний інститут містобудування "Міськбудпроект" м. Полтава", 2010.-20 с.

65 ДСТУ Б А.2.4-28:2008. Мережі теплові (тепломеханічна частина). Робочі креслення. - Дата введення 01.01.2010. - Державне підприємство Український державний проектний інститут "Укрміськбудпроект", 2010. - 10 с.

66 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. - Дата введення 01.02.2017. - ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»), 2017. - 136 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Коц І.В.

_____

(підпис)

“___”_____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської роботи

за темою:

«Вдосконалення комбінованої системи теплопостачання будинку котеджного типу»

Виконала: магістрант гр. ТГ-18мі

_____Єрохіна І.Д.

_____

Науковий керівник

к. т. н., проф., Коц І.В._____

“___”_____ 2020 р.

Вінниця 2020

1. **Призначення розробки та місце застосування**. Системи опалення та гарячого водопостачання будинку котеджного типу, що призначені для створення оптимальних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу в приміщеннях будівлі.

2. **Основа для виконання робіт.** Основою для виконання робіт є індивідуальне завдання до виконання дипломного проекту згідно теми, затвердженої наказом ректора № 76 від «06» березня 2020 р.

3. **Мета та призначення розробки**. Метою розробки є створення у приміщеннях сприятливих комфортних умов для людей, які перебувають в ньому. Призначення розробки: підтримка температури в приміщеннях на рівні 22°С для житлових приміщень і 16°С для підсобних.

4. **Джерела розробки**. Джерелами розробки архітектурно-будівельні креслення та нормативна література.

5. **Технічні вимоги.** Технічні вимоги до системи опалення, вентиляції та кондиціонування викладені в наступній нормативній літературі:
СНиП 2.04.05-91 "Опалення, вентиляція і кондиціювання повітря".

6. **Вимоги по стандартизації та уніфікації.**
При розробці систем потрібно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість її ремонту чи заміни.

7. **Вимоги з надійності.** Вимоги по надійності викладені у ГОСТ 27.002. Обов'язковими є показники:
– середня наробка обладнання на відмову, яка складає не менше 12 років;
– середній повний строк служби обладнання не менше 20 років;
– оцінка відповідності показників надійності - середню наробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності з ГОСТ 27 410;
– на вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

8. Ергономічні вимоги:

– виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань.

9. Експлуатаційні та ремонтні роботи.

Вимоги:

Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування:

– сезонний технічний огляд;

– регламентований технічний огляд ;

– строки технічного огляду і денного огляду повинні по можливості співпадати з строками обслуговування базового обладнання.

10. **Порядок розробки випробувань, приймання систем ТГПіВ:**

– стадії розробки встановлюють відповідно ГОСТ 15.203. Обов'язковими етапами дослідно – конструкторської роботи є:

– розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципових схем;

– розробка та узгодження програми та методики випробовувань;

– узагальнення результатів виконання робіт, вироблення рекомендацій та інструкцій.

– ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника;

– порядок приймання розробки здійснюється у відповідності з вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення виконує приймальна комісія, яку формує розробник. В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Голова комісії – представник замовника;

– місце і строки випробувань позначаються заздалегідь і попередньо узгоджують;

– перелік документів, що представлялись на випробування відзначають у програмі випробувань;

– перелік матеріалів і документів, що передається замовнику: комплект технічної та експлуатаційної документації, креслення та інструкції з експлуатації систем ТГПіВ;

– дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проектування.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБІТ:

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)
1	Складання завдання та змісту до МКР	10.03.2020
2	Аналітичний огляд і аналіз відомих теоретичних та експериментальних досліджень в області застосування альтернативних джерел енергії комбінованих із традиційними джерелами для теплопостачання будівель	25.04.2020
3	Теоретичне обґрунтування та проєктні рішення щодо раціонального варіанта поєднання різних альтернативних та традиційних джерел теплопостачання	30.04.2020
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень та заходи з охорони праці, техніки безпеки в надзвичайних ситуаціях	15.05.2020
7	Техніко-економічні показники	20.05.2020
8	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	30.05.2020
9	Попередній захист	03.05.2020
10	Виправлення зауважень	04.06.2020
11	Рецензування	05.06.2020
12	Захист МКР	12.06.2020