

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ІСБ
(назва)

к.т.н., доц. Коц І.В.

(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)

_____ « ___ » _____ 201_ р.
(підпис)

**Модернізація інженерних систем в багатоквартирному будівництві з
використанням відновлюваних джерел енергії**

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
192 – Будівництво та цивільна інженерія
08-12.МКР.010.00.037 ПЗ

Керівник к.т.н., доц. Петрусь В.В.
(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)
_____ « ___ » _____ 2019 р.
(підпис)

Розробив магістрант Юхимчук К.В.

(підпис, ініціали та прізвище)

Офіційний опонент _____
(науковий ступінь, вчене звання,
кафедра)

(підпис, ініціали та прізвище)

« ___ » _____ 2019 р.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота включає в себе чотири розділи: аналітичний огляд сучасного стану використання енергоефективних систем опалення, теоретичне обґрунтування прийнятих рішень, розробка систем опалення на планах поверхів, техніко-економічні показники.

Виконано аналітичний огляд застосування енергоефективного обладнання для системи створення мікроклімату в приміщеннях. Виконано техніко-економічне обґрунтування використання теплового насосу в системі опалення та створення мікроклімату в багатоквартирному будівництві.

Розроблено варіант проектного рішення системи опалення з використанням енергоефективних технологій для багатоквартирного житлового будинку з встановленням енергоощадного обладнання – сонячних батарей і застосуванням теплового насосу. Як додаткове джерело теплової енергії у бівалентному режимі з тепловим насосом використовується котельня.

Проаналізовано та підібрано обладнання для системи опалення будинку. Розглянуто та змодельовано режими роботи теплонасосного обладнання. Розроблена технологія монтажу системи опалення житлового п'ятиповерхового будинку, а саме: сонячних батарей, котельні, що знаходиться на даху та теплових насосів.

Розраховано техніко-економічні показники систем опалення в багатоквартирному будинку. Виконані розрахунки кошторисної вартості системи комбінованого опалення.

Графічна частина містить аксонометричні схеми системи опалення, схеми системи опалення на планах поверхів, календарний план з графіком руху робітників та графіком руху машин і механізмів, вузлові креслення, а також ілюстративні плакати.

ABSTRACT

The master's qualification work includes four sections: analytical review of the current state of use of energy efficient heating systems, theoretical justification of the decisions made, development of heating systems on floor plans, technical and economic indicators.

An analytical review of the use of energy efficient equipment for the indoor climate system was performed. The feasibility study of the use of the heat pump in the heating system and the creation of a microclimate in the multi-apartment building is made.

A variant of the design solution of the heating system with the use of energy efficient technologies for a multi-apartment house with the installation of energy-saving equipment - solar batteries and the use of a heat pump has been developed. A boiler room is used as an additional source of heat in bivalent mode with a heat pump.

The equipment for the home heating system is analyzed and selected. Modes of operation of heat pump equipment are considered and modeled. The technology of installation of the heating system for a five-storey building has been developed, namely: solar panels, a boiler room, a rooftop and heat pumps.

The technical and economic indicators of heating systems in an apartment building are calculated. The cost estimates for the combined heating system have been calculated.

The graphical part contains the axonometric diagrams of the heating system, floor plans, a calendar plan with a schedule of workers and the movement of machines and mechanisms, nodal drawings.

РЕЗЮМЕ до магістерської кваліфікаційної роботи магістранта:		ПІБ Юхимчук К.В.	
Назва університету	Вінницький національний технічний університет		
Тема	Підвищення ефективності комбінованої системи.....		
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., доц. Петрусь В.В.		
Обсяг роботи	Пояснювальна записка, стор.	Розділів	Креслень формату А3
	106	4	9
Розділ 1	Аналітичний огляд сучасного стану використання енергоефективних систем опалення		
Розділ 2	Теоретичне обґрунтування прийнятих рішень		
Розділ 3	Розробка систем опалення на планах поверхів		
Розділ 4	Техніко – економічні показники		
Висновки по роботі	<ol style="list-style-type: none"> 1. Складено розрахункову схему до моделювання теплового розрахунку будівлі. 2. Здійснено моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів системи 3 Виконано моделювання теплових та гідравлічних режимів системи опалення; 4. Розроблено заходи з організації та технології монтажу системи опалення житлового будинку та визначено склад і об'єм робіт 5. Визначено заходи та фактори з охорони праці при модернізації інженерних мереж в багатоквартирному будинку 		
Ключові слова: тепло, сонячні батареї, тепловий насос, газовий котел, енергоощадність			

Магістрант: _____ /ПІБ/

Керівник: _____ /ПІБ/

“ ____ ” _____ 2018 р.

SUMMARY to undergraduate master's qualification work:		SURNAME K. Yukhymchuk	
University name	Vinnytsia National Technical University		
Thema	Increasing the efficiency of the combined system		
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., V.Petrus		
The scope of work	Explanatory note, p.	Sections	Drawings of A3 format
	106	4	9
Section 1	Analytical review of the current state of use of energy efficient heating systems		
Section 2	Theoretical justification for the decisions made		
Section 3	Development of heating systems on floor plans		
Section 4	Technical and economic indicators		
Conclusions on work	<p>1. The calculation scheme for modeling the thermal calculation of the building is drawn up.</p> <p>2. Modeling and design calculations of the system thermal parameters have been carried out</p> <p>3 Thermal and hydraulic modes of the heating system are simulated;</p> <p>4. Measures on organization and technology of installation of residential heating system have been developed and the composition and scope of works have been determined</p> <p>5. Determined measures and factors for occupational safety in the modernization of utility networks in an apartment building</p>		
Keywords: heat, solar panels, heat pump, gas boiler, energy saving			

Master student: _____ / Surname /

Head: _____ / Surname /

" ____ " _____ 2018

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ	14
1.1 Параметри мікроклімату та фактори, що впливають на його зміну	14
1.2 Основні нормативні вимоги щодо енергоефективності житлового будинку	16
1.3 Огляд методів визначення енергетичного стану будівель	20
1.4 Аналітичний огляд енергоефективного обладнання для систем створення мікроклімату	21
1.5 Техніко – економічне обґрунтування використання сонячних батарей та теплового насосу	23
1.5.1 Вихідні дані. Характеристика об'єкту будівництва	23
1.6 Доцільність впровадження сонячних батарей та використання теплового насосу для системи опалення	24
1.6.1 Економічна ефективність використання теплового насосу в порівнянні з газовим котлом	26
1.6.2 Економічна ефективність використання сонячних батарей	29
1.7 Обґрунтування проектної потужності об'єкта та кількості нових або додаткових робочих місць	30
1.8 Техніко – економічні показники системи створення мікроклімату в багатоквартирному будівництві	31
1.9 Висновок	31
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ	33
2.1 Основні технологічні і конструктивні рішення	33
2.2 Моделювання теплових режимів будівлі	34
2.3 Моделювання гідравлічних режимів трубопроводів системи опалення в багатоквартирному будівництві	37
2.3.1 Конструювання системи опалення	37

2.3.2 Гідравлічний розрахунок трубопроводів конвективного опалення	38
2.4 Підбір обладнання для систем опалення	39
2.4.1 Підбір балансувальних клапанів	39
2.4.2 Підбір теплових насосів	40
2.4.3 Підбір опалювального котла	40
2.4.4 Підбір розширювального бака	41
2.4.5 Підбір сонячної електростанції	42
2.5 Моделювання режимів роботи теплонасосного обладнання	44
2.6 Оцінка технічного стану системи опалення з тепловим насосом	46
2.7 Висновок	58
3 РОЗРОБКА СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ НА ПЛАНАХ ПОВЕРХІВ	59
3.1 Аналіз системи, що прийнята до монтажу	59
3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи	60
3.3 Комплектація матеріалів, виробів та обладнання	61
3.4 Транспортування матеріалів та обладнання до місця монтажу	64
3.5 Складування матеріалів та обладнання	64
3.6 Потреба в монтажному інструменті	64
3.7 Визначення складу і об'єму робіт	65
3.8 Визначення витрати електроенергії	71
3.9 Визначення витрати пального	72
3.10 Монтаж системи опалення	73
3.10.1 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій	73
3.10.2 Монтаж стояків і розподільчих трубопроводів	74
3.10.3 Демонтаж системи опалення	75
3.10.4 Технічний процес демонтажу старих радіаторів	75
3.10.5 Підключення сонячних батарей	75
3.10.6 Монтажне регулювання і здача систем в експлуатацію	77
3.11 Заходи з охорони праці	79

3.11.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при монтажі інженерного обладнання та з гігієни праці і виробничої санітарії	79
3.11.2 Електробезпека	84
3.11.3 Мікроклімат	86
3.11.4 Виробниче освітлення	87
3.11.5 Виробничий шум	89
3.11.6 Виробнича вібрація	90
3.11.7 Психофізіологічні фактори	92
3.12 Заходи з цивільного захисту	93
3.12.1 Причини та наслідки аварій в теплових мережах	93
3.12.2 Дії у разі виникнення аварії в системах теплопостачання	94
3.13 Висновок	97
4 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	99
4.1 Складання кошторисної документації	99
4.2 Загальні техніко-економічні показники	99
4.3 Висновок	99
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	101
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	103
Додаток А Технічне завдання	108
Додаток Б Моделювання теплових режимів будівлі	113
Додаток В Моделювання гідравлічних режимів трубопроводів системи опалення	119
Додаток Г Результати розрахунку системи опалення в програмному продукті Danfoss CO	120
Додаток Е Розрахунок теплового насоса	137
Додаток К Технічні характеристики опалювального котла	141
Додаток Л Локальний кошторис	143

ВСТУП

В магістерській роботі розробляється варіант проектного рішення системи опалення багатоквартирного житлового будинку з використанням енергоефективних технологій з встановленням енергоощадного обладнання – сонячних батарей та теплових насосів. Як додаткове джерело теплової енергії у бівалентному режимі з тепловими насосами використовується котельня, що розміщена на даху будинку.

Актуальність теми. Україна посідає перше місце за енергоємністю ВВП на кілограм умовного палива, а саме 0,89 кг у.п. / долар США. Середня витрата кілограма умовного палива на 1 долар США в цілому по світовому співтовариству – 0,34, у Франції та Німеччині - 0,26, в Угорщині – 0,30, у Білорусі – 0,50.

Питома вага енергоресурсів у витратах на утримання та експлуатацію житла сягає 60-80%. На опалення житлового фонду щорічно витрачається понад 70 млн. т. у. п., тобто на одного мешканця припадає 1,4 т. у. п., що вдвічі більше, ніж у країнах ЄС.

Підприємства житлово-комунального господарства щорічно споживають понад 8 млрд. кВт електроенергії та 10 млрд. м³ природного газу. Гострою проблемою в цій галузі є нераціональне та неефективне використання цих паливно-енергетичних ресурсів.

Тому першочерговими для економії енергоресурсів у житловому фонді мають бути заходи щодо покращання експлуатаційних характеристик будинків, проведення їх теплової санації, модернізації інженерного обладнання тощо. Найважливішими заходами з енергозбереження у житловому фонді є такі [1]:

- модернізація або повна заміна інженерних мереж у будинках;
- модернізація індивідуальних теплових пунктів та регулювання систем опалення;
- установка термостатичних радіаторних вентилів та регуляторів;
- утеплення зовнішніх стін, вікон та дверей, ориш та підвалів.

Вирішенню низки цих питань і присвячується дана робота.

Зв'язок роботи з іншими джерелами. Робота виконана згідно з Національним планом дій з енергоефективності, затвердженим розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2015р. № 1228-р, а також з програмою «Енергетична стратегія України на період до 2030 року», затвердженої Кабінетом Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р.

Метою роботи є розробка варіанта проектного рішення системи опалення для створення оптимальних мікрокліматичних умов у приміщеннях будинку із використанням енергоефективних технологій, що забезпечить зменшення споживання теплової та електричної енергії, а також зменшить використання традиційних видів палив, зокрема природнього газу.

Для досягнення поставленої мети у ході виконання роботи необхідно розв'язати **наступні задачі**:

- виконати аналітичний огляд сучасного стану в галузі альтернативних джерел енергії;
- вибрати найбільш енергоефективну схему влаштування системи опалення;
- виконати техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розробити оптимальні схеми теплопостачання з використанням альтернативних джерел енергії;
- розробити схеми систем опалення на планах поверхів;
- побудувати аксонометричні схеми системи опалення та виконати математичне моделювання гідравлічних та теплових режимів системи опалення;
- визначити склад і об'єми робіт для монтажу системи опалення;
- розробити необхідні креслення системи та окремі монтажні вузли;
- розробити календарний графік виконання робіт, а також підібрати необхідний інструмент та обладнання для виконання робіт;
- розробити заходи з охорони праці та цивільного захисту.

Об'єктом дослідження – процеси теплообміну в приміщеннях багатоквартирних житлових будинків, гідравлічні та теплообмінні процеси системи опалення та процеси вироблення та використання енергії з альтернативних джерел.

Предметом дослідження – комбіновані системи опалення житлових будинків з використанням сонячних батарей, теплових насосів і газових котлів.

Методи дослідження базуються на проведенні аналітичних досліджень оптимізації стану внутрішнього повітря, логічних узагальнень, математичних моделювань процесів та сучасних технічних розрахунків.

Наукова новизна роботи:

- отримало подальший розвиток дослідження впливу температури повітря на КОП теплового насоса, що дозволить з більшою точністю розрахувати ефективність повітряних теплових насосів в умовах зміни кліматичних параметрів;
- отримано графічні залежності зміни обсягів споживання енергії тепловим насосом при використанні різних режимів його роботи, що дасть змогу вибрати найбільш ефективний режим з найменшими витратами енергоносіїв;
- отримало подальший розвиток дослідження комбінованих систем опалення з використанням відновлюваних джерел енергії, що дозволить вибрати найбільш енергоефективну схему опалення.

Практичне значення роботи полягає в розробці принципів і конструктивних рішень, а також рекомендації щодо раціональних робочих режимів систем опалення, які можуть бути рекомендовані до практичної реалізації.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення та результати роботи доповідались на наукових конференціях ВНТУ, а також на міжнародній конференції та II турі Всеукраїнського конкурсу-захисту студентських наукових робіт в галузі «Нафтова та газова промисловість» 2018/2019 н.р. у місті Івано-Франківську.

Публікації. За матеріалами роботи опубліковано тези доповіді на XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ (2017), XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ (2018), XLVIII Науково-технічної конференції ВНТУ (2019), та на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві – 2018».

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

1.1 Параметри мікроклімату та фактори, що впливають на його зміну

Для відповідних умов мікроклімату в приміщенні основною умовою є першочергове забезпечення достатнього рівня теплового та температурного режиму при яких не повинно бути перегрівання та переохолодження організму.

Температурний режим повинен відповідати трьом основним вимогам: в зимовий період часу температура повітря в приміщенні при помірному кліматі повинна бути 18-19 °С та при жаркому - 17-18 °С відносна вологість повітря в приміщенні повинна відповідати нормі 40-60%, швидкість руху повітря в зимовий період часу не повинна перевищувати 0,2-0,3 м/с [2].

Мікрокліматичні параметри є величинами, що забезпечують відповідний рівень теплового комфорту в приміщенні, а також забезпечують систему терморегуляції та теплову рівновагу в організмі людини.

В приміщенні обов'язково має бути відповідна забезпеченість припливним свіжим повітрям та видаленням відпрацьованого витяжного [3].

Для комфортного перебування людей в приміщеннях необхідно щоб забезпечувались такі параметри мікроклімату:

- опалювальні прилади повинні підтримувати відповідну температуру в приміщенні, яка має відповідати встановленим нормам;
- температура внутрішнього повітря в горизонтальному та вертикальному напрямках повинна бути рівномірною;
- при централізованому опаленні середньодобові коливання температури не повинні перевищувати 2-3 °С;
- різниця в температурі повітря від вікон до протилежних стін не повинна перевищувати 2 °С;

- температура внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій повинна бути схожою до внутрішньої температури повітря в приміщенні, при цьому різниця температур не повинна перевищувати 4-5 °С;
- опалення приміщень повинно бути постійним протягом опалювального сезону та забезпечувати якісне і кількісне регулювання тепловіддачі;
- система опалення в приміщенні не повинна забруднювати повітря в ньому;
- середня температура опалювальних приладів не повинна перевищувати 80 °С;
- повинна бути відповідна відносна вологість повітря;
- повинна бути достатня частота повітрообміну у приміщенні [4].

Для забезпечення комфортних умов в приміщеннях температура внутрішнього повітря і повітрообмін повинні відповідати величинам, що наведені в табл. 1.1, які відповідають нормам ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення» [5]:

Таблиця 1.1 – Дані для забезпечення комфортних умов в приміщеннях

Приміщення	Нормова температура внутрішнього повітря, °С	Вимоги до повітрообміну	
		Приплив	Витяжка
Загальна кімната, спальня	+20	Приплив	Витяжка
Кухня	+18	1-кратний через вікна	Не менше 90 м ³ /год
Ванна	+25	-	25 м ³ /год
Вбиральня	+20	-	50 м ³ /год
Суміщений туалет	+25	-	50 м ³ /год

Але, для задоволення комфортних умов перебування людей в приміщеннях необхідно забезпечувати не тільки достатній повітрообмін, а й тепловий режим приміщення за допомогою опалювальних пристроїв. Так розрізняють два типи системи опалення: місцеве та центральне.

Система місцевого, або так званого пічного, опалення характеризується невисокими гігієнічними показниками, тому що мала теплоємності печей має значні добові коливання температури повітря, а приміщення забруднюються золою, паливом, димовими газами та пилом.

Система центрального опалення, в порівнянні з місцевою, забезпечує рівномірну температуру повітря в приміщеннях, не погіршує якості повітря, дозволяє регулювати надходження тепла шляхом зміни температури води, усуває можливість забруднення приміщення пилом, а також розміщення батарей під вікнами стає на заваді утворенню холодних потоків повітря у підлоги.

Отже, для забезпечення відповідного мікроклімату в приміщеннях, основні вимоги зводяться до того, щоб людина, яка перебуває тривалий час в приміщенні, одягнена в легкий одяг та взуття не повинна мати відчуття переохолодження чи перегрівання [6].

1.2 Основні нормативні вимоги щодо енергоефективності житлового будинку

На сьогоднішній день в Україні майже 40 % газу використовується для обігріву будівель, виробництва гарячої води, а також для приготування їжі, в той час, як 90- ті роки ХХ ст. цей показник не перевищував 25 %. Основною характеристикою на забезпечення тепловою енергією будівель є питомий показник споживання теплової енергії в кВт·год в розрахунку на 1 м² опалювальної площі будівлі [7].

Витрати енергії на опалення залежать від теплового захисту будівель. Теплозахисні властивості конструкції будинку характеризує показник приведенного опору теплопередачі через огороження.

В Україні теплоспоживання будівель на 1 м² опалювальної площі значно більше ніж в країнах ЄС, що свідчить про великий потенціал енергозбереження у сфері теплоспоживання, а також про не достатній рівень енергоощадності

будинків. В залежності від заходів енергозбереження діапазон потенціалу енергозбереження в сучасних будівлях коливається від 10 до 50 % [8].

Зміни основних норм теплового захисту житлових будинків, що наведені в ДБН В.2.6-31:2016 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель» [9], відповідають сучасним вимогам ЄС з енергоефективності житлових будинків, але вони на жаль залишаються одними з найнижчих серед країн Європи. Так за новими нормами в сучасних будинках витрати тепла через вікна на 13%, через стіни – на 24% нижчі, ніж в будинках, які побудовані раніше.

Величина питомих витрат на опалення в опалювальний період часу є основною характеристикою енергоефективності будинку. Дана величина є комплексним показником енергоефективності будівельного об'єкту, який встановлює граничні межі енергоспоживання і використовується при проектування, будівництві та експлуатації будинку [10].

Основними тепловтратами в будинках є зовнішні огороження, які служать бар'єром для створення достатнього рівня штучного мікроклімату. Через те що такі огороження перебувають на межі двох середовищ, в них безперервно проходять процеси перенесення теплоти, вологи і повітря. Такі процеси мають значний вплив на мікрокліматичні параметри приміщення.

Такі процеси завжди відбуватимуться до тих пір, поки на одній та іншій стороні огороження буде різниця потенціалів. Перенесення теплоти відбувається до тих пір поки існує різниця температур зовнішнього і внутрішнього повітря, при цьому тепловий потік буде направлений в сторону меншої температури, а його величина буде прямо пропорційна перепаду температур.

В енергозбереженні такий тепловий потік називають втратами теплоти. Наявність втрат теплоти є незмінною, оскільки процес тепломасопереносу неможливо зупини згідно з законами термодинаміки. Процеси тепломасопереносу можна регулювати тільки в тому випадку коли буде створено огороження більшим або меншим опором теплопередачі.

З економічної точки зору вирішення такої проблеми повинно бути економічно виваженим і ефективним. Тому створення енергоефективних огорожувальних конструкцій пов'язано з вирішенням не тільки технічних питань, але і з їх економічними можливостями. Так, при збільшенні опору теплопередачі матеріалів в конструкціях відбуватиметься зростання економічних витрат для їх забезпечення, натомість зменшаться експлуатаційні витрати та покращаться показники мікроклімату.

Отже, прийняття рішень про поліпшення теплозахисних характеристик огорожень в будинку та його термомодернізації – це завжди проблема техніко-економічної доцільності рішень, які приймаються мешканцями того чи іншого будинку [3].

До енергоефективності будівель можна висунути такі мінімальні вимоги [9]:

1. Енергоефективність будівель встановлюється центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва.

2. Енергоефективність будівель розраховується за методом, передбаченим статтею 5 (ч. 1) відповідно до закону "Про енергоефективність будівель" з урахуванням вимог до теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій та вимог енергоефективності інженерних робіт системи будівель відповідно до економічно доцільного рівня та диференційовані за функціональною висотою будівель, типом будівельних робіт (нове будівництво, реконструкція, капітальний ремонт).

3. Вимоги до теплових характеристик огорожувальних конструкцій, енергоефективності інженерних систем (у тому числі обладнання) та їх налаштування встановлюються технічними регламентами та нормативними документами центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва, та переглядаються не рідше одного разу на п'ять років.

У разі зміни показника вимог до теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій енергоефективність інженерних систем (у тому числі обладнання) будівель призводить до зміни мінімальних вимог до енергоефективності будівель, які більша, ніж різниця між класами енергоефективності будівлі, тим мінімальні енергетичні потреби, які підлягають перегляду.

4. Економічно обґрунтований рівень енергоефективності будівель розраховується відповідно до методики визначення економічно обґрунтованого рівня енергоефективності будівлі, розробленої з урахуванням вимог актів законодавства Європейського Союзу, Енергетичного Співтовариства, гармонізованих європейських стандартів у сфера енергоефективності будівель, в галузі будівництва.

5. Звіт про базовий рівень, що використовується для розрахунку економічно ефективного рівня енергоефективності будівель, та результати таких розрахунків з відповідними поясненнями подаються центральному органу виконавчої влади, відповідальному за формулювання державної політики у сфері будівництва, до Секретаріату Енергетичного Співтовариства протягом шести місяців. після встановлення та / або перегляду мінімальних вимог до енергетичних характеристик будівель.

Центральний орган виконавчої влади, який є відповідальний за розробку державної політики у галузі будівництва, повинен забезпечити опублікування звіту на його офіційному веб-сайті не пізніше ніж за десять днів до дати його подання до Секретаріату Енергетичного співтовариства.

6. Клас енергоефективності будівель, що підлягають введенню в експлуатацію, не повинен бути меншим, ніж мінімальні вимоги до енергоефективності на дату початку будівельних робіт (крім випадків введення в експлуатацію будівель, зазначених у частині другій статті 2 цього Закону).

7. Налаштування інженерних систем об'єктів будівлі, які за класом важливості належать до об'єктів з середнім (СС2) і великим (СС3) наслідками, проводить до введення в експлуатацію таких об'єктів.використання.

1.3 Огляд методів визначення енергетичного стану будівель

Проаналізувавши стан житлового фонду в Україні і встановили, що в Україні приблизно 80% будинків є енерго не ефективними, тобто втрати енергії в них перевищують сьогоднішні допустимі нормативи.

Будинки з класами енергоефективності А,В, С – їх відсоток в загальній кількості незначний і складає менше одного, все інше це будинки класу D і нижче.

Якщо порівняти скільки приблизно використовують і споживають сьогодні індивідуальні будинки в Україні та скільки споживають багатоквартирні будинки, то загальна кількість будинків в нас приблизно 6,5 млн якщо ми застосуємо енерго зберігаючі технології то можна заощадити приблизно 8 млрд м³ і при енерго модернізації і термомодернізації багато квартирних житлових будинків ми можемо заощадити ще приблизно 3,5 млрд м³газу. Тому, задача полягає в тому щоб зменшити споживання традиційних енергоресурсів таких як газ і перейти на альтернативні джерела енергії.

Отже, якщо оцінити стан житлового комунального господарства в Україні то можна зробити висновок що приблизно 80% будинків потребують ремонту і втрачають до 60% енергії. Це говорить про те, що нам потрібно провести як термомодернізацію будинків так і впровадження якихось альтернативних джерел енергії.

1.4 Аналітичний огляд енергоефективного обладнання для систем створення мікроклімату

Для визначення рівня енергоефективності житлових будинків створюється енергетичний паспорт будівлі, який містить контрольні величини, які існують в затверджених стандартах.

Складання енергетичного паспорта відбувається з проведення енергетичного аудиту будівлі, який виконують відповідні фахівці.

Енергетичний аудит будівлі складається з поступових дій, які включають моніторинг даних спрямованих на їх обробку та визначення енергоефективності будівлі з точки зору параметрів теплової енергії. На основі цих результатів складається енергетичний паспорт будівлі та заповнюються сертифікації з енергоефективності, а також надаються рекомендації щодо скорочення енергоспоживання будівлі, а саме: підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій та вдосконалення інженерних систем будівлі.

Для вирішення проблеми енергозбереження будівлі першим напрямком є необхідність утеплення будівлі: підвищення теплоізоляційних властивостей огорожувальних стін, утеплення горищ, перекриттів над підвалом, а також заміна старих вікон і дверей на енергоефективні. Другим напрямком є модернізація систем електро-, тепло- та гарячого водопостачання

Для модернізації систем енергосистем необхідно виконати заміну звичайних ламп розжарювання на енергозберігаючі для освітлення приміщень загального користування з встановленням вимкачів з реле часу, що забезпечить рівень освітленості для достатнього входу меншанців в сію квартири.

Найскладнішим в модернізації будівель являється система опалення. так як більшість багатоквартирних будинків забезпечуються теплом від централізованих джерел тепlopостачання. В більшості самі джерела та теплові мережі є застарілими, їх значна частина є амортизована і потребує заміни, так 30-40% втрат тепла відбувається саме через це. Споживачі тепла оплачуючи за тарифом на 1 кв.м, насправді сплачують за всю вироблену енергію теплогенеруючою організацією, включаючи і зазначені втрати, тому доцільним є встановлення загальнобудинкового теплотічильника, що дозволить здійснювати оплату за фактично отримане тепло.

Але, облік споживання теплової енергії не дає ніяких можливостей для її економного використання, тому необхідно забезпечувати її регулювання. Для цього сьогодні почали застосовувати індивідуальні теплові пункти (ІТП) з погодним регулюванням. Їх встановлюють на теплових вводах у будинки, ІТП обладнані датчиком температури зовнішнього повітря та електронним

регулятором, який керує подачею гарячої води в систему опалення в залежності від температури на вулиці. Встановлення ІТП в будівлях за рахунок регулювання тепла в залежності від погодних умов може становити до 30% економії теплової енергії [10].

Необхідним кроком в модернізації також являються і внутрішньобудинкові розвідні мережі, які в більшості є розбалансованими. Тому що, мешканці будинку проводячи ремонт в своїх оселях, часто збільшують кількість секцій в опалювальних приладах для створення собі більш комфортних умов, в результаті чого в одних квартирах може бути спекотно, а в інших навпаки – прохолодно. Для уникнення цього необхідно встановити балансувальні клапани на опалювальних стояках, що дозволить рівномірно розподілити теплоносій по всіх опалювальних приладах і забезпечити рівні умови теплового комфорту всім мешканцям будинку, що дозволить також платити менше за опалення.

Також можна заощадити ще більше, якщо виконати поквартирний облік і регулювання, яке є досить просто у виконанні. Для цього замість шарового крана, який встановлений на кожному радіаторі опалення, встановлюється радіаторний термостат, який дозволяє задавати необхідну температуру в приміщенні в діапазоні в основному від 6 до 28 °С. В залежності від заданої температури термостат автоматично регулює подачу необхідної кількості теплоносія в радіатори опалення для її підтримки.

Як показує практика, застосування радіаторних термостатів може забезпечити до 20% економії теплової енергії. Дещо складніше організувати поквартирний облік. Якщо в квартирі є єдиний тепловий ввід, то проблеми не буде: лічильник встановлюється на цьому ввіді і облік налагоджений. Складніше, якщо такого вводу немає. Така ситуація присутня практично в усіх наших будинках, побудованих до 2005 року.

Вирішується ця проблема шляхом застосування спеціальних капілярних приладів, які встановлюються на кожен радіатор в квартирі і враховують кількість спожитої теплової енергії кожним опалювальним приладом. Ці

капілярні прилади можуть бути обладнані системою віддаленого зчитування даних та не потребують щомісячного зняття результатів інспекторами. Аналогічні системи вже десяток років використовуються в більшості кондомініумів Польщі і показали свою високу ефективність. Провівши модернізацію системи опалення, можна отримати помітний економічний ефект. Він буде ще більш помітний, якщо провести утеплення будівлі. Комплексна термомодернізація будівлі в окремих випадках дозволяє до 70% скоротити

1.5 Техніко – економічне обґрунтування використання сонячних батарей та теплового насосу

1.5.1 Вихідні дані. Характеристика об'єкту будівництва

В магістерській роботі передбачено розробку проектного рішення системи опалення в багатоквартирному будівництві в м. Вінниця.

Кліматичні умови району [6]:

- сейсмічність – менше 6 балів;
- середня температура найбільш холодної п'ятиденки $t^{0,92} = -21^{\circ}\text{C}$;
- температура найбільш холодної доби $t^{0,92} = -26^{\circ}\text{C}$;
- снігове та вітрове навантаження приймається для І зони;
- вологість нормальна;
- швидкість вітру 3,6 м/с;
- тривалість опалювального періоду 182 доби.

Житловий багатоквартирний будинок має розміри 53,8 м × 17,4 м. Висота поверхів становить 3 м. Житловий будинок 5-ти поверховий однопід'їзний на 20 квартир (4 квартири на поверсі) з плоским дахом, на якому пропонується встановлення сонячних батарей. Площа даху становить 652 м², фасад будинку орієнтований на південь. Оскільки в даному будинку покрівля є плоска, тому передбачено становлення несучих конструкцій, що утворюють потрібний кут

нахилу, який становить приблизно 35 градусів (± 10 градусів). Це необхідно для захоплення максимальної сонячної енергії протягом дня.

1.6 Доцільність впровадження сонячних батарей та використання теплового насосу для системи опалення

Кількість загальної середньорічної сонячної радіації, яка щорічно надходить в Україну, варіюється у північній частині України в межах 1070 кВт/год. кв., а на Півдні до 1400 кВт / год. кв. і вище.

Фотоелектричне обладнання системи сонячних батарей може експлуатуватися досить ефективно протягом року, проте найбільш ефективно на протязі 7 місяців на рік (з квітня по жовтень) [11].

Сонячні фотоелектричні (PV) клітини перетворюють сонячне світло безпосередньо в електрику. В даний час на світовому ринку найпоширеніші елементи з кристалічного кремнію (c-Si) і з тонких плівок (ТП). Системи ФЕ на основі кристалічного кремнію високої чистоти використовують елементи, зібрані в модуль та електрично з'єднані. А система тонких плівок ФЕ складається з тонкого шару напівпровідникового матеріалу, який безпосередньо наноситься на скло, полімер або метал. Система ФЕ на основі кристалічного кремнію є найдавнішою та на сьогоднішній день найкращою фотоелектричною технологією, на яку припадає приблизно 85-90% ринку фотоелектрики.

До переваг сонячних батарей можна віднести:

- невеликі розміри та масу;
- незначна вартість в порівнянні з іншими;
- несколадна конструкція;
- довготривалий термін експлуатації.

До недоліків сонячних батарей можна віднести:

- неможливість видавати в нічний період часу ту саму потужність, що і вдень, тому необхідно використовувати акумулятор або іоністор, який би заряджався вдень, щоб підтримувати навантаження вночі;
- велика залежність потужності, що виходить, від кута падіння променів на світлочутливу поверхню, тому необхідно додатково застосовувати автоматичні системи орієнтації в просторі;
- нездатність отримувати більше 0,1 кВт енергії з квадратного метра сонячної батареї при використанні дешевих матеріалів;
- швидка деградація фотоелементів в умовах підвищеного радіаційного фону і проникаючої радіації.

При використанні сонячних батарей в житлових будинках, необхідно передбачати використання генерації електричної енергії ще на стадії проектування, а не під час самого будівництва, при цьому необхідно враховувати орієнтацію будинку, площу та покриття даху, а також кровляну систему.

Тепловий насос - це пристрій, що передає розсіяну теплову енергію в контур опалення, використовуючи інші види енергії, включаючи електричну енергію. Тому планується використовувати тепловий насос у поєднанні з сонячними батареями, що виробляють електроенергію протягом дня для споживання тепловим насосом. Надлишок накопичується електричними батареями і витрачається ввечері. Вночі з 11 вечора до 7 ранку тепловий насос споживає електроенергію з мережі за зниженою нічною швидкістю.

Найбільш ефективним способом опалення є комбінований спосіб обігріву. В якому для виробництва тепла використовується декілька джерел: газовий котел, тепловий насос та сонячна батарея. Що є дуже складною системою, яка оснащена елементами автоматики, зовнішнім акумулятором тепла з електричним тенем та регулятором погоди, за допомогою якого можна керувати дистанційно та іншими елементами. Ця система ефективно працює в регіонах, де багато сонячних днів. Влітку вона працює без включення газового

котла для виробництва гарячої води, а в осінній та весняний період економить життя котельного обладнання та газоподібного палива [12]

1.6.1 Економічна ефективність використання теплового насосу в порівнянні з газовим котлом

Виконується порівняння системи опалення будинку з використанням газового котла та комбінованої системи.

За 1 м² опалюваного приміщення споживач повинен сплатити 22 грн, в середньому тарифі. Загальна житлова площа будинку становить 936 м², опалювальний період триває 6 міс.: $22 \times 936 \times 6 = 123552$ грн.

При виборі джерела опалення будинку звертається увага на суму щомісячних витрат на опалення при виборі того, чи іншого джерела. За допомогою програми Buderus було розраховано витрати теплової енергії при вартості газу 8,549 грн/м³, що показано на рис. 1.1, для системи опалення будинку з використанням газового котла та комбінованої системи.

		Усього за розрахунковий період	
Середньомісячна температура, °C			
Максимальна температура, °C			
Мінімальна температура, °C			
Необхідна кількість теплової енергії на опалення	кВт·год/міс		
Необхідна кількість енергії на охолодження	кВт·год/міс		
Необхідна кількість теплової енергії на ГВП	кВт·год/міс		
Загальна необхідна кількість тепла	кВт·год/міс	175 948	кВт·год/рік
Комбінована схема: тепловий насос та газовий котел			
тепловий насос			
Кількість теплової енергії, що покривається ТН	кВт·год/міс		
Споживання електроенергії тепловим насосом	кВт·год/міс	49 240	кВт·год/рік
Витрати на ел.енергію, що спожив. тепловим насосом	грн/міс	82 723	грн/рік
газовий котел			
Дефіцит теплової енергії при піковому навантаженні	кВт·год/міс		
Споживання газу газовим котлом	м3/міс	171	м3/рік
Витрати на газ, що споживається газовим котлом	грн/міс	1 460	грн/рік
Витрати на енергоносії (комбінована схема)	грн/міс	84 183	грн/рік
Схема з одним джерелом енергії: газовий котел			
Споживання газу газовим котлом	м3/міс	15 889	м3/рік
Витрати на газ, що споживається газовим котлом	грн/міс	135 833	грн/рік
Економія витрат у порівнянні між комбінованою схемою та схемою з одним джерелом енергії			
Економія у порівнянні зі сх. з одним джерелом енергії	грн/міс	51 743	грн/рік

Рис. 1.1 - Розрахунок при вартості газу 8,5489 грн/м³

З рис. 1.1 видно, що витрати газу на енергоносії при комбінованій системі опалення на рік складає 84 183 грн., а при використанні системи з газовим котлом становить 135 833 грн.

На рис.1.2 наведено графік порівняння середньомісячних витрат для двох систем опалення.

Порівнюючи середньомісячні витрати систем опалення з графіка видно, що використання комбінованої системи є кращим та економічно-вигідним.

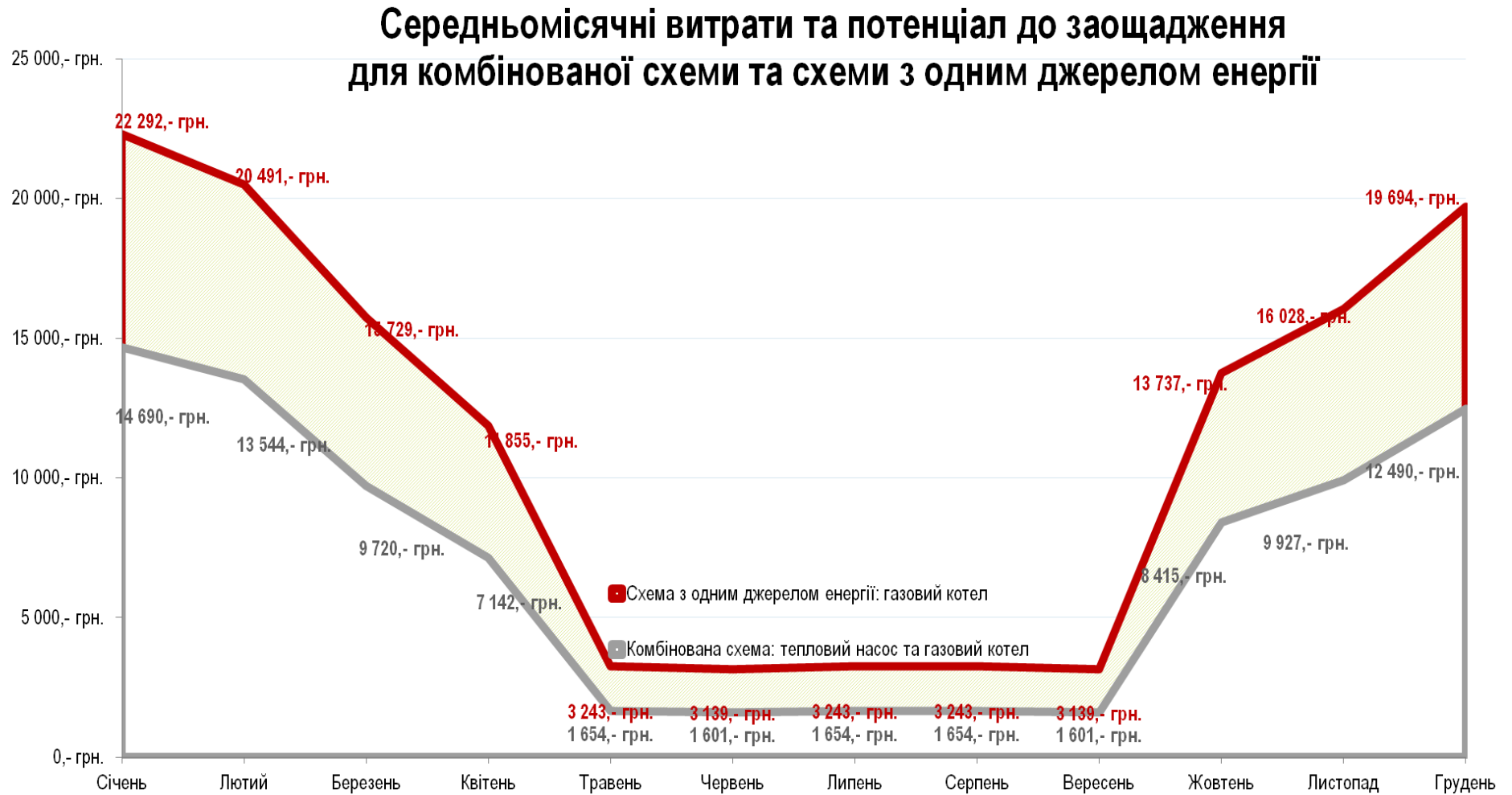


Рис. 2.2 - Графік середньомісячних витрат систем опалення

1.6.2 Економічна ефективність використання сонячних батарей

Збільшення вартості цін на енергоносії у всьому світі – природнього газу, вугілля, нафти, на сьогоднішній день для українських підприємств та зокрема громадян призводить до надзвичайно стрімкого росту цін на електричну енергію.

Ефективним вирішенням даної проблеми для громадян та підприємств є впровадження систем генерації електричної енергії з альтернативних джерел.

Одним із таких методів є встановлення сонячних електростанцій, які представлені у вигляді систем, що функціонують на основі сонячних батарей, які перетворюють сонячну енергію в електричну.

Виділяють три типи сонячних батарей: тонкоплівкові, монокристалічні та полікристалічні.

Тонкоплівкові – це сонячні батареї, основним елементом яких є фотоелементи з використанням тонкої плівки, вони являються найбільш дешевшими в порівнянні з іншими та можливістю встановлення їх не тільки на дахах, але й на бічних поверхнях будівель. Для їх виготовлення використовується аморфний (розплавлений) кремній, який наноситься на різні поверхні шляхом напилення. Тому є можливість виготовлення фотоелементів з різним ступенем забарвлення та прозорості, що в свою чергу створює більш широкий спектр їх застосування, але їхній ККД є найменш ефективний (4 % – 9% перетворення світла у електричну енергію). В таких батареях тонкоплівкові панелі не вимагають попадання на них прямого сонячного проміння, а працюють при розсіяному випромінюванні, завдяки чому сумарна потужність, що виробляється за рік, більша на 10 – 15%, ніж виробляють традиційні кристалічні сонячні панелі (монокристалічні та полікристалічні) [13].

Монокристалічні фотоелементи являють найбільш складними та дорогими в яких використовується цільний кристал кремнію. В таких панелях ККД перетворення світла у електричну енергію складає 14 % – 20 %, що в порівнянні з іншими має найбільшу ефективність. Монокристалічні панелі

мають алюмінієву рамку та закриті протиударним антибликовим склом на кремнієві елементи яких нанесена сітка з металевих електродів. Забарвлення таких елементів має темно-синій або чорний колір.

Полікристалічні фотоелементи являються найбільш дешевими у виготовленні, в яких використовуються пресовані кристали різної форми. Їхній ККД перетворення світла у електричну енергію складає 10 % – 16%. Іноді такі фотоелементи ще називають мультикристалічними двома фотоелементами [14].

1.7 Обґрунтування проектної потужності об'єкта та кількості нових або додаткових робочих місць

Для багатоквартирного житлового будинку передбачена комбінована система опалення з встановленням сонячних батарей, теплових насосів та котельні на даху.

Експлуатацією системи опалення керує начальник 5-ти поверхової будівлі.

Насосні станції з відповідним обладнанням є повністю автоматизовані. Контроль котла здійснює центральна диспетчерська служба, де на головному пункті відображаються такі параметри: забруднення приміщення, сигнали аварійної зупинки, температура теплоносія, відкривання та закриття дверей та запірного газового клапана.

Ремонтом та поточним оглядом котла здійснює бригада 3-х слюсарів-ремонтників, які працюють за графіком.

1.8 Техніко – економічні показники системи створення мікроклімату в багатоквартирному будівництві

1. Найменування об'єкту та місце його розташування:

Багатоквартирний житловий будинок з вбудованими приміщеннями в м. Вінниця

2. Площа забудови – 652 (м²);
 3. Поверховість – 5 (п'ять) поверхів;
 4. Умовна висота будинку – 18 (м)
 5. Загальна кількість квартир – 20 кв:
 - однокімнатних – 10 кв;
 - двокімнатних – 10 кв.
- Загальна кількість радіаторів – 80 шт:
- 50/50/100 – 40 шт;
 - 50/50/120 – 30 шт;
 - 50/50/140 – 10 шт.
- Кількість теплових насосів – 4 шт:
- 2 ТН по 13 кВт;
 - 2 ТН по 17 кВт.
- Газовий котел – 1 шт.
- Загальна кількість сонячних батарей – 77 шт;

1.9 Висновок

В розділі 1 проведено аналітичний огляд сучасного стану використання енергоефективних систем опалення, а саме виявлено, що параметри мікроклімату приміщення визначають рівень теплового комфорту у помешканні.

Проведено аналітичний огляд енергоефективного обладнання для систем створення мікроклімату, який показав, що для підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій та вдосконалення інженерних систем будівлі необхідно виконувати енергоаудит, що показує недоліки будівлі та дозволяє обирати методи утримання будівель. На основі аналізу обрано найбільш оптимальний варіант, а саме модернізацію системи опалення з використанням сонячних батарей.

Виконано порівняння середньомісячних витрат систем опалення з використання теплового насосу та газовим котлом, що показало що економічно-вигіднішим є комбінована система. Оскільки витрати газу на енергоносії при комбінованій системі опалення на рік складають 84 183 грн., а при використанні системи з газовим котлом становить 135 833 грн.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

2.1 Основні технологічні і конструктивні рішення

Для багатоквартирного житлового будинку, що знаходиться в місті Вінниці запроєктовано комбіновану систему опалення з встановленням теплових насосів, сонячних батарей та котельні.

Основним джерелом енергії для опалення будинку служить газовий котел, а доповненням тепла служать повітряні теплові насоси та сонячні батареї [15].

Для модернізації системи опалення будинку запропоновано встановити газовий котел, на виході якого відразу монтується вертикальна труба розгінний стояк, якою піднімається нагрітий теплоносій, який закінчується розширювальним баком відкритого типу місткість резервуара якого становить – 10% від об'єму теплоносія.

Підживлюючі елементи газового котла встановлюються неподалік від нього. Сонячна енергоустановка складається із сонячних нагрівачів та акумулятора в яких здійснюється поєднання потоків енергії від теплоелектричного нагрівача та від сонячних колекторів. Для циркуляції теплоносія використовується насос, який впливає на процес теплообміну в сонячному колекторі [16].

Для самопливу встановлюються сталеві радіатори, які під'єднані за допомогою нижньої різнобічної схеми, на радіаторних підводках встановлюються спеціальні балансувальні вентиля та повнопрохідні клапани з термоголівками з боку подачі води.

Монтаж сонячних батарей здійснюється за допомогою спеціальних кріпильно-поворотних конструкцій з автоматичною системою стеження за сонцем. Це необхідно для того, щоб сонячні промені безперервно падали на поверхню батареї під кутом 90°. Для монтування сонячних батарей на плоский дах, використовуються конструкції на основі алюмінієвих профілів з опорними

елементами, панелі необхідно монтувати в один або декілька ярусів з орієнтацією в одній площині, при цьому необхідно забезпечити їхнє підняття на відстань 3-5 сантиметрів. Це необхідно для достатньої циркуляції повітря в системі [17].

2.2 Моделювання теплових режимів будівлі

Тепловим режим будівлі – сукупність всіх факторів і процесів, що визначають тепловий режим в його приміщеннях.

Система опалення повинна компенсувати всі теплові втрати, які втрачаються через захисні огорожувальні конструкції та на нагрівання холодного зовнішнього повітря, яке потрапляє в приміщення через різні нещільності в захисних конструкціях (інфільтрація), такі як прорізи, нещільності вікон та дверей, пройоми притворів.

Загальні тепловтрати будинку Q_3 складаються із суми основних Q_{Γ} та додаткових втрат тепла [18]

$$Q_3 = Q_{\Gamma} + Q_{\text{д}}. \quad (2.1)$$

Втрати тепла через огорожувальну конструкцію визначають тільки тоді, коли різниця температур по різні сторони конструкції більше 5 °С. Розрахунок теплових втрат виконуємо з точністю до 5 Вт по окремих приміщеннях.

Результати розрахунку теплових втрат будівлі наведено в Додатку Б у вигляді таблиці, що складається з 23 граф.

В які заносяться: 1 – номер приміщення; 2 – найменування приміщення і його розрахункова температура; 3 – скорочене найменування огорожень; 4 – орієнтація огороження по сторонах світу; 5, 6 – розміри огорожувальних конструкцій, м; 7 – площа огорожувальних конструкцій, м²; 8 – коефіцієнт теплопередачі огорожень, Вт/м²°С; 9 – різниця температур ($t_{\text{в}}-t_3$) для кожного приміщення, °С; 10 – поправочний коефіцієнт; 15 – загальний коефіцієнт

додаткових втрат тепла; 16 – основні тепловтрати через огороджувальні конструкції, що складаються при додаванні величин в графах 7, 8, 9, 10, 15; 11, 12, 13, 14 – поправочні коефіцієнти (додаткові тепловтрати в відсотках); 17 – тепловтрати приміщення; 18 – загальна площа приміщення; 19 графа – висота приміщення; 20 – втрати на інфільтрацію повітря; 21 – загальні втрати приміщення; 22 і 23 – тип радіатора (висота, довжина і потужність) з необхідною кількістю.

Повний розрахунок теплових втрат виконуємо для типових приміщень першого і п'ятого поверхів.

Захисні конструкції будівлі мають такі умовні позначення: ЗС – зовнішня стіна, ВК – вікно з трійним склінням; СТ – стеля; ПД – підлога; ДВ – двері.

Орієнтація стін позначається : ПН – північ; ПД – південь; З – захід; С – схід; ПНЗ – північний захід; ПНС – північний схід; ПДЗ – південний захід; ПДС – південний схід.

Основні тепловтрати Q_{Γ} , Вт, визначають за формулою [18]

$$Q_{\Gamma} = 1 / R^{\phi}_o \times F \times (t_v - t_3) \times n, \quad (2.2)$$

де F – поверхня теплопередачі захисної конструкції, м²;

R^{ϕ}_o – фактичний опір теплопередачі огоджувальної конструкції, м²°С/Вт;

t_v – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

n – поправочний коефіцієнт, що враховує захист огоджувальної конструкції від зовнішніх температур.

Розрахунок теплових втрат проводимо для житлової кімнати №102. Внутрішня температура приміщення складає +22°С. Площа підлоги складає 11,98 м², площа зовнішньої стіни – 5,55 м², вікно має розміри: 1,5×1,5 м. Коефіцієнти теплопередачі підбираємо згідно норм ДБН В.2.6-31:2016 “Теплова ізоляція будівель” [9].

Для розрахунку тепловтрат приміщення спочатку визначимо різницю температур зовнішнього та внутрішнього повітря:

$$t_b - t_3 = 22 - (-21) = 43(^{\circ}\text{C}). \quad (2.3)$$

Далі вибираємо коефіцієнт n , який враховує додатковий захист захисної конструкції від зовнішніх температур та заносимо у відповідну графу.

Головні тепловтрати зовнішньої стіни визначаємо за формулою 2.1:

$$Q_r = (1/R\phi_o) \times F \times (t_b - t_3) \times n = 0,22 \times 5,55 \times 43 \times 1 = 52,5 \text{ (Вт)} \quad (2.4)$$

Додаткові тепловтрати захисних конструкцій визначаються у відсотках, які становлять 5 % від головних.

Отже, в таблицю у відповідну графу заносимо загальний множник додаткових тепловтрат 1,15 який множимо на головні тепловтрати зовнішньої стіни і, таким чином, дізнаємося загальні втрати тепла через зовнішню стіну

$$Q_{\text{заг}} = 52,5 \times 1,15 = 60,37 \text{ (Вт)}.$$

Загальні тепловтрати через вікна, двері та підлогу визначаємо аналогічно.

Наступним кроком це визначення втрати тепла на інфільтрацію зовнішнього повітря, Вт:

$$Q_b = 0,337 \times A_n \times h \times (t_b - t_3), \quad (2.5)$$

де A_n – площа підлоги приміщення, кв. м;

h – висота приміщення від підлоги до стелі, м.

$$Q_b = 0,337 \times 11,98 \times 3 \times 43 = 521 \text{ (Вт)}.$$

Далі підсумовуємо загальні тепловтрати приміщення і заносимо у відповідну графу:

$$Q = 52,5 + 60,37 + 521 = 634 \text{ (Вт)}.$$

За величиною загальних тепловтрат підбираємо тип радіатора – панельний сталевий радіатор «ТЕРМІЯ» [16].

Для кімнати 102 підбрано радіатор сталевий потужністю 1004 Вт.

Усі розрахунки теплових втрат приміщень наведені в Додатку Б.

2.3 Моделювання гідравлічних режимів трубопроводів системи опалення в багатоквартирному будівництві

2.3.1 Конструювання системи опалення

Для конструювання системи опалення на планах поверхів будинку розміщують обігрівальні прилади та стояки, які розміщують на сходовій клітині.

На креслені планів поверхів стояки накреслюються колами та пронумеровують їх, ропочинаючи з верхнього лівого кута будинку за годинниковою стрілкою. При розміщенні двотрубної системи опалення на креслені показують подавальні та зворотні стояки, їх номерація повинна відповідати позначення основних стояків.

Для вирівнювання гідравлічних режимів на кожному стояку розміщують регулятори перепаду тиску та балансувальні вентиля. Для відключення окремих гілок системи на технічному поверсі повинні бути розміщені запірні вентиля.

На кожному поверсі на стояку повинна бути встановлена розподільча гребінка із запірними клапанами, лічильниками тепла та автоматичними вентиляційними отворами.

Обігрівальні прилади на планах поверхів наносять у вигляді прямокутників Після викреслення опалювальних приладів та трубопроводів на плані будинку будується аксонометрична схема нагріву першого та типового поверхів, а також аксонометрія вертикального розведення в масштабі 1: 100.

Підводи до приладів проставляються в тому жмасштабі, в якому виконується вся схема системи опалення.

2.3.2 Гідравлічний розрахунок трубопроводів конвективного опалення

Гідравлічний розрахунок системи опалення полягає у визначенні оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець [18].

Розрахунок починається з найбільш не вигідного циркуляційного кільця - це кільце, яке проходить через найвіддаленіший стояк (з проводкою в глухий кут) або через найбільш завантажений стояк (з прохідним рухом).

Вибране циркуляційне кільце ділиться на секції. Постійна кількість води протікає через кожну секцію, а межі секцій знаходяться в точках зміни потужності потоку.

Для попереднього вибору діаметрів труб у районах обчисленого циркуляційного кільця необхідно знати витрати води на ділянці G , кг / год та допустиму питому середню витрату тиску на 1 м за рахунок тертя R_d , Па/м.

Витрати води визначаються за формулою:

$$G = 0,86 \times Q / \Sigma l, \quad (2.6)$$

де Q – термічне навантаження площі циркуляційного кільця, Вт;

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

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

R_d визначають за виразом:

$$R_d = 0,5 \times P / \Sigma l, \quad (2.7)$$

де Σl – загальна довжина розрахункового циркуляційного кільця, м.

Виходячи з швидкості потоку та швидкості води на ділянці (G , кг / год, V , м / с) з номограми визначають діаметр трубопроводу, питомий потік тиску тертя на 1 м та динамічний тиск, який додається до таблиці в Додатку В. У цьому випадку фактичні втрати тиску від тертя не повинні перевищувати допустимі середні показники, а швидкість руху води повинна бути допустимою.

В місцевих опорах втрати води визначаються за формулою:

$$Z = \sum \xi \times h_w, \quad (2.8)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору [14];

h_w – динамічний тиск.

Суму коефіцієнтів місцевих опорів $\sum \xi$ визначають для ділянки і записують в таблицю Додатку В. Місцеві коефіцієнти опору наведені в таблиці [18]. Коли заповнені всі рядки таблиці в Додатку В, підраховуємо сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці.

Результати гідравлічного розрахунку наведені в Додатку В.

2.4 Підбір обладнання для систем опалення

2.4.1 Підбір балансувальних клапанів

Вибір балансуєчих клапанів (БК) здійснюється відповідно до розрахованих втрат тиску. Клапани розміщуємо на гілках біля гребінки і на стояках.

Вибрано ручний балансувальний клапан з попереднім налаштуванням, тип MSV-F2 PN25, фланцеве.

Інші технічні розрахунки виконано в програмі «Danfoss C.O. 3.8» та їх результати наведені у Додатку Г.

2.4.2 Підбір теплових насосів

Для системи опалення підбираємо чотири теплові повітряні насоси, два з яких робочі та два інші – резервні. Приймаємо до встановлення теплові насоси «Buderus WPL ARB 13» потужністю два по 13 кВт, інших два – по 17 кВт [19].

Параметри насосів:

- зовнішній блок: 1122×600 мм;
- внутрішній блок: 485×386 мм;
- тиск 62 кПа, витрата 0,62 л/с;
- модель: без водонагрівача;
- вид джерела тепла – зовнішнє повітря;
- матеріали: сталь;
- функція: повітря / вода;
- ефект: 3х400V з регульованою швидкістю;

Інші технічні характеристики наведені у Додатку Е.

2.4.3 Підбір опалювального котла

Для системи опалення підбираємо два опалювальних конденсаційних котли «Vaillant VKK INT 656/4» потужність яких складає 60 кВт.

Котел за опалювальний період споживає 15873 м³ природного газу на опалення та 6900 м³ природного газу на ГВП.

Інші технічні характеристики наведені у Додатку К.

Розрахуємо вартість газу, який споживає газовий котел на рік:

$$\text{Варт}_{\text{оп}}=15873 \times 7=111111 \text{ грн на рік.}$$

$$\text{Варт}_{\text{ГВП}}=6900 \times 7=48400 \text{ грн на рік.}$$

Тоді витрати складають 269855 грн на рік для всього будинку.

Звідси слідує, що максимальну ціну мешканці платять 500 грн на місяць.

При температурі зовнішнього повітря нижче $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вище $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ тепловий насос автоматично вимикається та не здатний виробляти гарячу воду в системі опалення. У цьому випадку додаткове джерело тепла в модулі теплового насоса автоматично бере на себе як опалення, так і нагрівання гарячої води. Тепловий насос запускається знову, якщо температура зовнішнього повітря опускається приблизно до $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ або перевищує $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$ [20].

2.4.4 Підбір розширювального бака

$$V = \frac{exC}{1-P_i/P_f} = \frac{V_u}{1-P_i/P_f} \quad (2.9)$$

де V_u – загальний корисний об'єм бака $= V_i - V_f$;

V_i – початковий об'єм $= V$;

V_f – кінцевий об'єм;

e – коефіцієнт розширення, що відповідає різниці між температурою води холодної системи (відключення опалення) і максимальною робочою температурою.

У системах стандартного типу цей коефіцієнт дорівнює::

$$e = 0,04318 (T_{\max} = 99\text{ }^{\circ}\text{C} - T_{\min} = 10\text{ }^{\circ}\text{C});$$

де C – загальний обсяг води в системі, включаючи котел, трубопровід, радіатори і т.д. (в середньому має значення між 10 і 20 літрами на 1ккал/год вихідної потужності котла);

P_i – початковий тиск (абсолютний) в ємності. Цей тиск не повинен бути нижчим за гідростатичного тиску у точці, де бак підключений до системи;

P_f – максимальний робочий тиск (абсолютний) запобіжного клапана з урахуванням будь-якої різниці рівнів між резервуаром і запобіжним клапаном.

Виконуємо розрахунок об'єму розширювального бака:

$$V_{\text{сист}} = 524 \text{ літрів}$$

$$P_i = 1.5 \text{ бар} (= 2,5 \text{ ата})$$

$$P_f = 4 \text{ бар} (= 5.0 \text{ ата})$$

$$V = \frac{0,04318 \times 524}{1 - \frac{2,5}{5}} = 45 \text{ літрів} \quad (2.10)$$

Приймаємо до встановлення розширювальний бак типу EASY-PRO 18 для систем опалення [21].

Технічні параметри розширювального баку типу EASY-PRO 18:

Габаритні розміри:

- діаметр: 270 мм
- висота: 349 мм;
- маса(кг): 12,9 кг;
- тиск(бар): 3-10 бар;
- під'єднання :3/4G.
- мембрана: фіксована;
- максимальний тиск: 10 бар;
- робоча температура: від -10 до + 99 °С

2.4.5 Підбір сонячної електростанції

Сонячна електростанція (СЕС) «Clasik» - складається із полікристалічних фотомодулів ТМ Amerisolar AS-6P30-350w в кількості 77 штук, мережевого інвертора Huawei та додаткової електрофурнітури для монтажу і підключення.

Потужність електростанції становить 30 кВт. Даний вид електростанцій працює на пряму через загальнодержавну електромережу та не потребує додаткових акумуляторних батарей. Але також може використовувати і державну програму – «зелений» тариф», яка полягає у закупівлі надлишків електроенергії по тарифу у декілька разів вищому ніж продаж населенню. Величина продажу надлишку електроенергії на 2018-2019 рік становить 19 Євро центів за 1 кВт електроенергії.

Перевагами використання СЕС мережевого типу:

- високий рівень надійності, гарантійний термін на вузли від 5 до 25 років, термін служби ситеми - більше 30 років;
- допоміжний дохід від продажу електричної енергії в мережі до 1429 доларів в рік;
- дозволяє знизити щоденне споживання енергії;
- досить висока надійність (відсутні деталі, які зношуються і шумлять);
- (немає рухомих деталей, які зношуються і шумують);
- не потребує технічного обслуговування та вартісного ремонту;
- сонячна енергія, яка є джерелом енергії для установки, відноситься до відновлюваних, екологічно чистих природних ресурсів.

Мережевий інвертор топового бренду Huawei, модель - SUN2000-33ktl-a, із номінальною потужністю 30 кВт, перетворює напругу постійного струму від сонячної батареї змінного струму напругою 380 В, з яких 50 Гц віддає у загальну мережу.

Пристрій оснащений 4-ма незалежними трекерами MPPT, які дозволяють мати до восьми масивів послідовно підключених сонячних панелей (MPPT діапазон від 400 В до 800 В). Інвертор слід розмішувати як у приміщенні, так і зовні, але під невеликим навісом, щоб на нього не потрапляли прямі сонячні промені. Також він обладнаний інтерфейсами RS485 та RS232 та модулем Bluetooth

для відстеження даних, також можливо здійснювати підключення Wi-Fi модуль. Гарантійний термін - 5 років (за додаткову плату можливо продовжити гарантію до 25 років).

Окупність сонячної станції залежить від багатьох факторів, але можна виділити найважливіші та розрахувати приблизну рентабельність інвестицій. Генерація сонячної станції залежить насамперед від кількості сонячної енергії, отриманої сонячною системою, а саме:

- рівня інсоляції (сонячного випромінювання що надходить на одиницю площі) залежно від регіону;
- орієнтації сонячних батарей в залежності від сторін світу (південь, захід, схід);
- кута нахилу сонячних батарей відносно горизонту (бажано, щоб було сонячне проміння потрапляло на панель перпендикулярно, в літній період часу, цей кут дорівнює 25-35 град) [22].

2.5 Моделювання режимів роботи теплонасосного обладнання

Теплові насоси можуть забезпечити високий рівень енергоефективності. 4–6 одиниць теплової енергії або 3–4,5 одиниці холоду виробляються на одиницю споживаної електроенергією компресора. Але таких високих рівнів енергоефективності можна досягти лише в оптимальному режимі роботи обладнання, тобто коли всі фізичні характеристики системи «джерело тепла - тепловий насос - споживач тепла» мають певні значення. Навіть якщо числові значення всіх цих параметрів відомі наперед, підтримувати їх значення на постійному рівні досить складно.

Параметри джерела тепла залежать від кліматичних умов, сезону, характеристики системи тепlopостачання користувача залежать від поточних потреб у тепловій енергії та режиму тепла та холоду, який не є рівномірним. При зміні параметрів джерела тепла та споживача енергії режим роботи теплового

насоса вже не буде оптимальним з точки зору енергоефективності. Відомо, що зниження температури кипіння холодоагенту на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ призводить до збільшення питомої вартості електроенергії на 4 - 5%, і ця температура залежить від поточних параметрів джерела тепла навколишнього середовища.

При збільшенні температури конденсації на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, що може статися внаслідок зміни режиму використання тепла, збільшує питоме значення споживання енергії на 2 - 3%. Найбільший вплив зовнішніх параметрів на роботу теплових насосів буде спостерігатися при використанні в якості джерела повітряного тепла, температури води або ґрунту, більш стійкого протягом року. Значні коливання температури повітря, що являється джерелом тепла, спричиняє до зниження ефективності теплових насосів, зокрема в діапазоні температур нижче $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Також зміна температури навколишнього повітря спричиняє нестабільність роботи теплового насоса та зменшення коефіцієнта перетворення тепла. Існує необхідність зміни режиму роботи теплового насоса для досягнення максимально можливої енергоефективності в сучасних поточних умовах експлуатації всієї системи «джерело тепла - тепловий насос - споживач енергії» [23].

Одним із найважливіших факторів слід врахувати можливість невідповідності існуючих умов роботи теплового насоса до факторів для яких він був розроблений. Прикладом може бути невідповідність температури води, яка служить джерелом тепла, або теплопровідність ґрунту відрізняється від температури, що враховується при розрахунках. в такому випадку режим роботи теплового насоса відрізнятиметься від заданих виробником та матиме більш високі показники споживання енергії. Часто неможливо розглянути такі фактори заздалегідь. У цьому випадку після встановлення теплового насоса режим його роботи повинен бути відрегульований відповідно до наявних робочих параметрів, щоб споживання енергії було найменш можливим в таких умовах. Тому, виникає необхідність зміни режиму роботи теплового насоса залежно від умов установки та поточних умов експлуатації для підвищення енергоефективності його роботи.

2.6 Оцінка технічного стану системи опалення з тепловим насосом

Метод нечіткої логіки, як взаємозв'язана сукупність математичних моделей дозволяє використовувати експертно-лінгвістичну інформацію для прогнозування технічного складу внутрішньо будинкових магістралей для теплоносія в залежності від факторів, що його обумовлюють. Такими основними факторами є: проектні рішення, якість будівельно-монтажних робіт та експлуатаційні параметри системи. Для встановлення ієрархічних зв'язків факторів, що впливають на технічний стан теплового насоса виконана їх класифікація (рис. 2.1).

Розглядаючи надійність системи опалення на системному рівні, лінгвістичну змінну $A_{СТН}$, що характеризує вплив на технічний стан теплових насосів, можна представити у вигляді співвідношення:

$$A_{СТН} = f(X;Y;Z), \quad (2.11)$$

де X – лінгвістична змінна (ЛЗ), що описує науково-технічний рівень проектних рішень;

Y – ЛЗ, що описує якість будівельно-монтажних робіт;

Z – ЛЗ, що описує технічні умови експлуатації системи.

Лінгвістичну змінну, яка описує науково-технічний рівень проектних рішень, можна виразити, таким чином:

$$X = f_x(x_1; x_2; x_3; x_4; x_5). \quad (2.12)$$

Лінгвістичну змінну, що описує якість будівельно-монтажних робіт, можна виразити, таким чином:

$$Y = f_y(y_1; y_2; y_3; y_4). \quad (2.13)$$

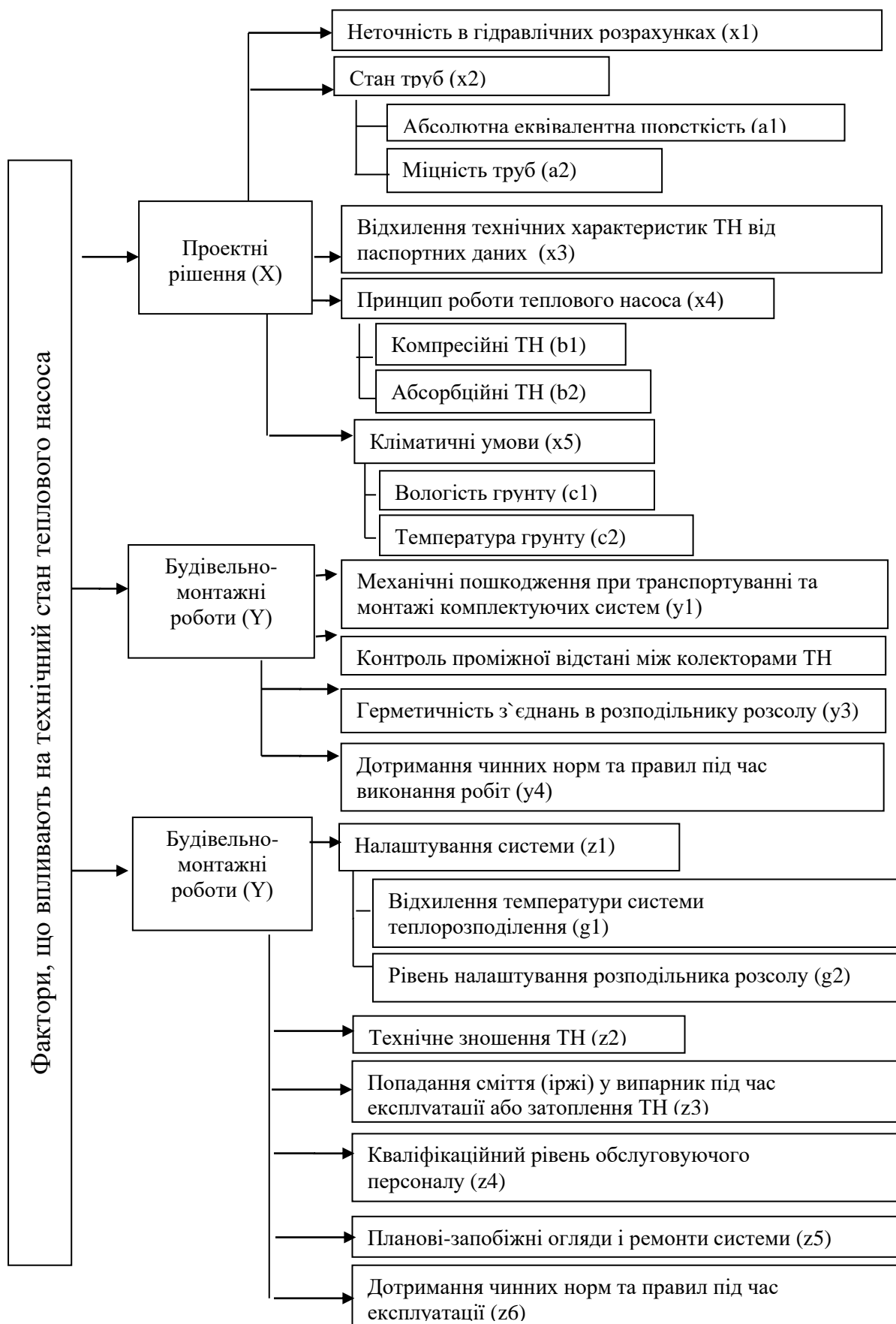


Рис. 2.1 – Класифікація факторів, що впливають на технічний стан системи опалення

Лінгвістичну змінну, що описує технічні умови експлуатації системи, можна виразити, таким чином:

$$Z = f_z(z_1; z_2; z_3; z_4; z_5; z_6). \quad (2.14)$$

Тоді:

$$x_2 = f_{x_2}(a_1; a_2), \quad (2.15)$$

$$x_4 = f_{x_4}(b_1; b_2), \quad (2.16)$$

$$x_5 = f_{x_5}(c_1; c_2), \quad (2.17)$$

$$z_1 = f_{z_1}(g_1; g_2;), \quad (2.18)$$

Таблиця 2.1 – Фактори впливу на лінгвістичні змінні

Позначення та назва змінної	Універсальна	Терми для оцінки
1	2	3
x1 – помилки у гідравлічних розрахунках	1,2,3,4,5 бали	грубі, вище середніх, середні, нижче середніх, відсутні
a1 – абсолютна еквівалентна шорсткість	0,03; 0,06; 0,09; 0,12; 0,15 мм	низька, нижче середнього, середня, вище середнього, висока
a2 – міцність труб	0,2...0,6 МПа	низька, нижча середнього, середня, вища середнього, висока
x3 – відхилення технічних характеристик ТН від паспортних даних	1,2,3,4,5 бали	низькі, нижчі середнього, середні, вищі середнього, високі
b1 – компресійні ТН	Електроенергія Вт; 6,9,11,13 Вт	низька, нижча середнього, середня, вище середнього, висока

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
b2 – абсорбційні ТН	Електроенергія або паливо Вт; 6,9,11,13 Вт	низька, нижче середнього, середній, вище середнього, великий
c1 – вологість ґрунту	10...40%	висока, середня, низька
c2 – температура ґрунту	8...15 0С	висока, середня, низька
y1 – механічне пошкодження при транспортруванні та монтажі комплектуючих систем	1,2,3 бали	відсутні, частково відсутні, присутні
y2 – контроль проміжної відстані між колекторами ТН	1,2,3,4,5,6 м	низька, середня, висока
y3 – герметичність з'єднань в розподільнику розсолу	0,1...0,3 МПа	низька, середня, висока
4 – дотримання чинних норм та правил під час виконання робіт	1,2,3,4,5 бали	низька, нижче середнього, середнє, вище середнього, високе
g1 – відхилення температури системи теплорозподілення	0 - 5 0С	відсутнє, низьке, нижче середнього, середнє, вище середнього, високе
g2 – рівень налаштування розподільника розсолу	1,2,3,4,5 бали	низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий
z2 – технічне зношення ТН	0...50%	відсутнє, часткове, повне
z3 – попадання сміття (іржі) у випарник під час експлуатації або затоплення ТН	1,2,3,4,5 бали	низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий
z4 – кваліфікаційний рівень обслуговуючого персоналу	1,2,3,4,5 у.о	низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
z_5 – планово-запобіжні огляди і ремонти систем	5...100%	відсутні, часткового присутні, присутні
z_6 – дотримання чинних норм та правил під час експлуатації	1,2,3 у.о	низька, середнє, високе

Нечітка матриця знань з урахуванням введених терм для моделювання залежності (1) наведена в таблиці 2:2.

Таблиця 2.2 – Матриця знань для залежності (1)

ЯКЩО			ТО
Проектні рішення (X)	Будівельно-монтажні роботи (Y)	Експлуатація системи (Z)	Технічний стан системи вентиляції та опалення (A _{стн})
Низькі	Низькі	Низька	Низький
Нижче середніх	Низькі	Низька	
Низькі	Нижче середніх	Низька	
Низькі	Низькі	Нижче середнього	
Низькі	Середні	Нижче середнього	Нижче середнього
Середня	Нижче середніх	Низька	
Нижче середніх	Низькі	Середня	
Нижче середніх	Нижче середніх	Нижче середнього	
Середня	Середні	Нижче середнього	Середній
Середня	Нижче середніх	Середня	
Нижче середнього	Середні	Середня	
Середні	Середні	Середня	
Високі	Вище середніх	Середня	Вище середнього
Вище середніх	Середні	Висока	
Середні	Високі	Вище середнього	
Вище середніх	Вище середніх	Вище середнього	

Продовження таблиці 2.2

Високі	Високі	Висока	Високий
Вище середніх	Високі	Висока	
Високі	Вище середніх	Висока	
Високі	Високі	Вище середнього	

Лінгвістичні твердження, наведені в таблиці 2.2, відповідають системі нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню змінних, що належать до відповідного терма:

$$\mu_H(A_{CTH}) = \mu_H(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_H(Z) \vee \mu_{HC}(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_H(Z) \vee \mu_H(X) \wedge \mu_{HC}(Y) \wedge \mu_H(Z) \vee \mu_H(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_{HC}(Z);$$

$$\mu_{HC}(A_{CTH}) = \mu_H(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_{HC}(Z) \vee \mu_C(X) \wedge \mu_{HC}(Y) \wedge \mu_H(Z) \vee \mu_{HC}(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_C(Z) \vee \mu_{HC}(X) \wedge \mu_{HC}(Y) \wedge \mu_{HC}(Z);$$

$$\mu_C(A_{CTH}) = \mu_C(X) \wedge \mu_C(Y) \wedge \mu_{HC}(Z) \vee \mu_C(X) \wedge \mu_{HC}(Y) \wedge \mu_C(Z) \vee \mu_{HC}(X) \wedge \mu_C(Y) \wedge \mu_C(Z) \vee \mu_C(X) \wedge \mu_C(Y) \wedge \mu_C(Z);$$

$$\mu_{BC}(A_{CTH}) = \mu_B(X) \wedge \mu_{BC}(Y) \wedge \mu_C(Z) \vee \mu_{BC}(X) \wedge \mu_C(Y) \wedge \mu_B(Z) \vee \mu_C(X) \wedge \mu_B(Y) \wedge \mu_{BC}(Z) \vee \mu_{BC}(X) \wedge \mu_{BC}(Y) \wedge \mu_{BC}(Z);$$

$$\mu_B(A_{CTH}) = \mu_B(X) \wedge \mu_B(Y) \wedge \mu_B(Z) \vee \mu_{BC}(X) \wedge \mu_B(Y) \wedge \mu_B(Z) \vee \mu_B(X) \wedge \mu_{BC}(Y) \wedge \mu_B(Z) \vee \mu_B(X) \wedge \mu_B(Y) \wedge \mu_{BC}(Z);$$

Нечітка матриця знань щодо введених терм моделювання залежності (2) наведена в таблиці 2.3:

Таблиця 2.3 – Матриця залежності (2)

ЯКЩО					ТО
Помилки у гідравлічному розрахунку (x ₁)	Стан труб (x ₂)	Відхилення технічних характеристик ТН від паспортних даних (x ₃)	Принцип роботи ТН (x ₄)	Кліматичні умови (x ₅)	Проектні рішення (X)
1	2	3	4	5	6
Грубі	Низька	Низькі	Низька	Низькі	Низькі і
Вище середніх	Нижча середнього	Нижчі середнього	Нижче середнього	Низькі	

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
Вище середніх	Нижча середнього	Нижчі середнього	Нижче середнього	Нижчі середніх	Нижче середніх
Грубі	Нижча середнього	Нижчі середнього	Нижче середнього	Нижче середніх	
Грубі	Низька	Низькі	Середні	Середні	Середні
Середні	Середня	Середні	Середній	Середня	Середні
Середні	Середня	Нижчі середнього	Нижче середнього	Середні	
Вище середніх	Середня	Нижче середнього	Вище середніх	Середні	
Нижче середніх	Нижча середнього	Вищі середнього	Вище середнього	Вище середньої	Вище середніх
Нижче середніх	Нижча середнього	Вищі середнього	Вище середнього	Вище середньої	
Середні	Нижча середнього	Вищі середнього	Вище середнього	Висока	
Відсутні	Висока	Вище середнього	Вище середнього	Вище середньої	Високі
Відсутні	Висока	Високі	Великий	Висока	

Лінгвістичні твердження, наведені в таблиці 2.3, відповідають системі нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню змінних, що належать до відповідного терма:

$$\mu_N(X) = \mu_G(x_1) \wedge \mu_N(x_2) \mu_N(x_3) \wedge \mu_N(x_4) \mu_N(x_5) \vee \mu_G(x_1) \wedge \mu_N(x_2) \mu_N(x_3) \wedge \mu_N(x_4) \mu_N(x_5);$$

$$\mu_{NC}(X) = \mu_{VC}(x_1) \wedge \mu_{NC}(x_2) \wedge \mu_{NC}(x_3) \wedge \mu_{NC}(x_4) \wedge \mu_{NC}(x_5) \vee \mu_G(x_1) \wedge \mu_{NC}(x_2) \wedge \mu_{NC}(x_3) \wedge \mu_{NC}(x_4) \wedge \mu_{NC}(x_5) \vee \mu_G(x_1) \wedge \mu_N(x_2) \wedge \mu_N(x_3) \wedge \mu_C(x_4) \wedge \mu_C(x_5);$$

$$\mu_C(X) = \mu_C(x_1) \wedge \mu_C(x_2) \wedge \mu_C(x_3) \wedge \mu_C(x_4) \wedge \mu_{NC}(x_5) \vee \mu_C(x_1) \wedge \mu_C(x_2) \wedge \mu_{NC}(x_3) \wedge \mu_{VC}(x_4) \wedge \mu_C(x_5) \vee \mu_{VC}(x_1) \wedge \mu_C(x_2) \wedge \mu_{NC}(x_3) \wedge \mu_{VC}(x_4) \wedge \mu_C(x_5);$$

$$\mu_{VC}(X) = \mu_{NC}(x_1) \wedge \mu_{NC}(x_2) \wedge \mu_{VC}(x_3) \wedge \mu_{VC}(x_4) \wedge \mu_{VC}(x_5) \vee \mu_{NC}(x_1) \wedge \mu_{NC}(x_2) \wedge \mu_{VC}(x_3) \wedge \mu_{VC}(x_4) \wedge \mu_{VC}(x_5) \vee \mu_C(x_1) \wedge \mu_{NC}(x_2) \wedge \mu_{VC}(x_3) \wedge \mu_{VC}(x_4) \wedge \mu_V(x_5);$$

$$\mu_{NC}(X) = \mu_V(x_1) \wedge \mu_V(x_2) \wedge \mu_{VC}(x_3) \wedge \mu_{VC}(x_4) \wedge \mu_{VC}(x_5) \vee \mu_V(x_1) \wedge \mu_V(x_2) \wedge \mu_V(x_3) \wedge \mu_V(x_4) \wedge \mu_V(x_5).$$

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних терм для моделювання залежності (3) наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Матриця знань для залежності (3)

ЯКЩО		ТО
Абсолютна еквівалентна шорсткість (a_1)	Міцність труб (a_2)	Стан труб (x_2)
Низька	Низька	Низька
Низька	Середня	
Середня	Низька	Нижче середньої
Низька	Висока	
Середня	Середня	Середня
Висока	Низька	
Середня	Висока	Вище середньої
Висока	Середня	
Висока	Висока	Висока

Лінгвістичні твердження, наведені в таблиці 2.4, відповідають системі нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню змінних, що належать до відповідного терма:

$$\mu_n(x_2) = \mu_n(a_1) \wedge \mu_n(a_2) \vee \mu_n(a_3) \wedge \mu_c(a_2)$$

$$\mu_{bc}(x_2) = \mu_c(a_1) \wedge \mu_n(a_2) \vee \mu_n(a_1) \wedge \mu_b(a_2)$$

$$\mu_c(x_2) = \mu_c(a_1) \wedge \mu_c(a_2) \vee \mu_b(a_1) \wedge \mu_n(a_2)$$

$$\mu_{bc}(x_2) = \mu_c(a_1) \wedge \mu_b(a_2) \vee \mu_b(a_1) \wedge \mu_c(a_2)$$

$$\mu_b(x_2) = \mu_b(a_1) \wedge \mu_b(a_2)$$

Нечітка матриця знань, що враховує введення якісних терм для моделювання залежності (4), показана в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Матриця знань для залежності (4)

ЯКЩО		ТО
Компресійні ТН (b_1)	Абсорбційні ТН (b_2)	Принцип роботи ТН (x_4)
1	2	3
Середня	Середній	Середній
Нижче середнього	Нижче середнього	Вище середнього
Вище середнього	Вище середнього	
Висока	Висока	Висока

Лінгвістичні твердження, показані в таблиці 2.5, відповідають системі нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню змінних у відповідному термі:

$$\mu_H(x_4) = \mu_C(b_1) \wedge \mu_C(b_2);$$

$$\mu_{HC}(x_4) = \mu_{HC}(b_1) \wedge \mu_{HC}(b_2) \vee \mu_{VC}(b_1) \wedge \mu_{VC}(b_2);$$

$$\mu_V(x_4) = \mu_V(b_1) \wedge \mu_V(b_2).$$

Нечітка матриця знань, що враховує введення якісних терм для моделювання залежності (5), показана в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Матриця знань для залежності (5)

ЯКЩО		ТО
Вологість ґрунту (c_1)	Температура ґрунту (c_2)	Кліматичні умови (x_5)
1	2	3
Низька	Низька	Низькі
Низька	Середня	
Середня	Низька	Нижче середнього
Низька	Висока	
Середня	Середня	Середні
Висока	Низька	
Середня	Висока	Вище середнього
Висока	Середня	
Висока	Висока	Висока

Лінгвістичним твердженням, показані в таблиці 2.6, відповідають системи нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню належності змінних у відповідному термі:

$$\mu_H(x_5) = \mu_H(c_1) \wedge \mu_H(c_2) \vee \mu_H(c_1) \wedge \mu_C(c_2);$$

$$\mu_{HC}(x_5) = \mu_C(c_1) \wedge \mu_H(c_2) \vee \mu_H(c_1) \wedge \mu_B(c_2);$$

$$\mu_C(x_5) = \mu_C(c_1) \wedge \mu_C(c_2) \vee \mu_B(c_1) \wedge \mu_H(c_2);$$

$$\mu_{BC}(x_5) = \mu_C(c_1) \wedge \mu_B(c_2) \vee \mu_B(c_1) \wedge \mu_C(c_2);$$

$$\mu_B(x_5) = \mu_B(c_1) \wedge \mu_B(c_2);$$

Нечітка матриця знань, що враховує введення якісних терм для моделювання залежності (б) наведена в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Матриця знань для залежності (б)

ЯКЩО		ТО
Відхилення температури системи теплорозподілення (g_1)	Рівень налаштування розподільника розсолу (g_2)	Налаштування системи (z_1)
1	2	3
Відсутнє	Низьке	Грубі
Низьке	Нижче середнього	
Середній	Відсутнє	Вище середніх
Низька	Високе	
Середня	Нижче середнього	Середні
Висока	Відсутні	
Середня	Середнє	Нижче середнього
Висока	Нижче середнього	
Висока	Висока	Висока

Лінгвістичним твердженням, показані в таблиці 2.7, відповідають системі нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню належності змінних у відповідному термі:

$$\mu_{\Gamma}(z_1) = \mu_{\text{В}}(g_1) \wedge \mu_{\text{Н}}(g_2) \vee \mu_{\text{В}}(g_1) \wedge \mu_{\text{Н}}(g_2);$$

$$\mu_{\text{BC}}(z_1) = \mu_{\text{С}}(d_1) \wedge \mu_{\text{В}}(d_2) \vee \mu_{\text{Н}}(d_1) \wedge \mu_{\text{В}}(d_2);$$

$$\mu_{\text{С}}(z_1) = \mu_{\text{С}}(d_1) \wedge \mu_{\text{НС}}(d_2) \vee \mu_{\text{В}}(d_1) \wedge \mu_{\text{В}}(d_2);$$

$$\mu_{\text{НС}}(z_1) = \mu_{\text{С}}(d_1) \wedge \mu_{\text{С}}(d_2) \vee \mu_{\text{В}}(d_1) \wedge \mu_{\text{НС}}(d_2);$$

$$\mu_{\text{В}}(z_1) = \mu_{\text{В}}(d_1) \wedge \mu_{\text{В}}(d_2).$$

На рис. 2.2 наведено дерево логічного висновку ієрархічних зв'язків факторів, що впливають на технічний стан систем теплового насоса

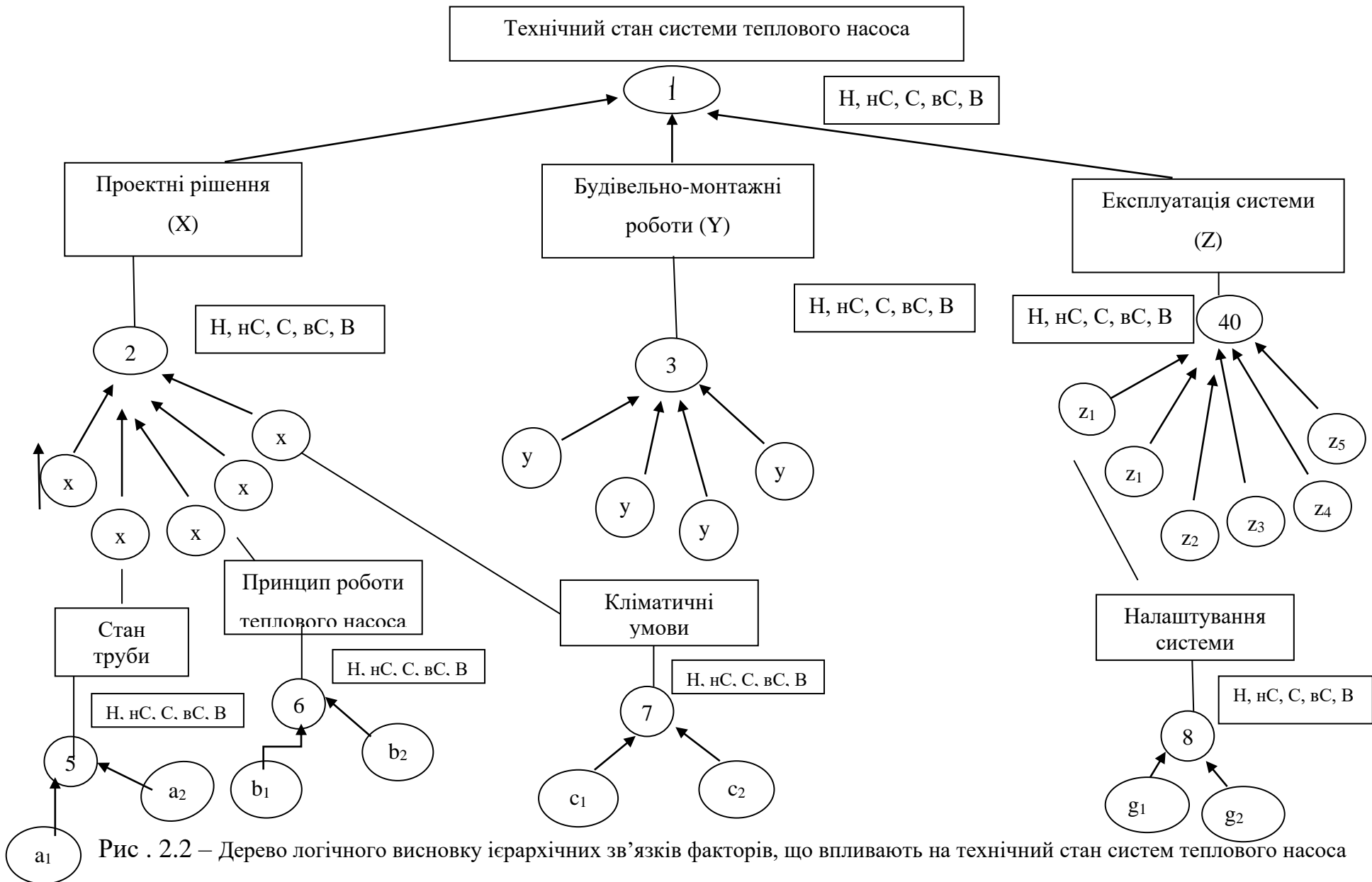


Рис . 2.2 – Дерево логічного висновку ієрархічних зв'язків факторів, що впливають на технічний стан систем теплового насоса

2.7 Висновок

В розділі 2 виконано теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик комбінованої системи опалення, а саме:

1. Наведені основні технологічні і конструктивні рішення системи опалення будинку.
2. Здійснено моделювання теплових режимів будівлі, що є сукупністю всіх факторів і процесів, що визначають теплову обстановку в його приміщеннях. Загальні тепловтрати приміщень становлять 55 кВт.
3. Наведено моделювання гідравлічних режимів трубопроводів системи опалення для багатоквартирного житлового п'ятиповерхового будинку де встановлена котельня, яка знаходиться на даху, сонячні батареї та теплові насоси. В будинку встановлені сталеві панельні радіатори «ТЕРМІЯ», встановлені трубопроводи поліпропіленові та сталеві, виконано гідравлічний розрахунок трубопроводів конвективного опалення. Розрахунок тепловтрат приміщень – $Q_{\text{втр.}}=60$ кВт.
4. Підбрано котельню, що знаходиться на даху на базі котлів «Vaillant VKK INT 656/4» загальною потужністю 60 кВт, тепловий насос «Buderus WPL ARB 13», балансувальний клапан MSV-F2 PN25, сонячна електростанція «Clasik», розширювальний бак зовнішній та внутрішній EASY-PRO 18. За підібраним обладнанням складено специфікацію обладнання та матеріалів наведену в Додатку К.

3 РОЗРОБКА СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ НА ПЛАНАХ ПОВЕРХІВ

3.1 Аналіз системи, що прийнята до монтажу

В розділі розробляється технологія монтажу системи опалення житлового п'ятиповерхового будинку [24].

Схема системи опалення: автономна.

Кількість поверхів: 5, висота поверху: 3 м.

Джерела енергії: сонячні батареї, котельня, що знаходиться на даху та теплові насоси.

Як об'єкт багатоквартирний житловий будинок, де проектується комбінована система опалення.

Як генератор тепла використовується котельня, що знаходиться на даху житлового будинку в спеціальному приміщенні. Це дозволяється при дотриманні будівельних норм і вимог безпеки. Приміщення має розміри 5,2x7 і розраховане на влаштування котельної установки потужністю 120 кВт.

Котельня установка потужністю 120 кВт, складається з двох двоконтурних конденсаційних котлів, які забезпечують опалення і ГВП.

Квартирна система опалення з горизонтальним розподіленням, двотрубна. Основні розподільчі магістралі прокладаються вздовж стін.

Система опалення будинку складається з таких елементів: нагрівальні прилади – радіатори сталеві панельні «ТЕРМІЯ», мережа трубопроводів, регулюючі пристрої, теплові насоси фірми «Buderus WPL ARB 13».

Радіатори в житлових кімнатах розташовуються під вікном, відстані до стін, підвіконня обумовлюється конструкцією приладів [25].

В результаті виконаного гідравлічного розрахунку система опалення було підібрано умовні діаметри труб для монтажу систем, які становлять для системи опалення від 16 до 40 мм. На кожному нагрівальному приладі встановлено терморегулюючий елемент фірми «Danfoss».

3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

До початку монтажних робіт встановлюється готовність будівлі до монтажу трубопроводів, приладів та обладнання. Приймання об'єкту під монтаж системи опалення, оформити актом встановленої форми, який підписали: представник генерального підрядника, який виконує будівельні роботи .

Будівельний об'єкт можна вважати готовим до монтажу системи опалення якщо:

- змонтовані міжповерхові перекриття і сходові клітки;
- оштукатурені ніші і ділянки стін в місцях встановлення опалювальних приладів і трубопроводів;
- підготовленні монтажні пройми для переміщення крупно габаритного обладнання, що підлягає монтажу;
- нанесені на стінах фарбою відмітки чистої підлоги;
- влаштований фундамент під циркуляційний насос;
- підведені електросилові лінії для підключення механізмів та електроінструментів забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів;
- підготовленні риштування та підмостки для виконання робіт на висоті;
- заскленні віконні прорізи і утепленні приміщення при виконанні робіт взимку та восени.

Окрім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж перед початком робіт треба виділити місце для складування матеріалів, сантехнічних заготовок і обладнання. А також існує потреба в приміщенні для зберігання малогабаритних матеріалів, інструменту, інвентарю.

3.3 Комплектація матеріалів, виробів та обладнання

Для того щоб забезпечити ефективну роботу робітників потрібно забезпечити їх необхідними матеріалами, які зведені у таблицю 3.1 та таблицю 3.2.

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в основних та допоміжних матеріалах системи опалення

№ п.п	Найменування матеріалу	Один. вимір.	Кількість	Маса одиниці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
1	Тепловий насос «BOSH» 13 кВт	шт	2	181	362
2	Тепловий насос «BOSH» 17 кВт	шт	2	184	368
3	Фільтр сітчатий «Danfoss» d=15 мм	шт	20	2,2	44
4	Труби сталеві d=32x3 ГОСТ 10704-76	м	12	1,75	21
	Труби сталеві d=40x3 ГОСТ 10704-76	м	6	2,16	13
	Труби сталеві d=50x3 ГОСТ 10704-76	м	33,6	3,36	113
5	Труби поліпропіленові KAN-therm PN 20 d=16x2,7	м	519	0,10	51,9
	Труби поліпропіленові KAN-therm PN 20 d=20x3,4	м	488,8	79	38615
	Труби поліпропіленові KAN-therm PN 20 d=40x6,7	м	9,9	6	59,4
6	Сталеві панельні радіатори «ТЕРМІЯ» type 22				
	5/50/100	м	8	7,2	57,6
	5/50/120	м	13	8,6	111,8
	5/50/140	м	2	9,4	18,8
7	Регулятор перепаду тиску d=65 мм фланцевий «Danfoss» ASV-PV F40	шт	1	3,7	3,7

Продовження табл. 3.1

8	Клапан ручний балансуєчий PN 25MSV-F2 d=40 мм	шт	1	7,2	7,2
9	Вентиль шаровий «Danfoss» d=15 мм	шт	3	0,22	0,66
10	Дуга 90 градусів d=50 мм	шт	10	0,1	1
11	Лічильник тепла ЕЕМ-СР II компакт	шт	20	0,4	8
12	Клапан ручний балансуєчий LENO MSV-B	шт	20	0,69	13,8
13	Клапан ручний балансуєчий MSV-I з попереднім налаштуванням	шт	20	0,26	5,2
14	Запірний клапан RIV d=15 мм	шт	60	0,24	14,4
15	Приєднувальний елемент RTD-K d=15 мм	м	20	0,22	4,4
16	Клапан терморегулятора RTD-N d=15 мм	шт	60	0,4	24
17	Вентиль шаровий «Danfoss» d=15 мм	шт	20	0,2	4
18	Дуга 90 градусів KAN d=16 мм	шт	200	0,1	20
19	Дуга 90 градусів KAN d=20 мм	шт	215	0,1	21,5
20	Дуга 90 градусів KAN d=40 мм	шт	2	0,1	0,2
21	Сонячна батарея «Clasik»	шт	77	13	1040
22	Розширювальний бак EASY-PRO	шт	1	12,9	12,9
23	Котел VKK INT 656/4	шт	2	120	240

Загальна вага матеріалів:

43497 кг

Таблиця 3.2 – Відомість потреби в допоміжних матеріалах

№ п.п	Найменування матеріалу	Один. Вимір.	Кількість	Маса, кг
1	2	3	4	5
1	Біло густотерте цинкове МА-011-1	т	0,00016	0,16
2	Кран баштовий, вантажопідйомність 5 т	т	0,1124	112,4

Продовження табл. 3.2

3	Азбестовий картон загального призначення [КАОН-1], товщиною 2 мм	т	0,00016	0,16
4	Вода	м ³	4,75	4750
5	Білило густо терте цинкове МА-011-1	т	0,0001	0,1
6	Електроди, діаметр 5мм, маркою Э42А	т	0,00037	0,37
7	Очіс льняний	т	0,00008	0,08
8	Оліфа натуральна	кг	0,08	0,08
9	Болти з гайками та шайбами, d= 16мм	т	0,0012	12
10	Прокладки гумові [пластина технічна пресована]	кг	0,1	0,1
11	Фланці плоскі приварні із сталі ВСтЗспЗ, тиск 1,0 МПа [10кгс/см ²], d= 50мм	шт	2	0,4
12	Прокладка з пароніту марка ПМБ, товщина 1мм., d= 50 мм	шт	1000	3,5
13	Трійник d=16 мм	шт	4	3
14	Трійник d=20 мм	шт	13	15,99
15	Шурупи d=6 мм, l=40 мм	т	0,0215	21,5
16	П-подібний компенсатор	шт	2	3,4
17	Перехід d=20x16 мм	шт	10	0,2
18	Ножиці для точної різки поліпропіленових труб	шт	4	1,68
19	Інструмент для зачистки труб	шт	4	0,16

Загальна вага допоміжних матеріалів:

4925 кг

3.4 Транспортування матеріалів та обладнання до місця монтажу

Обладнання для системи опалення поставляється фірмами-виробниками зі складів.

Вибираємо транспорт для доставки обладнання. Враховуючи габаритні розміри і вагу вантажу вибираємо вантажний автомобіль ГАЗ 33021 «ГАЗель» з такими характеристиками [26]:

Колесна формула - 4×2;

Вантажопідємність –1,5 т;

Маса – 3500 кг;

Габаритні розміри вантажного автомобіля:

- довжина – 6986 мм;

- ширина – 2075 мм;

- висота – 2200 мм;

Витрата палива :

- при русі зі швидкістю 60 км / год: 11 л. на 100км

- при русі зі швидкістю 80 км / год: 15 л. на 100км

3.5 Складування матеріалів та обладнання

Складування обладнання для системи опалення до початку монтажу виконати на першому поверсі в приміщенні 123, яке має площу 54,84 м². Габаритні розміри обладнання наведено в табл. 3.1 та табл. 3.2. Між обладнанням необхідно залишити вільні проходи шириною 0,7 м для зручного транспортування.

3.6 Потреба в монтажному інструментів

Вимірювальні інструменти:

– рівень металевий – ГОСТ 7948-80 – 12,8 кг;

- стрічка вимірювальна, 20 м – 3,2 кг;
- висок – ГОСТ 7948-80 – 3,2кг.

Ключ гайковий двухсторонній:

M12-17-19 мм – ГОСТ 2839-80 – 7,04 кг;

M16-22-21 мм – ГОСТ 2839-80 – 9,6 кг;

Плоскогубці комбіновані – ГОСТ 5547-75 – 5,6 кг ;

Молоток слюсарний – ГОСТ 2310-77 – 12,8 кг ;

Зубило слюсарне довж. 250 мм - ГОСТ 7211-725,6 кг;

Ящик для інструменту – 5,750 кг;

Ножиці для точної різки поліпропіленових труб STAMER – 0,63 кг;

Електродріль D21520 DeWalt – 3,4 кг;

Зварочний апарат для поліпропіленових труб 1500 Вт ,Valtec ER-04 – 5,12 кг

Випробувальна машина Voli V-TEST-60 – 3 18 кг

Пристрій для нарізання різьби Rems – 39 кг

Інструмент для випробування трубопроводів на міцність та щільність – гідравлічний прес фірми «Voll»[17].

3.7 Визначення складу та об'ємів робіт

До робіт, які повинні виконати монтажники при монтажу системи опалення відносять роботи:

1. Доставлення деталей і обладнання на робочий майданчик.

Об'єм : 48,4

Норма часу : $N_{B P} = 10,65$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 48,4 \times 2,1 / 8 = 12,705$ люд-днів.

Склад ланки : 4 люд.

$T = 12,705 / 4 = 3,176$ дня.

Приймаємо $T = 3,25$ день.

2. Монтаж котлів VKK INT 656/4

Об'єм : 2

Норма часу : $N_{BP} = 36,86$ люд-год.

Трудовісткість $Q = 36,86 \times 2 / 8 = 9,215$ люд-днів.

Склад ланки : 4 люд.

$T = 9,215 / 4 = 2,304$ дня.

Приймаємо $T = 2,5$ день

3. Встановлення сталевих панельних радіаторів опалювальних ТЕРМІЯ 5/50/100.

Об'єм : 0,354

Норма часу : $N_{BP} = 111,46$ люд-год.

Трудовісткість $Q = 0,354 \times 111,46 / 8 = 4,932$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$T = 4,932 / 2 = 2,466$ дня.

Приймаємо $T = 2,5$ день

4. Встановлення сталевих панельних радіаторів опалювальних ТЕРМІЯ 5/50/120.

Об'єм : 0,672

Норма часу : $N_{BP} = 111,46$ люд-год.

Трудовісткість $Q = 0,672 \times 111,46 / 8 = 9,363$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$T = 9,363 / 2 = 4,681$ дня.

Приймаємо $T = 4,75$ день

5. Встановлення сталевих панельних радіаторів опалювальних ТЕРМІЯ 5/50/140.

Об'єм : 0,272

Норма часу : $N_{BP} = 111,46$ люд-год.

Трудовісткість $Q = 0,272 \times 111,46 / 8 = 3,79$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$T = 3,79 / 2 = 1,895$ дня.

Приймаємо $T = 2$ день

6. Прокладання для опалення поліпропіленових трубопроводів
 $d=16 \times 2,7$ мм.

Об'єм : 5,19

Норма часу : $N_{BP} = 56,02$ люд-год.

Трудовісткість $Q = 5,19 \times 56,02 / 8 = 36,343$ люд-днів.

Склад ланки : 4 люд.

$T = 36,343 / 4 = 9,086$ дня.

Приймаємо $T = 9,25$ день

7. Прокладання для опалення поліпропіленових трубопроводів
 $d=20 \times 3,4$ мм.

Об'єм : 4,9

Норма часу : $N_{BP} = 56,02$ люд-год.

Трудовісткість $Q = 4,9 \times 56,02 / 8 = 34,312$ люд-днів.

Склад ланки : 4 люд.

$T = 34,312 / 4 = 8,578$ дня.

Приймаємо $T = 8,75$ день

8. Прокладання для опалення поліпропіленових трубопроводів
 $d=40 \times 6,7$ мм.

Об'єм : 0,1

Норма часу : $N_{BP} = 56,02$ люд-год.

Трудовісткість $Q = 0,1 \times 56,02 / 8 = 0,7$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$T = 0,7 / 2 = 0,35$ дня.

Приймаємо $T = 0,5$ день

9. Прокладання для опалення поліпропіленових трубопроводів
 $d=32 \times 5,6$ мм.

Об'єм : 0,12

Норма часу : $N_{BP} = 56,02$ люд-год.

Трудовісткість $Q = 0,12 \times 56,02 / 8 = 0,84$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$$T = 0,84 / 2 = 0,42 \text{ дня.}$$

Приймаємо $T = 0,5$ день

10. Прокладання сталевих труб $d=40 \times 3$ мм.

$$\text{Об'єм : } 0,06$$

Норма часу : $N_{ВР} = 56,02$ люд-год.

$$\text{Трудомісткість } Q = 0,06 \times 56,02 / 8 = 0,42 \text{ люд-днів.}$$

Склад ланки : 2 люд.

$$T = 0,42 / 2 = 0,21 \text{ дня.}$$

Приймаємо $T = 0,25$ день

11. Прокладання сталевих труб $d=50 \times 3$ мм.

$$\text{Об'єм : } 0,336$$

Норма часу : $N_{ВР} = 70,16$ люд-год.

$$\text{Трудомісткість } Q = 0,336 \times 70,16 / 8 = 2,947 \text{ люд-днів.}$$

Склад ланки : 2 люд.

$$T = 2,947 / 2 = 1,473 \text{ дня.}$$

Приймаємо $T = 1,5$ день

12. Монтаж рушникосушарок.

Установка рушникосушок з приєднанням їх до трубопроводів.

$$\text{Об'єм : } 20$$

Норма часу : $N_{ВР} = 46,77$ люд-год.

$$\text{Трудомісткість } Q = 20 \times 46,77 / 8 = 116,925 \text{ люд-днів.}$$

Склад ланки : 4 люд.

$$T = 116,925 / 4 = 29,231 \text{ дня.}$$

Приймаємо $T = 29,25$ день

13. Гідравлічне випробування.

Загальна довжина зворотних та падаючих трубопроводів і становить 1069м.

$$\text{Об'єм : } 10,69$$

Норма часу : $N_{ВР} = 9,45$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 10,69 \times 9,45 / 8 = 12,628$ люд-днів.

Склад ланки : 4 люд.

$T = 12,628 / 4 = 3,157$ дня.

Приймаємо $T = 3,25$ день

14. Встановлення повітряного теплового насосу

Об'єм : 4

Норма часу : $N_{ВР} = 66,4$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 4 \times 66,4 / 8 = 33,2$ люд-днів.

Склад ланки : 4 люд.

$T = 33,2 / 4 = 8,3$ дня.

Приймаємо $T = 8,5$ день

15. Монтаж розширювального баку

Об'єм : 1

Норма часу : $N_{ВР} = 6,84$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 1 \times 6,84 / 8 = 0,855$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$T = 0,855 / 2 = 0,428$ дня.

Приймаємо $T = 0,5$ день

16. Встановлення розподільчих гребінок.

Об'єм : 2

Норма часу : $N_{ВР} = 12,94$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 2 \times 12,94 / 8 = 3,235$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$T = 3,235 / 2 = 1,618$ дня.

Приймаємо $T = 1,75$ день

17. Встановлення фільтрів.

Об'єм : 1

Норма часу : $N_{ВР} = 1,41$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 1 \times 1,41 / 8 = 0,176$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$$T = 0,176 / 2 = 0,088 \text{ дня.}$$

Приймаємо $T = 0,25$ день

18. Встановлення кранів кулькових на трубопроводах.

Об'єм : 1

Норма часу : $N_{ВР} = 2,55$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 1 \times 2,55 / 8 = 0,319$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$$T = 0,319 / 2 = 0,159 \text{ дня.}$$

Приймаємо $T = 0,25$ день

19. Встановлення вентилів на трубопроводах діаметром до 15 мм.

Об'єм : 83

Норма часу : $N_{ВР} = 1,41$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 83 \times 1,41 / 8 = 14,629$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$$T = 14,629 / 2 = 7,315 \text{ дня.}$$

Приймаємо $T = 7,5$ день

20. Встановлення ручних клапанів PN d=40, LENO MSV-B, MSV-I.

Об'єм : 41

Норма часу : $N_{ВР} = 1,71$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 41 \times 1,71 / 8 = 8,764$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$$T = 8,764 / 2 = 4,382 \text{ дня.}$$

Приймаємо $T = 4,5$ день

21. Встановлення запірних клапанів RLV d=15.

Об'єм : 60

Норма часу : $N_{ВР} = 1,41$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 60 \times 1,41 / 8 = 10,575$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$$T = 10,575 / 2 = 5,288 \text{ дня.}$$

Приймаємо $T = 5,5$ день

22. Встановлення контрольно-вимірювальних приладів.

Об'єм : 1

Норма часу : $N_{ВР} = 0,59$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 1 \times 0,59 / 8 = 0,074$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$T = 0,074 / 2 = 0,037$ дня.

Приймаємо $T = 0$ день

23. Монтаж сонячних батарей.

Об'єм : 77

Норма часу : $N_{ВР} = 80,5$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 77 \times 15,5 / 8 = 149,188$ люд-днів.

Склад ланки : 4 люд.

$T = 149,188 / 4 = 37,297$ дня.

Приймаємо $T = 37,5$ день

24. Встановлення терморегулятора RTD-N d=15.

Об'єм : 60

Норма часу : $N_{ВР} = 1,41$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 60 \times 1,41 / 8 = 10,575$ люд-днів.

Склад ланки : 2 люд.

$T = 10,575 / 2 = 5,288$ дня.

Приймаємо $T = 5,5$ день

25. Вивезення деталей, допоміжного обладнання з місця монтажу.

Об'єм : 5,1

Норма часу : $N_{ВР} = 2,1$ люд-год.

Трудомісткість $Q = 5,1 \times 2,1 / 8 = 0,304$ люд-днів.

Склад ланки : 1 люд.

$T = 0,304 / 1 = 0,5$ дня.

3.8 Визначення витрати електроенергії

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \times n \times k \quad (3.1)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

n – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання .

Витрата електроенергії зварювальним пристроєм Valtec ER-04:

$$E_1 = 1,5 \cdot 0,85 \cdot 150 = 191,25 \text{ (кВт*год)}.$$

Витрата електроенергії дрелі DeWalt:

$$E_2 = 0,710 \cdot 0,85 \cdot 150 = 90,53 \text{ (кВт*год)}.$$

Витрата електроенергії гідравлічного пресу фірми «Voll»:

$$E_3 = 0,25 \cdot 22 \cdot 0,85 = 4,67 \text{ (кВт*год)}.$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$191,25 + 90,53 + 4,67 = 286,45 \text{ (кВт*год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 20 км, кількість ходок $n = 2$, витрата пального $Q = 14$ л/100км.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою:

$$Q = Q \times 2 \times n \times l = 0,14 \times 2 \times 2 \times 20 = 11,2 \text{ (л)}. \quad (3.2)$$

3.9 Визначення витрати пального

Джерелом використання пального являються вантажний автомобіль:

ГАЗ 33021 "ГАЗель" з витратою пального [26]:

- при русі зі швидкістю 60 км / год: 11 л. на 100км

- при русі зі швидкістю 80 км / год: 15 л. на 100км

Пальне – дизпаливо.

Визначаємо кількість палива, яка необхідна для транспортування обладнання та матеріалів:

$$V_{60} = 0,01 \times L \times G = 0,01 \times 300 \times 11 = 33 \text{ (л)} \quad (3.3)$$

$$V_{80} = 0,01 \times L \times G = 0,01 \times 300 \times 15 = 45(\text{л}) \quad (3.4)$$

де L - відстань транспортування деталей;

G - витрата пального, л на 100 км.

3.10 Монтаж системи опалення

Для монтажу системи опалення необхідно:

- демонтаж старих радіаторів;
- розрахунок кількості секцій;
- підготовка місця. якщо залишилися труби занадто довгі, їх укорочують, якщо занадто короткі — навпаки, нарощують;
- монтаж. спочатку треба вибрати правильний тип розводки. При самій установці потрібно дотримуватися правила «дистанції», нижня решітка батареї повинна відстояти хоча б на 8 см від підлоги, верхня — на 5, а краще 10 см, від підвіконня. зазор між радіатором і стіною не може бути менше 2-3 см. крім того, потрібно простежити, щоб меблі не стояли надто близько до батарей – вони будуть забирати частину тепла, до того ж, почнуть швидко псуватися (особливо, якщо меблі дерев'яні).
- підключення радіаторів опалення до труб;
- установка терморегуляторів і кранів;
- підключення труб опалення [27].

3.10.1 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій

В даній системі опалення використовуються сталеві радіатори «ТЕРМІЯ».

Опалювальні прилади встановити після оштукатурення місць для їх встановлення, при наявності чистої підлоги або її відмітки. Опалювальні

прилади встановити на відстані не менше 110 мм від підлоги та 50 мм від поверхні штукатурки стіни [25].

Монтаж опалювальних приладів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця установки розподільчих трубопроводів;
- б) розмітити місця установки кріплень;
- в) встановити кріплення та радіатори;
- г) встановити стояки;
- д) зварити стики.

3.10.2 Монтаж стояків і розподільчих трубопроводів

Дана система опалення складається з 1 стояка. Перед початком монтажу всі труби оглянути і звільнити від сміття, коли це необхідно. Головні стояки прокласти строго вертикально і закріпити знизу на надійних опорах. Змонтувати стояки за допомогою зварювання. Стояки в місцях перетину з внутрішніми стінами та перегородками прокласти в гільзах.

На кожному відгалуженні від магістрального трубопроводу передбачити різьбове з'єднання, яке потрібно розташувати після терморегулюючого вентиля на підвідній лінії по ходу теплоносія. Підведення до опалювальних приладів прокласти з уклоном 10 мм на всю довжину підводки [27].

Монтаж стояків виконати в такій послідовності :

- а) розмітити місця встановлення стояків;
- б) навісити та вивірити радіатори;
- в) з'єднання стояків між поверхами зварюванням;
- г) установити та вивірити вузли підводок з приєднаними до них з гонами;
- д) з'єднання підводок герметизуючи ми матеріалами;
- е) вивірити та закріпити стояки хомутами;
- ж) після збирання стояка і підводів перевірити вертикальність стояка, нахили підводів, міцність закріплення труб і радіаторів.

3.10.3 Демонтаж системи опалення

У п'ятиповерховому житловому будинку планується реконструкція системи опалення, а саме заміна радіаторів на нові та зміна типу системи опалення з вертикальної однотрубною на горизонтальну двотрубну. Старі радіатори та труби будуть здані на металобрухт [27].

Щоб приступати до демонтажу, необхідно відключити водопостачання по стояку для чого буде потрібно відповідний дозвіл ЖЕКу. Якщо це робити під час опалювального сезону отримати такий дозвіл майже нереально. Тобто, потрібно міняти батареї заздалегідь. Ціни на послугу демонтажу в квартирах в Додатку В.

3.10.4 Технічний процес демонтажу старих радіаторів

При демонтажу радіаторів необхідно:

- тимчасово відключається подача води;
- знімається старий радіатор;
- прокладаються нові труби системи (іноді може знадобитися їх повна заміна), встановлюються перемички;
- монтується запірна арматура, прокладаються труби, встановлюється терморегулятор, сам радіатор;
- підключається опалення, і система запускається знову.

Монтувати і демонтувати радіатори опалення досить складно — більш того, якщо підключити батареї неправильно, можна порушити функціонування всієї системи опалення в будинку [27].

3.10.5 Підключення сонячних батарей

Вибираючи місце для монтажу необхідно враховувати освітленість поверхні, тому ідеально розташовувати панелі з південної сторони будівлі.

Великий вплив на вироблення енергії відіграє і кут нахилу. Він може бути 15-90 градусів і вибирається в залежності від географічної широти розташування населеного пункту. Не повинні затінювати панелі і сусідні конструкції, дерева, антени. Тому що навіть невелика ділянка на які не потрапляють сонячні промені, здатний значно знизити вироблення енергії.

Для максимальної ефективності при виконанні монтажу сонячних панелей на даху варто використовувати автоматичний поворотний пристрій. Незважаючи на високу вартість вона користується попитом на ринку, так як дозволяє стежити за сонцем [28].

У процесі експлуатації необхідно періодично очищати батареї від пилу і бруду, оскільки вони також знижують продуктивність обладнання.

До виконання монтажних робіт можна приступати відразу після придбання комплекту, так як все необхідне для цього поставляється разом з панелями.

Зазвичай у комплектацію включені:

- гаки;
- кріплення;
- профілі з алюмінію.

Так як установка сонячних батарей передбачається на плоский дах, то між нею і панеллю повинен залишатися невеликий зазор. Це необхідно для того, щоб уникнути втрати продуктивності системи із-за нагріву фотоелементів.

Монтаж сонячних батарей виконується наступним чином. Спочатку збирають каркас, використовуючи для цього болти діаметром 6 та 8 мм. Потім він фіксується за допомогою металевих кутників, які надають конструкції міцність і потрібний кут нахилу.

Панель підвішується до даху допомогою спеціальних шпильок. Але щоб вона не луснула необхідно в процесі виконання монтажу сонячних батарей стежити за поверхнею каркаса. У ній не повинно бути перекосів.

3.10.6 Монтажене регулювання і здача систем в експлуатацію

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

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

Пускові експлуатаційні випробування виконати в наступній послідовності:

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

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

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

Наступним етапом є промивання системи опалення, щоб видалити бруд і шлам. Систему наповнити водою з водопроводу (при місцевому теплопостачанні), а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системи за допомогою шланга. Під час наповнення системи водою повітря не менше як два рази випустити через повітрозбірники або повітряні крани до появи з них струменя води. Під час пуску системи

опалення основним завдання є запустити в дію якомога більше приладів і прогріти більше приміщень. Тому всі дрібні дефекти (течі, свищі та тріщини в трубах) усунути за допомогою простих тимчасових заходів: обмотати ізоляційною стрічкою, встановити хомути з гумовими прокладками.

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

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

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробувати систему водяного опалення таким чином відключити джерело теплоносія гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2 МПа в нижній точці системи. Значення випробувального тиску для обладнання індивідуального теплового пункту – 1,2 МПа.

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

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

Після гідравлічного випробування скласти акт про гідравлічне випробування системи опалення.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Систему опалення запуснути в роботу і прогріти протягом 24 годин, після чого провести її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використати спеціальні прилади. В результаті огляду виявити і регулювати рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевірити розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; проконтролювати безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

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

3.11 Заходи з охорони праці

3.11.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при монтажі інженерного обладнання та з гігієни праці і виробничої санітарії

Під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд будівлі (прокладання трубопроводів, монтаж сантехнічного, опалювального, вентиляційного та газового обладнання), за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зазначених у вступі, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд повинна відповідати вимогам цих Норм, заходам безпеки, зазначеним у проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), і зокрема:

- під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані вентиляцією, засобами пожежогасіння;
- додержанням заходів безпеки під час виконання робіт у траншеях і колодязях;
- додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення

трубопроводів.

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

Під час монтажу обладнання і трубопроводів вантажопідіймальними кранами необхідно керуватися вимогами ОП при виконанні вантажопідіймальних робіт.

На будівництві об'єктів із застосуванням вантажопідіймальних кранів, якщо до небезпечних зон переміщення вантажів кранами потрапляють транспортні або пішохідні шляхи, санітарно-побутові чи виробничі будівлі та споруди, інші місця постійного чи тимчасового перебування людей під час виконання будівельно-монтажних робіт, необхідно виконувати вимоги цих норм, ПОБ і ПВР щодо забезпечення безпеки працюючих, зокрема:

- застосовувати засоби штучного обмеження зони роботи баштових кранів;
- застосовувати захисні пристрої, захисні екрани тощо.

Проїзди, проходи на будівельних майданчиках, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях не повинні мати вибоїн і утримуватись у чистоті та порядку, очищуватись від сміття, снігу, не захаращуватись матеріалами та виробами, а також бути не ковзкими.

Вимоги безпеки до облаштування і утримання будівельних майданчиків, виробничих ділянок і робочих місць.

Будівельні майданчики та виробничі ділянки повинні бути огорожені згідно з ГОСТ 23407.

Конструкція захисних огорож повинна задовольняти таким вимогам:

- огорожі, що прилягають до місць проходу людей за межами будівельного майданчика, повинні мати висоту не менше ніж 2,0 м і бути обладнані суцільним захисним козирком із несучою здатністю витримувати снігове навантаження, а також навантаження від падіння дрібних предметів; ці огорожі

повинні бути без прорізів, крім воріт і хвірток, які охороняються протягом робочого часу і замикаються після закінчення робіт.

Робочі місця і проходи до них, розташовані на висоті більше ніж 1,3 м і на відстані менше ніж 2,0 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені захисними огорожами, конструкції яких визначаються в ПВР.

Огорожі слід доставити на об'єкт будівництва до початку виконання робіт та негайно установити після утворення зазначеного перепаду по висоті, а демонтувати безпосередньо перед улаштуванням проектних огорожувальних конструкцій.

Якщо неможливо установити огорожу, у випадках, визначених у ПВР, для виконання певних видів робіт (наприклад, верхолазні, монтаж конструкцій, обладнання, опалубки; мурування стін тощо) відповідно до ПВР їх необхідно виконувати із застосуванням запобіжних поясів, страхувальних канатів.

Проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам:

- ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше ніж 0,6 м, а висота таких проходів у просвіті – не менше ніж 1,8 м;

- драбини або скоби, що передбачені для піднімання чи спускання працівників на робочі місця, які розташовані на висоті (глибині) більше ніж 5 м, необхідно обладнувати пристроями для закріплення фала запобіжного пояса (канатами з уловлювачами тощо), а також обладнані дуговою огорожею.

Прорізи у стінах за однобічного прилягання до них настилу (перекриття) повинні бути огорожені, якщо відстань від рівня настилу до низу прорізу менше ніж 0,7 м.

Входи до будівель (споруд), що споруджуються, на період будівництва слід захистити зверху суцільним козирком шириною не менше ширини входу до будинку (споруди) і довжиною – відповідно до розміру небезпечної зони.

У разі, коли розрахункова довжина козирка перевищує межі будівельного майданчика, необхідно використовувати суцільні або сітчасті захисні системи огороження робочих горизонтів, які запобігають падінню елементів конструкцій та інших предметів з висоти в небезпечну зону. Конструкції цих систем необхідно визначати в ПВР.

Біля в'їзду на будівельний майданчик необхідно встановити схему руху автотранспорту. Транспортні засоби та пішоходи повинні потрапляти на об'єкт будівництва і покидати його через різні проходи і проїзди, що призначені для транспортних засобів і пішоходів. Для доступу в основні робочі зони тимчасові автомобільні шляхи повинні бути обладнані пішохідними переходами з відповідними знаками.

Внутрішні автомобільні шляхи на будівельних майданчиках повинні відповідати вимогам ДБН А.3.1-5, бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху України.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не може перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год – на поворотах.

Ліквідацію недоліків, виявлених під час випробувань змонтованої системи і обладнання, необхідно виконувати на підставі розроблених і затверджених замовником і генеральним підрядником разом із субпідрядними організаціями заходів щодо безпеки виконання цих робіт.

Встановлення і зняття перемичок (зв'язків) між змонтованим і діючим устаткуванням, а також підключення тимчасових установок до діючих систем (електричних, парових, технічних тощо) без письмового дозволу генерального підрядника і замовника не допускається.

Монтаж трубопроводів і повітроводів на естакадах необхідно виконувати з інвентарного риштування, обладнаного сходами для піднімання і спускання працівників. Піднімання і спускання конструкціями естакад не допускається.

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

Опускати труби у закріплену траншею необхідно так, щоб не порушувати кріплення траншеї.

Не дозволяється скочувати труби в траншею за допомогою ломів і ваг, а також використовувати розпірки кріплення траншей як опори для труб.

У приміщеннях знежирення трубопроводів забороняється користуватися відкритим вогнем і допускати іскроутворення. Місце, де проводиться знежирення, необхідно відгородити і позначити знаками безпеки.

Електроустановки у зазначених приміщеннях повинні бути у пожежо-вибухобезпечному виконанні.

Приміщення, в яких проводиться знежирення, повинно бути обладнано припливно-витяжною вентиляцією. У разі виконання робіт на відкритому повітрі працівники повинні перебувати з навітряної сторони.

Працівники, зайняті на знежиренні трубопроводів, повинні бути забезпечені відповідними протигазами, спецодягом, рукавицями і гумовими рукавичками згідно з нормами безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам згідно з ДСТУ-Н Б А.3.2-1, ДСТУ ГОСТ 12.4.041.

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.

За неможливості зняття напруги роботи необхідно виконувати за нарядомдопуском, затвердженим у визначеному порядку (додаток Ж).

Під час продування труб стисненим повітрям забороняється перебувати в камерах і колодязях, де встановлено засувки, вентиля, крани тощо.

Під час продування трубопроводів необхідно встановлювати на кінцях труб щити для захисту очей від окалини та піску.

Персоналу забороняється перебувати проти чи поблизу кінців труб, що продуваються.

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.

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 [29].

3.11.2 Електробезпека

Для живлення технологічного обладнання та системи освітлення на будівництві об'єкту використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ 12.1.013-78 умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у будівлі є струмопровідною.

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 № 305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32. Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимог ГОСТ 12.1.013.

Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м: 2,5 – над робочими місцями; 3,5 – над проходами; 6,0 – над проїздами.

Світильники загального освітлення напругою 127 В і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. За висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ (наказ Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей. Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється. Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати в якості переносних забороняється.

Вимикачі, автомати та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо- вибухозахищеному виконанні. Усі електропускові пристрої слід розміщувати так, щоб унеможлиблювався пуск машин, механізмів і устаткування сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок.

Штепсельні розетки на номінальні струми до 20 А, призначені для живлення переносного електроустаткування і ручного електроінструменту, що застосовуються поза приміщеннями, повинні бути обладнані пристроями захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування не більше ніж 30 мА або кожна розетка повинна живитися від індивідуального розподільного трансформатора з напругою не більше ніж 25 В.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати відповідно до Правил улаштування електроустановок одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Штепсельні розетки й вилки, що застосовуються у мережах напругою до 25 В, повинні мати таку конструкцію, що унеможливило б вмикання у розетки вилки напругою більше ніж 25 В.

Струмовідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів відповідно до НПАОП 40.1-1.32.

Допуск персоналу будівельно-монтажних організацій до робіт у діючих установках і охоронній зоні ліній електропередачі повинен здійснюватися відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32 а також наказів Мінпаливенерго України від 25.07.2006 № 258 та від 28.08.2006 № 305.

Підготовка робочого місця і допуск до роботи персоналу, який працює за відрядженням, здійснюються завжди персоналом організації, що експлуатує електротехнічне устаткування [30]..

3.11.3 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Таблиця 3.3 - Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

2. Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.

3. Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та приточна вентиляційні системи.

3.11.4 Виробниче освітлення

Природне освітлення

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення - освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (ϵ). КПО - відношення природного освітлення, яке

створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

КЕО при природному та сумісному освітленнях.

Характеристика зорової роботи - роботи середньої точності;

Розряд - IV;

Підрозряд зорової роботи - а;

Контраст об'єкту розпізнавання - незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Характеристика фону - незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Бокове КЕО, %:

-природне 1,5;

-суміщене 0,9

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна. Нормовані значення КЕО для будинків визначаються за формулою:

$$e_n = e_n \cdot m = 1,5 \cdot 0,75 = 1,2 \% , \quad (3.5)$$

де e_n - значення КЕО для будинків;

m - коефіцієнт сонячності клімату - 0,75, вікна зорієнтовані на схід.

Штучне освітлення.

- штучне освітлення буває двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення - освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання. Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального

освітлення додається ще й місцеве. Місцеве освітлення -освітлення, яке створюється світильниками, концентруючими світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Штучне освітлення, лк:

- загальне 75лк;

Для забезпечення нормативного значення e_{min} передбачено:

Штучне освітлення в приміщенні цеху забезпечується світильниками типу РСП08×250 (однолампові) з лампами ДРЛ-250 [31].

3.11.5 Виробничий шум

Рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left(\frac{U}{U_0} \right), \quad (3.6)$$

де L - рівень шуму, дБ;

P - звуковий тиск, Па;

U_0 - коливальна швидкість, $5 \cdot 10^{-8}$ м/с;

P_0 - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Таблиця 3.4- Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація» [32].

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.

- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори .

3.11.6 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної

нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу - За. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються установка купажу води та лінія розливу води, які відносяться до типу загальної вібрації [32].

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		м·с ⁻²	ДБ	м·с ⁻² ·10 ⁻²	ДБ
За	Z _o , Y _o , X _o	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин;
- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

3.11.7 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Перебування в незручній та/або фіксованій позі більше 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (на колінах, навпочіпки і т. ін.) більше 25% часу зміни. Знаходження в позі стоячи більше 80% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): більше 1500.

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: більше 300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км.

По горизонталі: більше 12.

По вертикалі: більше 8.

Інтелектуальні навантаження: Евристична (творча) діяльність, що вимагає вирішення складних завдань при відсутності алгоритму; особисте керівництво в складних ситуаціях.

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступною комплексною оцінкою взаємопов'язаних параметрів. Комплексна оцінка всієї виробничої діяльності, Контроль та попередня робота з розподілу завдань іншим особам, Робота в умовах дефіциту часу та інформації з підвищеною відповідальністю за кінцевий результат.

Сенсорні навантаження:

– Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) більше 75.

- Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи більше 300.
- Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження більше 25.
- Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) більше 4.
- Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів менше 50%.
- Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) більше 25.

Емоційне навантаження:

- Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість кінцевої продукції, роботи, завдання. Неправильні рішення можуть викликати пошкодження обладнання, зупинку технологічного процесу, можливу небезпеку для життя.
- Ступінь ризику для власного життя – Можливий.
- Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – Можливий.
- Режим праці.
- Фактична тривалість робочого дня (год.) Більше 12.
- Змінність роботи Нерегулярна змінність з роботою в нічний час.
- Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви відсутні.

3.12 Заходи з цивільного захисту

3.12.1 Причини та наслідки аварій в теплових мережах

Найбільша кількість порушень відбувається не при новому будівництві, а при перекладаннях теплових мереж, що виконуються повсюдно без проектів і із застосуванням технічних рішень, що влаштовують тільки керівництво теплопостачальних підприємств. В основному, при заміні теплових мереж, якість прокладок настільки низька, що саме поняття «якість» до них застосовувати неможливо. Причому всюди це обґрунтовується необхідністю економити. Так як проекти відсутні, єдиним документом, по якому можна щось контролювати, є акти виконаних робіт, але вони складаються після того, як тепломережа засипана.

Найгірша особливість сталевих трубопроводів теплової мережі – корозія. Тому основна увага при експлуатації теплової мережі повинна приділятися захисту від неї. З цією метою на теплоізоляційну оболонку наносять шар водонепроникного матеріалу. Застосовують і спеціальні покриття (з ізолу, стекломальові, епоксидні та ін.), що наносяться безпосередньо на поверхню трубопроводу. Для захисту від корозії внутрішньої поверхні трубопроводу і запобігання виникнення на ній накипу вода, що заповнює теплову мережу, проходить водопідготовку. Теплові мережі українських міст виходять з ладу в середньому через 5-6 років при нормативному терміні служби не меншого 25 років. Однією з причин виходу з ладу теплових мереж є високий рівень електрохімічної корозії через велику кількість електричних кабелів і електрифікованого транспорту в крупних містах [33].

3.12.2 Дії у разі виникнення аварії в системах теплопостачання

Для ліквідації наслідків аварій та катастроф в системах теплопостачання на території області залучаються органи управління і сили регіональних структур функціональних, територіальної підсистем області:

- ГУ ДСНС в області;
- управління містобудування та архітектури облдержадміністрації;
- Управління житлово-комунального господарства ОДА;

- Управління магістральних газопроводів ПАТ "Вінницягаз";
- КП "Вінницяоблводоканал";
- ПАТ "Вінницяобленерго".

Завдання управління облдержадміністрації, які входять до територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту населення і територій, обласним службам цивільного захисту:

а) ГУ ДСНС в області:

- оповіщення територіальних підрозділів Головного управління, що залучаються до ліквідації наслідків НС;
- введення в дію плану реагування;
- надання допомоги та евакуація потерпілих із небезпечної зони;
- надання необхідної метеорологічної інформації до підрозділів Головного управління та взаємодіючих органів управління та сил;

б) підрозділам ДСНС дислоковані в області:

- проведення аварійно-рятувальних робіт;
- надання попередньої долікарської медичної допомоги потерпілим.

в) управлінню охорони здоров'я облдержадміністрації:

- організація невідкладної медичної допомоги потерпілим на місці НС,
- транспортування потерпілих до лікувальних закладів;
- здійснення поіменного обліку постраждалих при проведенні медичної евакуації;
- приведення в готовність ліжкової мережі лікувальних закладів і організація надання спеціалізованої медичної допомоги потерпілим в стаціонарних умовах;
- надання медичної допомоги особовому складу служб та органів, що залучаються до аварійно-рятувальних робіт, у разі потреби;
- санітарний нагляд за умовами тимчасового розміщення потерпілих і районом НС;
- керівництво діями залучених сил і засобів, збір та узагальнення даних про медичну обстановку, що складається;

- організація медичної допомоги населенню у місцях тимчасового розміщення та санітарний контроль за умовами їх, розміщення.

г) ГУ містобудування та архітектури облдержадміністрації:

- організація пунктів відпочинку працюючих змін і пунктів обігріву у осінньо-зимовий період;

- облік постраждалого населення, що потребує тимчасового відселення;

д) ГУ житлово-комунального господарства:

- відпрацювання розрахунків і забезпечення готовності сил та засобів по реагуванню на НС на об'єктах житлово-комунального комплексу;

- проведення аварійно-рятувальних та відновлювальних робіт;

- організація пунктів відпочинку працюючих змін і пунктів обігріву (в осінньо-зимовий період);

- забезпечення змінним фондом спецодягу і взуття формувань, що ведуть аварійно-рятувальні роботи;

- облік постраждалого населення, що потребує тимчасового відселення;

- підготовка житлового фонду для тимчасового відселення постраждалого населення, розміщення постраждалого населення, створення необхідних соціально-побутових умов;

- забезпечення населення, що відселяється змінним фондом одягу і взуття (теплим одягом при необхідності);

е) управлінням магістральних газопроводів ПАТ "Вінницягаз", КП "Вінницяоблводоканал", ПАТ "Вінницяобленерго":

- створення, збереження і раціональне використання резервів і запасів матеріальних ресурсів;

- прогноз аварійної ситуації на підвідомчих об'єктах, характеру їх розвитку та впливу на роботу відповідних галузей;

- розробка, у межах своєї компетенції, планів по попередженню надзвичайних ситуацій на підвідомчих об'єктах і забезпеченню захисту населення і територій від їхніх наслідків;

- збір і аналіз інформації про надзвичайні ситуації на підвідомчих об'єктах,

своєчасне і достовірне оповіщення населення про можливу погрозу і виникнення НС, реальну обстановку і вжиті заходи;

- організація та контроль проведення в районі аварії аварійно-рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт, забезпечення їх матеріально-технічними засобами та обладнанням;

- забезпечення споруд центрального водопостачання необхідною кількістю реагентів і знезаражуючих засобів, організація посиленних режимів стоків і води, лабораторного контролю якості питної води.

ж) ПАТ "Укртелеком":

- забезпечення якісного зв'язку органам управління і силам регіональних структур;

- система оповіщення населення за допомогою радіоточок та доступними системами радіо оповіщення.

з) ТРК "ВІНТЕРА":

- своєчасне оповіщення населення про аварію чи катастрофу;

- надання інформації та інструктажу подальших дії для населення.

3.13 Висновок

В розділі 3 була розроблена організаційно-технологічна частина роботи по влаштуванню системи опалення.

В результаті розробки проекту визначено склад та об'єми робіт, обрано методи виконання робіт, підбрано ефективні механізми та обладнання для виконання монтажних робіт, визначено витрати матеріалів та обладнання, підбрані транспортні засоби для перевезення вантажу, а також виділені місця складування матеріалів та обладнання.

Наведено основні роботи по монтажу системи опалення, а саме демонтаж старих радіаторів; розрахунок кількості секцій; підключення радіаторів опалення до труб; установка терморегуляторів і кранів; підключення труб опалення та встановлення сонячних батарей.

Було визначено причини та наслідки які можуть бути викликані аваріями в теплових мережах. Визначено відповідальних осіб та дії які вони мають виконувати під час аварій та катастроф в системах теплопостачання. Також були зазначені необхідні організації, які будуть залучені до дій у разі виникнення аварії в системах теплопостачання.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

4.1 Складання кошторисної документації

Кошторисна документація до дипломного проекту складена у відповідності з ДСТУ Б Д.1.1-1-2013 “Правила визначення вартості будівництва”.

Кошторисна документація складена в цінах 2019 року.

Локальний кошторис складений на монтаж систем опалення наведено в Додатку Л. Види та обсяги робіт наведені в організаційно-технологічній частині.

В локальному кошторисі визначається кошторисна вартість робіт, яка містить в собі прямі витрати та загально виробничі витрати.

Прямі витрати враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій. Вони визначаються шляхом множення визначеного за ресурсними елементними кошторисними нормами (РЕКН) кількості трудових та матеріально-технічних ресурсів на відповідні поточні ціни цих ресурсів. В дипломній роботі визначаються за готовими одиничними розцінками на кожний вид робіт.

Загально виробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

4.2 Загальні техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проекту визначаються сумарними характеристиками, а також їх значеннями. Найголовнішим показником є кошторисна вартість монтажу системи. Кошторисна вартість визначається відповідно діючим нормам з врахуванням встановлених надбавок на накладні витрати та планові накопичення.

Локальні кошториси зроблені за допомогою програмного продукту “АВК-5”.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники проекту

Назва показника	Одиниця виміру	Показник
Тривалість будівництва систем опалення	дні	32
Довжина поліпропіленових трубопроводів d=20x3,4 мм.	м	488,8
Довжина поліпропіленових трубопроводів d= d=16x2,7 мм	м	519
Кошторисна вартість будівництва системи опалення	тис.грн	192,227
Загальна кошторисна вартість об'єкту	тис.грн	1368,468
Кошторисна трудомісткість	тис.люд/год.	16,584
Кошторисна заробітна плата	тис.грн.	360,305
Середній розряд	розряд	4,0

4.3 Висновок

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи виконано локальний кошторис на влаштування систем опалення .

Загальна кошторисна вартість проведення робіт становить 1368,468 тис. грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблена проектна пропозиція модернізації системи опалення в багатоквартирному житловому будинку з використанням відновлювальних джерел енергії.

Виконано теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик комбінованої системи опалення, а саме:

1. Складено розрахункову схему до моделювання теплового розрахунку будівлі.

2. Здійснено моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів системи, які включають: теплотехнічний розрахунок, за результатом якого підібрано мінеральну вату товщиною $\delta_{\text{ут}} = 0,15$ м для стіни, перекриття над підвалом $\delta_{\text{ут}} = 0,15$ м, для перекриття над горищем житлового будинку $\delta_{\text{ут}} = 0,2$ м.

3. Виконано моделювання теплових та гідравлічних режимів системи опалення; для житлового п'ятиповерхового житлового будинку вибрана котельня, що знаходиться на даху, сонячні батареї, тепловий насос. В будинку встановлені сталеві панельні радіатори «ТЕРМІЯ», встановлені трубопроводи поліпропіленові та сталеві, виконано гідравлічний розрахунок трубопроводів конвективного опалення. Розрахунок тепловтрат приміщень – $Q_{\text{втр.}} = 60$ кВт.

4. Підбрано котельню, що знаходиться на даху на базі котлів «Vaillant VKK INT 656/4» загальною потужністю 120 кВт, тепловий насос Buderus WPL ARB 13, балансувальні клапани ASV-I PN25, терморегулятори RTD-N, сонячна електростанція «Clasik», розширювальний бак EASY-PRO 18 (2 шт.). За підібраним обладнанням складено специфікацію обладнання та матеріалів наведену в Додатку Г.

5. Розроблено заходи з організації та технології монтажу системи опалення житлового будинку та визначено склад і об'єм робіт, обрано методи

виконання робіт, визначено трудомісткість монтажних робіт, на основі якої складено графік виконання робіт, загальної тривалості робіт та складу бригад. В даній частині визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем опалення та гарячого водопостачання, потребу в допоміжних матеріалах, підібрано машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складено календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників. Розроблено календарний план, визначено загальну трудомісткість виконання робіт – 16584 люд/ год. та тривалість виконання монтажних робіт – 41,25 днів.

6. Визначено заходи та фактори з охорони праці при модернізації інженерних мереж в багатоквартирному будинку. Та наведені вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях, а саме причини та наслідки аварій в теплових мережах та дії у разі виникнення аварії в системах теплопостачання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Настанова з проектування та монтажу систем опалення із застосуванням сталевих панельних радіаторів: ДСТУ-Н Б В.2.5-62:2012. – [Чинний від 2013-04-01]. – К.: Мінрегіон розвитку, будівництва та житлокомун. Господарства України, 2013. 28 с.
2. Гігієна житла Мікроклімат житлових приміщень [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://works.doklad.ru/view/rBiiSu0b1KQ.html>
3. Енергоефективний будинок крок за кроком» Книга 1. «Крок перший: створення ОСББ: практ. посібник / В. Погорєлова, Д. Левицький, Р. Кундрик, Т.Кіщук, Е. Козіна.– К: Інститут місцевого розвитку, 2010. - 52 с.
4. Закон України № 2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель»: [Чинний від 2017-07-23]. – К.: Відомості Верховної Ради, 2017. 32 с.
5. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2005. – [Чинний від 2006-01-01]. – К.: Держбуд України, 2005. – 35 с.
6. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний від 2011-01-01]. - К.: Міністерство регіонального розвитку і будівництва України, 2011 р. – 127 с.
7. Жовтянський В.А. Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідкові матеріали в 2-х томах / В. А. Жовтянський, М. М. Кулик та Б. С. Стогній. – Київ: Академперіодика, 2006. –Т.1. –510 с.
8. Бригілевич В. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти / В. Бригілевич. – Львів, 2016. – 220 с.
9. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – [Чинний від 2017-04-01]. Київ: Мінрегіонбуд. України, 2017 – 33 с.

10. Особливості тепловізійних обстежень огорожувальних конструкцій [Електронний ресурс]: енергозбереження в будівлях. Режим доступу: <http://www.patriot-nrg.ua/uk/content/osoblyvosti-teploviziynyh-obstezhen-ogorodzhivalnyh-konstrukciy>
11. Енергія сонця [Електронний ресурс]: Держенергоефективність. Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/ae/sunenergy>
12. Москатов Е. А. Источники питания / Е .А. Москатов. – Киев: «МК-Пресс», СПб.: «КОРОНА-ВЕК», 2011. – 208 с
13. Сонячні батареї для опалення будинку [Електронний ресурс]: Ремонт та виробі своїми руками. Режим доступу: <http://remontu.com.ua/sonyachni-batare%D1%97-dlya-opalennya-budinku>
14. Будько В.І Сучасні технологічні процеси, обладнання та устаткування фотоелектричного перетворення сонячної енергії / В.І. Будько. – Київ:ЮНІДО, 2015.- 49 с.
15. Комбіновані системи опалення – види систем [Електронний ресурс]: Електронна бібліотека. Режим доступу: <http://dovidkam.com/remont/opalennja/kombinovana-sistema-opalennya-vidi-sistem.html>
16. Монтаж сонячних електростанцій на плоских і похилих дахах: відмінності, особливості [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.pasichna.if.ua/news/637>
17. Москатов Е. А. Источники питания / Е. А. Москатов. – Киев: «МК-Пресс», СПб.: «КОРОНА-ВЕК», 2011. – 208 с.
18. Пономарчук А.Ф. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Опалення» для студентів напряму підготовки 0921 – «Будівництво» / А.Ф. Пономарчук, І.А. Пономарчук, О.Б. Волошин. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 38 с.
19. Рекомендації про проектуванню системи опалення. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://alterair.ua/uk/articles/rekomendatsii-pro-proektirovaniyu-sistem-otopleniya/>

20. Отопительный конденсационный котел с возможностью приготовления горячей воды в комбинации с емкостным водонагревателем. [Электронный ресурс]: Vaillant. – Режим доступа: <https://www.vaillant.ua/dlia-klientov/products/ecovit-exclusiv-vkk-226-4-int-656-4-int-1856.html>

21. Калькулятор подбора расширительного бака для отопления. [Электронный ресурс]: Zilmet. – Режим доступа: <http://zilmet.ru/podbor-otopol/>

22. Сонячна електростанція 30 кВт «Clasic» для зеленого тарифу. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prel.prom.ua/p372782695-sonyachna-elektrostantsya-kvt.html>

23. Система отопления котел + солнечный коллектор. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.muratorodom.com.ua/ustanovka-i-oborudovanie/kaminy-i-pechi/sistema-otopleniya-kotel-solnechnyi-kollektor,18_23103.html

24. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. –К: Мінрегіонбуд України, 2013. –138 с.

25. Радиаторы для отопления [Электронный ресурс]: Термія. – Режим доступа: <http://termia.com.ua/produksiya/radiatory-s-mednoalyuminievym-terploobmennikom/>

26. Технические характеристики ГАЗ 33021 2.4. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.autonet.ru/auto/ttx/gaz/3302/269951>

27. Монтаж і демонтаж системи опалення [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://remontudomi.lviv.ua/demontazh-sistem-opalennya/>

28. Мхитарян Н.М. Гелиоэнергетика / Н.М. Мхитарян. – К.: Вища школа, 2002. – 255 с.

29. Лемешев. М.С. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях: методичні вказівки до опрацювання розділу «Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах і роботах для студентів будівельних спеціальностей/ М.С. Лемешев, О.В. Березюк – Вінниця: ВНТУ, 2012.–64с.

30. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2002 – [Чинний від 2003-05-01]. – К. : Держбуд України, 2003 р. – 87 с.

31. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2006 – [Чинний від 2006 10-01]. – К. : Мінбуд України, 2006 р. – 32 с.

32. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації: ДСН 3.3.6.039-99– [Чинний від 1999-01-12]. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 39 с.

33. Кодекс цивільного захисту України. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст.458. Документ чинний, поточна редакція від 05.10.2016.

ДОДАТКИ

Додаток А

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА, ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ І
ГАЗОПОСТАЧАННЯ
Кафедра інженерних систем у будівництві**

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. завідувача кафедри ІСБ,
к.т.н., професор

І. В. Коц

“ _____ ” _____ 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

**на виконання магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:**

**«Модернізація інженерних систем в багатоквартирному будівництві з
використанням відновлюваних джерел енергії»**

Тема затверджена згідно наказу ректора № 254 від “ 02 ” жовтня 2019 р.

Керівник МКР,
к.т.н., доцент

В. В. Петрусь

Магістрант

К. В. Юхимчук

Нормоконтроль

О. Д. Панкевич

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Призначення розробки та галузі її застосування:

Система опалення призначена для забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов у житловому будинку.

2. Основа для виконання робіт:

Основою для виконання робіт є завдання на дипломне проектування, затверджене наказом ректора № 254 від “ 02 ” жовтня 2019 р.

3. Мета та призначення розробки:

Метою проектування даних систем є покращення санітарно-гігієнічних умов та більш дешевої оплати за опалення мешканців будинку, а також використання нового типу конденсаційних котлів дозволяє значно зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу і підвищити продуктивність котельні.

4. Джерела розробки:

В основу проекту покладено типові та сучасні конструктивні рішення в даних галузях.

5. Технічні вимоги:

5.1. Загальні технічні дані і вимоги щодо виконаних функцій.

5.1.1. Висота на якій можна встановлювати дахові котельні не повинна перевищувати 26,5 м.

Система опалення, яка проектується для житлової будівлі повинна забезпечувати підтримання таких нормативних параметрів:

- температура повітря в приміщенні: +21 °С ;

5.1.2. В котельні встановлено 2 котли VKK INT 656 технічні характеристики наступні:

Теплова потужність (в режимі 50/30 ° С), кВт 19,0 - 64,5

Теплова потужність (в режимі 80/60 ° С), кВт 17,8 - 60,1

Температура димових газів хв / макс, ° С 62/85

Мас. витрата димових газів хв / макс, г / с 9,2 - 27,8

Утворення конденсату, л / год 7,1

Зміст CO₂,% 9,0 - 9,2

Викиди CO, мг / кВт <15

Викиди NO_x, мг / кВт <60

Діапазон настроювання температури магістралі, ° C 43

Макс. робочий тиск в контурі опалення, бар 3

Номінальний. витрата опалювальної води, л / год 2650

Підключення до електромережі, В / Гц 230/50

Споживання електроенергії, не більше, Вт 110

5.1.3. Магістральні трубопроводи та вертикальні стояки систем виконуються із поліпропіленових та сталевих труб відповідно до ДБН Д.2.2-16-99 та ГОСТ 3262-75*.

5.1.4. Поточний ремонт - 1 раз на рік, капітальний - через 3 роки експлуатації.

5.2. Вимоги до конструкції.

5.2.1. Конструкція систем, їх обслуговування та експлуатація повинні регламентуватися рядом нормативних документів, вимоги яких викладені у відповідних державних стандартах, а також у даному технічному завданні.

5.2.2. Конструкції систем повинні забезпечувати зручний доступ до основних вузлів під час обслуговування чи ремонту.

5.3. Вимоги до сировини.

5.3.1. Антикорозійні та лакофарбові покриття, що використовують при виготовленні конструкцій систем та їх обладнання, повинні мати стійкість до дії вологи і задовольняти вимогам ГОСТ 8292 - 75.

5.3.2. Прокладочні матеріали та ущільнення, що застосовуються в обладнанні систем опалення та гарячого водопостачання, повинні бути виготовлені із термо- і вологостійких матеріалів.

6. Вимоги до стандартизації та уніфікації:

Основні та допоміжні вузли і обладнання даних систем повинні бути максимально уніфіковані між собою, а також із серійно виготовленими вузлами.

7. Вимоги з надійності:

На ефективність роботи систем опалення та гарячого водопостачання

впливають якість проекту і якість монтажу. Параметри показників надійності встановлюються у відповідних державних стандартах.

8. Ергономічні вимоги:

Розташування як окремих елементів систем, так і їх обладнання, повинні забезпечувати зручні умови праці на протязі усього робочого часу (як денної, так і нічної частини доби).

9. Експлуатаційні та ремонтні вимоги:

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

- міжремонтні перевірки;
- періодичні ремонти (періодична очистка обладнання);
- планові огляди і ремонти;
- планові технічні випробування.

10. Порядок випробування, приймання систем та закінчення робіт:

10.1. Обладнання систем опалення та гарячого водопостачання у відповідності з вимогами державних стандартів, оцінку виконання розробки і прийняття рішення про експлуатації проводить приймальна комісія. Склад приймальної комісії формується розробником. В склад комісії включаються представники замовника, розробника виготовлювача. При необхідності до роботи в комісії можуть бути залучені експерти сторонніх організацій, а також представники органів, виконуючих нагляд за безпекою, охороною здоров'я і природи. Головою комісії призначається представник замовника.

10.2 Після закінчення монтажу виконується пусконаладжувальні роботи та оформляється відповідна документація.

10.3. Перед введенням в експлуатацію системи випробовують:

- система вважається витримав випробування на щільність, якщо протягом 5 хв. знаходження її під випробовуваним тиском падіння тиску по манометрі не перевищує 0,02 МПа.

10.4. При прийманні та здачі систем в експлуатацію перевіряється відповідність технічної документації зібраним системам. Оглядається

обладнання елементів, систем, здійснюється пробний запуск, а також технічні та санітарно – гігієнічні випробування. Приймальна комісія складається з представників будівельно-монтажної організації, представника замовника, представника держміськтехнагляду, представника розробника

10.5. Дане технічне завдання може уточнюватися та доповнюватися в процесі проектування і побудови даних систем.

Додаток К – Технічні характеристики опалювального котла

	VKK INT 366/4	VKK INT 476/4	VKK INT 656/4
Заказной номер	10007518	10007522	10007526
Тепловая мощность (в режиме 50/30°C), кВт	8,2 - 28,1	10,7 - 36,4	19,0 - 64,5
Тепловая мощность (в режиме 80/60°C), кВт	7,7 - 26,2	11,0 - 34,0	17,8 - 60,1
Температура дымовых газов мин/макс, °C	62 / 75	62 / 75	62 / 85
Масс. расход дымовых газов мин/макс, г/с	4,2 - 12,2	5,3 - 15,8	9,2 - 27,8
Образование конденсата, л/ч	3	3,5	7,1
Содержание CO ₂ , %	8,9 - 9,2	8,9 - 9,2	9,0 - 9,2
Выбросы CO, мг/кВтч	< 15	< 15	< 15
Выбросы NO _x , мг/кВтч	< 60	< 60	< 60
Диапазон настройки температуры подающей магистрали, °C	6	10	43
Макс. рабочее давление в контуре отопления, бар	3	3	3
Номинальн. расход отопительной воды, л/ч	1160	1505	2650
Подключение к электросети, В / Гц	230 / 50	230 / 50	230 / 50
Потребление электроэнергии, не более, Вт	45	45	110

Дымоход, мм	80/125	80/125	80/125
Газопровод, “	R 3/4”	R 3/4”	R 3/4”
Контур отопления, “	Rp 1”	Rp 1”	Rp 1”
Высота, мм	1 257	1 257	1 257
Ширина, мм	570	570	570
Глубина, мм	691	691	691
Вес (не заполненный), кг	100	110	120