

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Навчально-науковий Інститут атомної та
теплової енергетики
Кафедра теплової та альтернативної
енергетики

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Ольга Черноусенко
(підпис) (ім'я, прізвище)

« ____ » _____ 2024 р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: Проектування системи опалення для приватного будинку.

Виконав: студент II курсу магістратури, групи ТУ-321мп
(шифр групи)

_____ Куйда Олександр Миколайович _____
(прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник: к. т. н., доцент, Нікуленкова Тетяна Володимирівна _____
(підпис)

Консультант з охорони праці _____
(назва розділу) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць без
відповідних посилань.

Студент: _____
(підпис)

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Навчально-науковий Інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра Теплової та альтернативної енергетики

Рівень вищої освіти - другий (магістерський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО
(ім'я, прізвище)

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Куйді Олександр Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Проектування системи опалення для приватного будинку.

керівник дисертації: Нікуленкова Тетяна Володимирівна, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « _____ » _____ 2023 р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації 08.01.2024 р.

3. Вихідні дані до дисертації:

1) Географічне розташування – м. Южноукраїнськ, Вознесенський р-н,
Миколаївська обл.

2) Кількість поверхів – 2 поверхи, висота першого поверху – 3,05 м; другого
поверху – 2,9 м.

3) Температурний графік системи опалення: 85-65°C;

4) Джерело теплопостачання: основне – твердопаливний котел, резервне –
електричний котел.

5) Система опалення: комбінована водяна двотрубна система радіаторного
опалення і система водяної теплої підлоги.

4. Зміст пояснювальної записки:

1) Розрахунок тепловтрат через зовнішні огороження

2) Підбір і розрахунок опалювальних приладів.

3) Підбір обладнання топкової.

4) Розрахунок трубопроводів системи опалення.

5) Система автоматизації топкової

6) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

7) Техніко-економічне обґрунтування.

5. Перелік графічного матеріалу

- 1) Схема системи опалення. Розташування обладнання. План 1-го поверху. – 1 арк. ф. А1.
- 2) Схема системи опалення. Розташування обладнання. План 2-го поверху – 1 арк. ф. А1.
- 3) Аксонометрична схема системи опалення 1-го поверху. – 1 арк. ф. А1.
- 4) Аксонометрична схема системи опалення 2-го поверху. – 1 арк. ф. А1.
- 5) Принципова схема топкової. – 1 арк. ф. А1.
- 6) Компоновка обладнання топкової. – 1 арк. ф. А1.
- 7) Схема автоматизації топкової. – 1 арк. ф. А1.
- 8) Схема автоматизації опалення. – 1 арк. ф. А1.
- 9) Специфікація обладнання виробів та матеріалів. –1 арк. ф. А3
- 10) Консультанти розділів проекту*

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці			

7. Дата видачі завдання: 30.08.2023 р

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів дисертації	Примітка
1	Розрахунок теплових втрат	31.09.23 р.	
2	Вибір обладнання системи теплопостачання	01.10.23 р.	
3	Радіаторне опалення	01.10.23 р.	
4	Підлогове опалення	01.10.23 р.	
5	Розрахунок трубопроводів системи опалення	02.10.23 р.	
6	Вибір арматури трубопроводів	03.10.23 р.	
7	Вибір насосів системи опалення	04.10.23 р.	
8	Охорона праці	05.10.23 р.	
9	Графічна частина:		
	Схема системи опалення. Розташування обладнання. План 1-го поверху.	06.10.23 р.	
	Схема системи опалення. Розташування обладнання. План 2-го поверху.	08.10.23 р.	
	Аксонометрична схема системи опалення 1-го поверху.	09.10.23 р.	
	Аксонометрична схема системи опалення 1-го поверху.	10.10.23 р.	
	Принципова схема топкової	12.10.23 р.	
	Компоновка обладнання топкової	13.10.23 р.	

	Специфікація обладнання виробів та матеріалів	15.10.23 р.	
10	Оформлення пояснювальної записки	15.11.23 р.	

Студент

(підпис)

Олександр Куйда

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник дисертації

(підпис)

Тетяна Нікуленкова

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

* Консультантом не може бути зазначено керівника магістерської дисертації.

Пояснювальна записка до магістерської дисертації

на тему: «Проектування системи опалення для
приватного будинку»

Київ, 2024 рік

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація другого (магістерського) рівня вищої освіти на тему: «Проектування системи опалення для приватного будинку»

Магістерська дисертація містить пояснювальну записку на 108 с., 50 рис., 28 табл., 15 бібліографічних найменувань та 2 додатки; креслень – 8 арк. ф. А1.

Мета дисертації – проектування системи опалення приватного будинку по вулиці Проектна 1, у м. Южноукраїнськ, Вознесенського р-ну, Миколаївської обл.

Для підбору теплотехнічного обладнання використовуються теплові і гідравлічні методи розрахунку. Наведені результати розрахунку тепловтрат зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку в холодну пору року.

За результатами розрахунку тепловтрат підбирається обладнання системи опалення. Підбір радіаторів, трубопроводів, контурів теплої підлоги, арматури (в тому числі обв'язка топкової та циркуляційних насосів) здійснюється на основі теплових і гідравлічних розрахунків. На кресленнях показана теплова схема системи комбінованого теплопостачання, розташування обладнання системи, схема підключення системи опалення, схема топкової. Система опалення розробляється і розраховується на основі нормативних документів та каталогів і програм затверджених відповідними виробниками.

У даній дисертації охарактеризовано та описано основні заходи та інструменти організаційно-технічного забезпечення охорони праці.

Ключові слова: теплові втрати, система опалення, водяна тепла підлога, радіаторна система опалення, автоматизація систем опалення, охорона праці, техніко-економічне обґрунтування, розумний будинок.

SUMMARY

Master's thesis of the second (master's) level of higher education on the topic: "Designing a heating system for a private house"

The master's thesis contains an explanatory note of 100 pages, 50 figures, 28 tables, 15 bibliographic entries and 2 appendices; drawings - 8 sheets. f. A1.

The purpose of the dissertation is to design the heating system of a private house on Proektna Street 1, in the city of Yuzhnoukrain, Voznesensky District, Mykolaiv Region.

Thermal and hydraulic calculation methods are used to select heating equipment. The results of heat loss calculation of the external enclosing structures of the house in the cold season are given.

According to the results of the heat loss calculation, the equipment of the heating system is selected. The selection of radiators, pipelines, underfloor heating circuits, fittings (including heating and circulation pumps) is carried out on the basis of thermal and hydraulic calculations. The drawings show the thermal diagram of the combined heat supply system, the location of the system equipment, the heating system connection diagram, and the furnace diagram. The heating system is developed and calculated on the basis of regulatory documents and catalogs and programs approved by the relevant manufacturers.

This dissertation characterizes and describes the main measures and tools of organizational and technical support of labor protection.

Key words: heat loss, heating system, warm water floor, radiator heating system, automation of heating systems, labor protection, feasibility study, smart house.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	10
ВСТУП.....	12
1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ЗОВНІШНІ ОГОРОДЖЕННЯ.....	14
1.1 Технічні характеристики будинку.....	14
1.2 Вихідні дані для розрахунку.....	17
1.3 Розрахунок тепловтрат через конструкційні огородження.....	17
1.4 Розрахунок тепловтрат через підлогу.....	21
1.5 Розрахунок тепловтрат через інфільтрацію повітря.....	22
1.6 Річна витрата тепла на опалення.....	24
1.7 Витрати теплоти щомісяця протягом опалювального сезону.....	24
Висновки до розділу 1.....	24
2 ПІДБІР І РОЗРАХУНОК ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ.....	26
2.1 Розрахунок теплої підлоги.....	26
2.1.1 Ізоляція по периметру.....	26
2.1.2 Нагрівальні контури теплої підлоги.....	26
2.1.3 Склад покриття у місцях укладання теплої підлоги.....	27
2.1.4 Розрахунок контурів теплої підлоги.....	27
2.1.5 Підбір обладнання для автоматизації роботи підлогового опалення.....	31
2.2 Розрахунок радіаторного опалення.....	35
2.2.1 Методика підбору радіаторів.....	35
2.2.2 Опис обраних для проектування моделей радіаторів.....	36
2.2.3 Розрахунок радіаторів.....	37
2.2.4 Система автоматизації радіаторного опалення.....	39
Висновки до розділу 2.....	40
3 ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ТОПКОВОЇ.....	41
3.1 Підбір основного джерела теплопостачання – твердопаливного котла.....	41
3.2 Підбір резервного джерела теплопостачання – електричного котла.....	43
3.3 Підбір буферної ємності системи опалення.....	46
3.4 Підбір бойлера системи гарячого водопостачання.....	47
3.5 Підбір розширювальних баків системи опалення та водопостачання.....	51
3.6 Підбір циркуляційних насосів опалення та гарячого водопостачання.....	54

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Куйда			Система опалення приватного будинку. Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Нікуленкова				МДп	7	100
П. контр.						НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ННІ АТЕ, каф. ТЕА		
Н. контр.		Бутовський						
Зав. каф.		Черноусенко						

3.6.1 Підбір циркуляційного насосу підлогового опалення.....	55
3.6.2 Підбір циркуляційного насосу радіаторного опалення.....	57
3.6.3 Підбір циркуляційного насосу приготування гарячої води.....	57
3.6.4 Підбір насосу рециркуляції гарячої води.....	58
3.7 Вибір гідравлічної стрілки, колектора, насосних груп.....	59
Висновки до розділу 3.....	62
4 РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВODІВ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.....	63
4.1 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.....	63
4.2 Підбір арматури трубопроводів.....	68
5 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОПКОВОЇ.....	72
5.1 Автоматизація роботи твердопаливного котла.....	72
5.2 Автоматизація роботи електричного котла.....	73
5.3 Автоматизація контуру радіаторного опалення.....	74
5.4 Регулювання контуру підлогового опалення.....	75
5.5 Автоматизація приготування гарячої води.....	76
Висновки до розділу 5.....	76
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	77
6.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації основного технологічного обладнання та робочих приміщень.....	77
6.2 Визначення та обґрунтування комплексу заходів з електрозахисту при експлуатації електричних установок систем опалення.....	78
6.3 Технічні рішення для запобігання ураження електричним струмом.....	79
6.4 Технічні рішення для уникнення електротравм при переході напруги на неструмовідні елементи електроустановок під час аварійних режимів їх функціонування.....	79
6.5 Технічні рішення та організація захисту з гігієни праці та виробництва.....	80
6.5.1 Мікроклімат робочої зони.....	80
6.5.2 Склад повітря робочої зони.....	81
6.5.3 Виробниче освітлення.....	82
6.5.4 Захист від шуму та виробничих вібрацій.....	83
6.5.5 Захист від інфрачервоного випромінювання.....	83
6.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	84
6.6.1 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення НС.....	84
6.6.2 Вимоги щодо організації ефективної роботи системи оповіщення виробничого персоналу при НС.....	85
6.6.3 Пожежна безпека.....	87
7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ.....	89

7.1 Технічне обґрунтування.....	89
7.1.1 Обрана потужність та тип котла.....	89
7.1.2 Використання буферної ємності.....	89
7.1.3 Автоматизація та дистанційне керування.....	89
7.2 Економічне обґрунтування.....	89
7.3 Експлуатаційні витрати на енергоефективність.....	90
7.4 Фактичний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності капіталовкладень.....	92
ВИСНОВКИ.....	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	95
Додаток А	
Розрахунок тепловтрат приміщень.....	97
Додаток Б	
Розрахунок радіаторів опалення.....	108

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

Q – тепловий потік;
 F – площа поверхні нагріву;
 α – коефіцієнт тепловіддачі;
 λ – коефіцієнт теплопровідності;
 K – коефіцієнт теплопередачі;
 r – коефіцієнт термічного опору;
 m – масова витрата теплоносія;
 Re – число Рейнольдса;
 ν – кінематична в'язкість;
 w – швидкість руху теплоносія;
 d – діаметр трубопроводу;
 δ – товщина;
 t – температура;
 c – питома масова теплоємність;
 p – тиск;
 b – довжина.
 R – питомі втрати тиску;
 V – об'єм;
 ρ – густина;
 k – розрахункова кратність повітрообміну;
 h – висота;
 a – ширина;

Нижні:

z – параметри зовнішнього повітря;
 zv – зворотній;
 p – розрахункова величина;
 $ст$ – стіна;
 $вік$ – вікно
 $вн$ – параметри внутрішнього повітря;
 $з$ – параметри зимового періоду;

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Верхні:

н – параметри насосів;

ср – середнє значення;

річ – річне значення;

осн – основні витрати

Скорочення:

ДБН – Державні будівельні норми;

ДСН – Державні санітарні норми;

ДСТУ – Державні стандарти України.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Система опалення приватного будинку є одним з найважливіших факторів комфортного і безпечного проживання. В умовах постійного зростання цін на енергоносії, особливо на природний газ, багато власників приватних будинків шукають альтернативні способи опалення, які б були економічними, екологічними і надійними. Одним з таких способів є система опалення на базі твердопаливного котла.

Твердопаливний котел - це котел, який використовує для горіння тверде паливо, таке як дрова, вугілля, пелети, брикети тощо. Такий котел має ряд переваг перед газовим або електричним котлом, таких як:

- незалежність від мережевих постачань газу або електроенергії;
- можливість використання місцевих видів палива, що зменшує витрати на транспортування і зберігання;
- висока продуктивність і ККД при малих габаритах;
- можливість регулювання температури теплоносія і тиску в системі;
- можливість комбінації з іншими видами опалення, наприклад сонячними колекторами або тепловими насосами.

Однак, система опалення на базі твердопаливного котла також має деякі недоліки, такі як:

- необхідність регулярного завантаження палива і очищення котла від золи;
- необхідність обладнання окремого приміщення для котла і складу для палива;
- необхідність дотримання пожежних норм і правил безпеки при експлуатації котла;
- необхідність застосування металевих або металопластикових труб для опалювальної системи, оскільки температура теплоносія в контурі може досягати 95-98 ° C;
- необхідність встановлення димоходу високої якості і забезпечення достатнього тяги для відведення продуктів горіння.

Таким чином, система опалення приватного будинку на базі твердопаливного котла є актуальною темою для дослідження, оскільки вона вимагає грамотного проектування, розрахунку, монтажу і налагодження. Ця тема також має практичне значення, оскільки вона дозволяє забезпечити ефективне і економічне опалення приватних будинків, що сприяє підвищенню якості життя населення.

Метою магістерської дисертації є розробка проекту системи опалення приватного будинку на базі твердопаливного котла. Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання:

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- розрахувати тепловтрати будинку і потребу в тепловій енергії для опалення;
- розрахувати параметри теплоносія і гідравлічний режим опалювальної системи;
- підібрати необхідне обладнання і матеріали для системи опалення;
- розробити схему опалення приватного будинку на базі твердопаливного котла;

Об'єктом дослідження є система опалення приватного будинку. Предметом дослідження є проектування системи опалення на базі твердопаливного котла.

Системи опалення приватних будинків на базі твердопаливного котла є одним з напрямків сучасної енергетики, який активно розвивається і досліджується в наукових і практичних роботах.

Актуальність даної теми на даний момент складно переоцінити, враховуючи те, що через російську агресію проти України питання з доступністю енергоносіїв (природного газу та електроенергії) в даний час в Україні є досить гострим.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ЗОВНІШНІ ОГОРОДЖЕННЯ

1.1. Технічні характеристики будинку

Проектування системи опалення приватного будинку за адресою: вул. Проектна 1, у м. Южноукраїнськ, Вознесенського р-ну, Миколаївської обл.

Фасади приватного будинку та плани поверхів представлені на рис. 1.1 – 1.5:

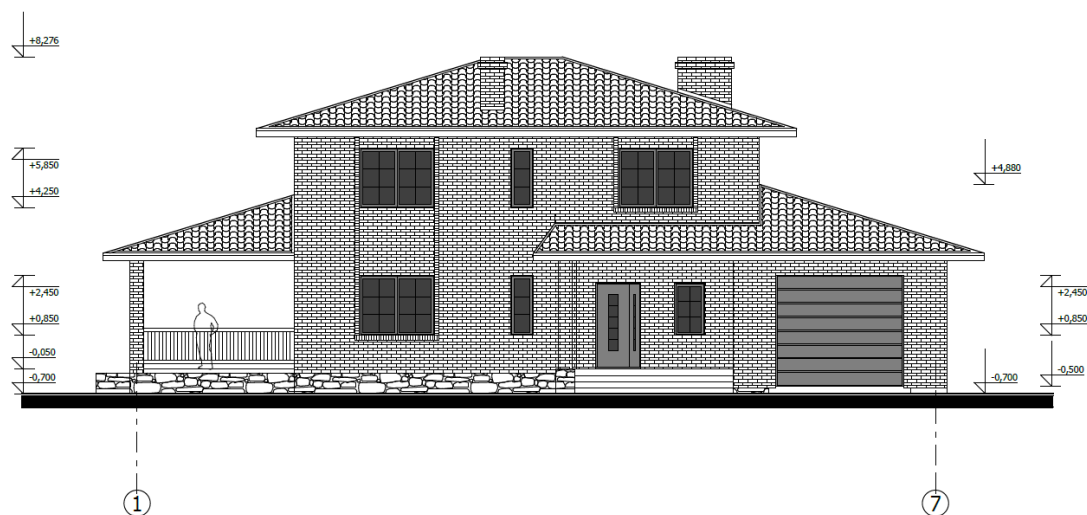


Рисунок 1.1 – Фасад будинку 1-7

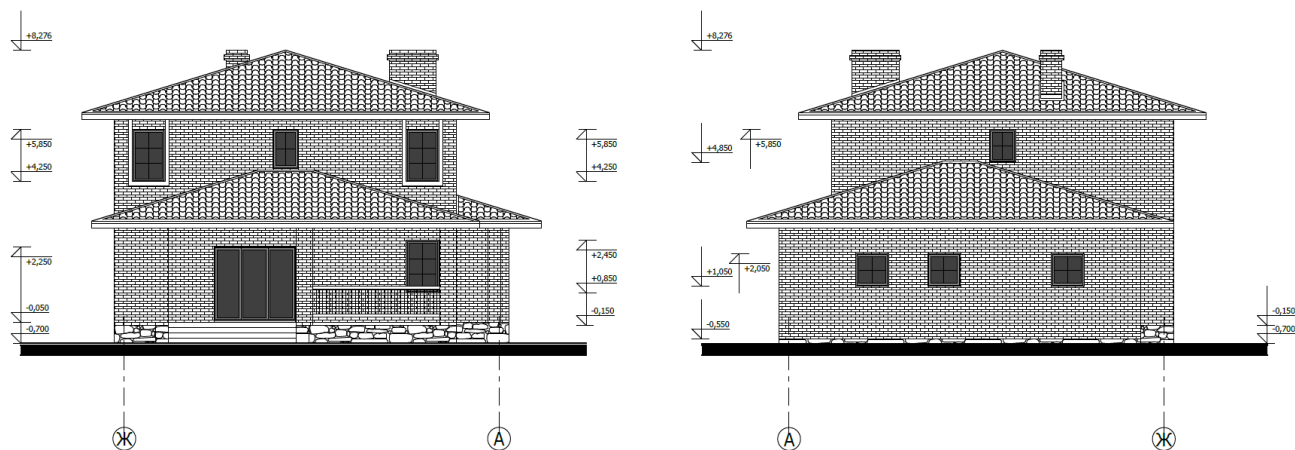


Рисунок 1.2 – Фасади будинку Ж-А та А-Ж

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

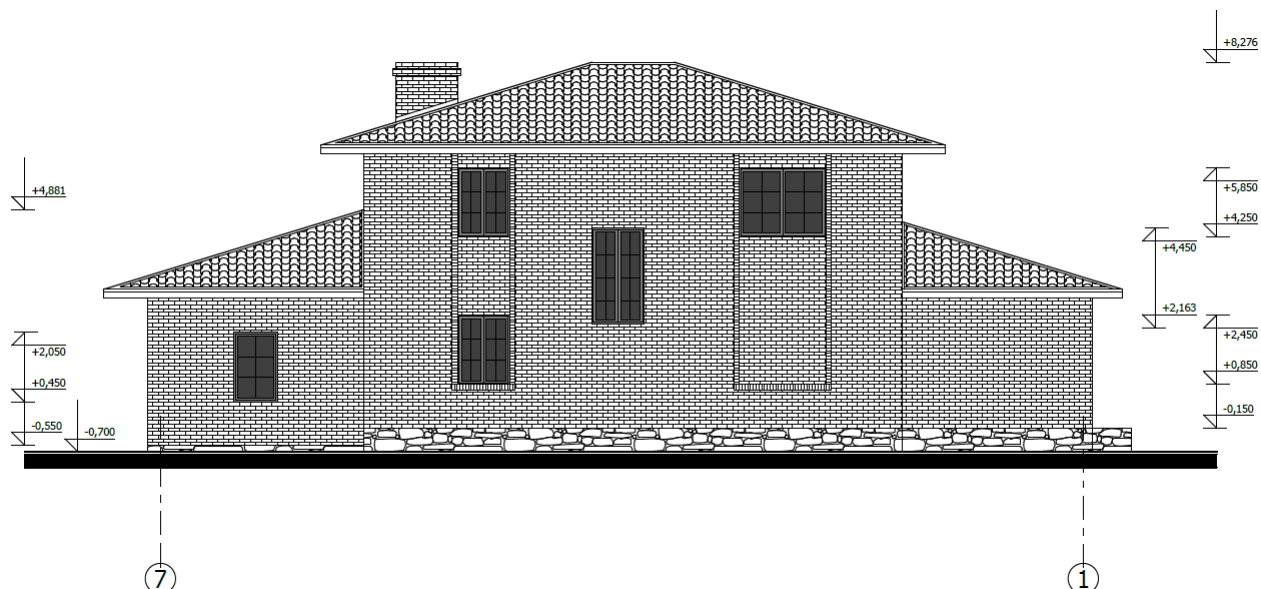


Рисунок. 1.3 – Фасад будинку 7-1

Плани 1-го і 2-го поверхів:

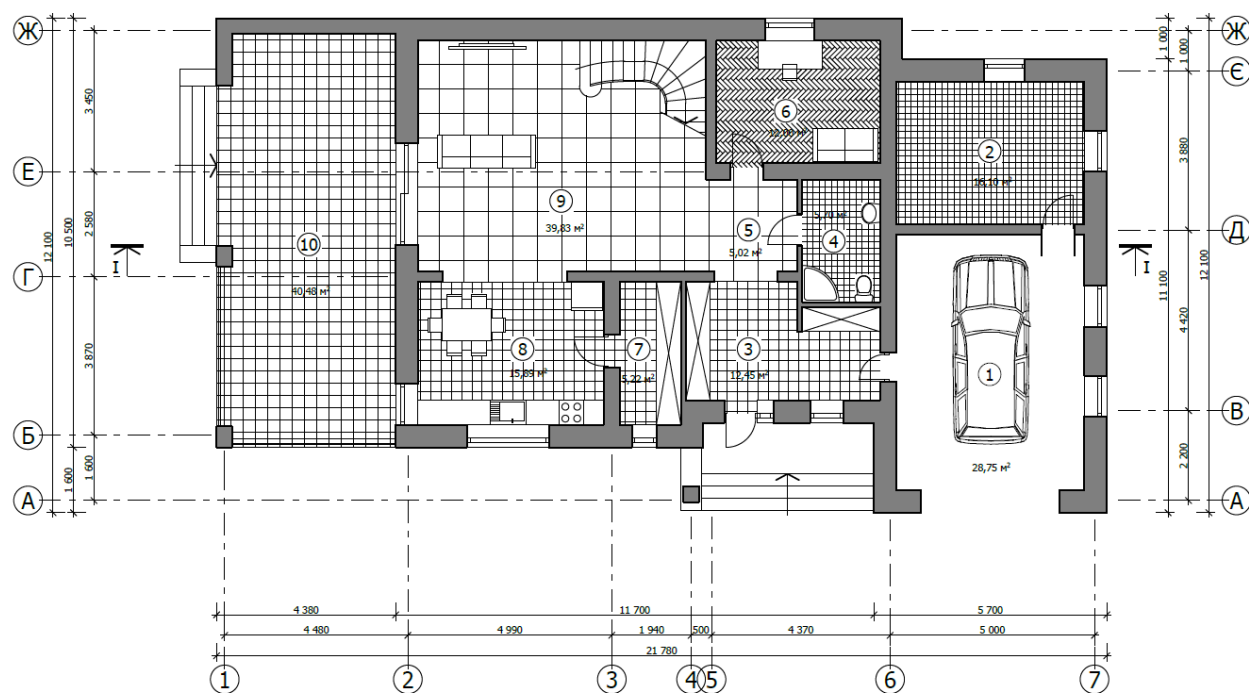


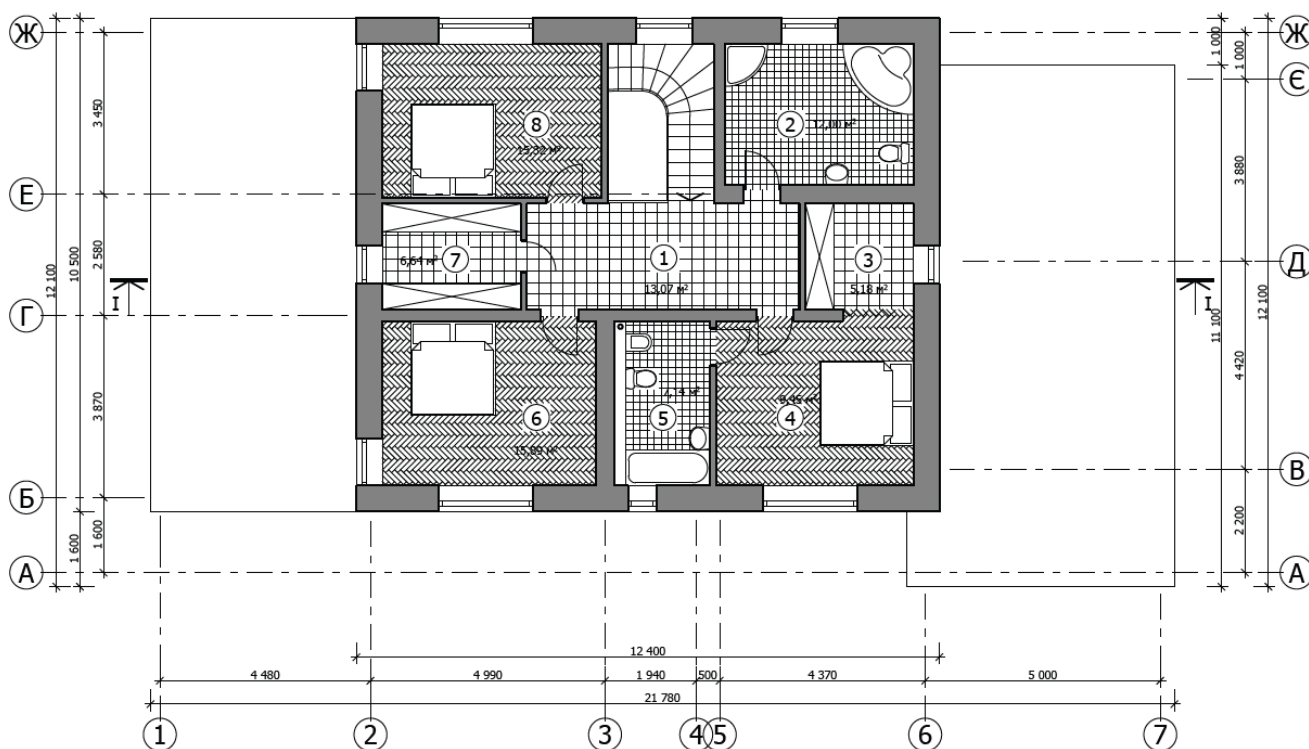
Рисунок 1.4 – План першого поверху

Експлікація приміщень першого поверху:

1 – гараж (28,75м²), 2 – топкова (16,10м²), 3 – прихожа (13,64м²), 4 – санвузол (5,70м²),
5 – хол (5,02м²), 6 – кабінет (12,00м²), 7 – комора (5,2м²), 8 – кухня (15,89м²),
9 – вітальня (39,83м²), 10 - тераса (12,14м², не опалюється).

Загальна площа 1-го поверху (опалюваних приміщень): 142,13 м²

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



1.2 Вихідні дані для розрахунку

1.2.1 Кліматологічні дані для м. Первомайськ, Миколаївська обл. [1]:

- розрахункова зовнішня температура: $t_{зовн} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість зовнішнього повітря взимку: $\phi_{зовн} = 81\text{ \%}$;
- тривалість опалювального періоду $n_o = 161$ доба;
- температура всередині будинку: $t_{вн} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура найхолоднішої доби: $t_{зовн\ I} = -26\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період: $t_{ср.о} = 1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1.1 - Вихідні дані

Найменування огорожувальної конструкції	Позначення	Термічний опір теплопередачі R, (м ² ·К)/Вт		Коефіцієнт теплопередачі k, Вт/(м ² ·К)
		R	R _{qmin}	
Зовнішні стіни	ЗС	3,72	3,500	0,269
Вікна та балконні двері	ПВ, БД	0,73	0,700	1,370
Зовнішні двері	ЗД	0,75	0,600	1,429
Покрівля	СТ	5,77	5,500	0,173
Внутрішні стіни	ВС	0,50	0,500	2,000
Підлога по ґрунту	ПГ I зона	2,1	2,1	0,476
	ПГ II зона	4,3	4,3	0,232
	ПГ III зона	8,6	8,6	0,116
	ПГ IV зона	14,2	14,2	0,070

Підлога першого поверху має теплоізоляцію 50мм з пінополістиролу, коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,041$ (Вт/м·К).

1.3 Розрахунок тепловтрат через конструкційні огороження

Формула, якою обчислюють теплові втрати через кожен елемент зовнішньої огорожувальної конструкції, враховує як основні, так і додаткові складові цих втрат [2]:

$$Q = \frac{1}{R_i} \cdot F_i \cdot \Delta t_i \cdot (1 + \Sigma \beta)_i \cdot n_i \cdot 10^{-3}; \quad (1.1)$$

де R_i – термічний опір теплопередачі огорожувальної конструкції (м² · К)/Вт;

F_i – площа елемента конструкції, що передає теплоту, м²;

Δt_i – різниця температур між внутрішнім і зовнішнім повітрям, °С;

$\Sigma \beta$ – додаткові втрати тепла;

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

n_i – поправочний коефіцієнт для розрахункової різниці температур. Він залежить від геометричного положення, або типу елемента огорожувальної конструкції [2].

За вихідними даними, термічний опір теплопередачі для зовнішніх стін $R_i = 3,72 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$; для вікон $R = 0,73 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$; для покрівлі $R_i = 5,77 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ [3].

Додаткові втрати тепла визначаються швидкістю вітру та повторюваністю. У місті Южноукраїнськ швидкість вітру в усіх напрямках приміщення менше $3,7 \text{ м/с}$, тоді для огорожень $\Sigma\beta = 0$ [4].

Фактична площа стіни без урахування площ вікон та дверей, м^2 :

$$F_{\text{ст}}^{\Delta} = F_{\text{ст}} - F_{\text{в}} - F_{\text{д}} ; \quad (1.2)$$

де $F_{\text{ст}}$ - площа стіни, м^2 .

$$F_{\text{ст}} = a \cdot h ; \quad (1.3)$$

$F_{\text{в}}$ - площа вікон, м^2 .

$$F_{\text{в}} = C_{\text{вік}} \cdot H_{\text{вік}} \cdot n_{\text{вік}} ; \quad (1.4)$$

$C_{\text{вік}}$ – ширина вікна, $H_{\text{вік}}$ – висота вікна, $n_{\text{вік}}$ – кількість однотипних вікон в даному приміщенні.

$F_{\text{д}}$ - площа дверей, м^2 .

$$F_{\text{д}} = C_{\text{д}} \cdot H_{\text{д}} \cdot n_{\text{д}} ; \quad (1.5)$$

Площа вікон 1-го поверху будинку:

$$F_{\text{в1.1}} = 2 \cdot 1,6 \cdot 1 = 3,2 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{в1.2}} = 0,6 \cdot 1,6 \cdot 1 = 0,96 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{в1.3}} = 0,8 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,12 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{в1.4}} = 1 \cdot 1,0 \cdot 3 = 3,0 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{в1.5}} = 1 \cdot 1,6 \cdot 2 = 3,2 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{в1.6}} = 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1 = 1,92 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{в1.7}} = 2,5 \cdot 2,25 \cdot 1 = 5,63 \text{ м}^2$$

Площа вікон 2-го поверху будинку:

$$F_{\text{в2.1}} = 2 \cdot 1,6 \cdot 3 = 9,6 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{в2.2}} = 0,6 \cdot 1,6 \cdot 1 = 0,96 \text{ м}^2$$

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$F_{B2.3} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1 = 0,8\text{м}^2$$

$$F_{B2.4} = 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1 = 1,92\text{м}^2$$

$$F_{B2.5} = 1,4 \cdot 2,29 \cdot 1 = 3,21\text{м}^2$$

$$F_{B2.6} = 1 \cdot 1,6 \cdot 2 = 3,2\text{м}^2$$

$$F_{B2.7} 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1 = 0,96\text{м}^2$$

Сумарна площа вікон будинку:

$$\Sigma F_B = 3,2 + 0,96 + 1,12 + 3,0 + 3,2 + 1,92 + 5,63 + 9,6 + 0,96 + 0,8 + 1,92 + 3,21 + 3,2 + 0,96 = 39,68\text{м}^2$$

Площа дверей будинку:

$$F_{D1} = 1,2 \cdot 2,2 \cdot 1 = 2,64\text{м}^2$$

$$F_{D2} = 3,4 \cdot 2,5 \cdot 1 = 8,5\text{м}^2$$

Сумарна площа всіх дверей:

$$\Sigma F_D = 2,64 + 8,5 = 11,14\text{м}^2$$

Площа стін будинку орієнтована на Захід:

$$F_{CT.3X.1} = 9,9 \cdot 6,3 = 62,37\text{м}^2$$

$$F_{CT.3X.1} = 2,2 \cdot 3,55 = 7,81\text{м}^2$$

Площа стін будинку орієнтована на Північ:

$$F_{CT.ПН.1} = 11,8 \cdot 6,3 = 74,34\text{м}^2$$

$$F_{CT.ПН.2} = 5,0 \cdot 3,55 = 17,75\text{м}^2$$

Площа стін будинку орієнтована на Схід:

$$F_{CT.СХ.1} = 10,5 \cdot 3,55 = 37,28\text{м}^2$$

$$F_{CT.СХ.2} = 1,0 \cdot 6,3 = 6,3\text{м}^2$$

$$F_{CT.СХ.3} = 9,3 \cdot 3,15 = 29,3\text{м}^2$$

$$F_{CT.СХ.4} = 0,5 \cdot 3,15 = 1,58\text{м}^2$$

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа стін будинку орієнтована на Південь:

$$F_{\text{ст.Пд.1}} = 11,8 \cdot 6,3 = 74,34\text{м}^2$$

$$F_{\text{ст.Пд.2}} = 5,0 \cdot 3,55 = 17,75\text{м}^2$$

Сумарна площа всіх стін будинку:

$$\Sigma F_{\text{ст.}} = 62,37 + 7,81 + 74,34 + 17,75 + 37,28 + 6,3 + 29,3 + 1,58 + 74,34 + 17,75 = 328,82\text{м}^2$$

Дійсна площа всіх стін будинку визначається за формулою (1.2):

$$\Sigma F_{\text{ст.}}^{\Delta} = 328,82 - 39,68 - 11,14 = 278,00\text{м}^2$$

Основні тепловтрати через зовнішні стіни знаходяться за формулою (1.1):

$$Q_{\text{ст}} = \frac{1}{3,72} \cdot 278 \cdot (20 - (-20)) = 2989\text{Вт.}$$

Сумарні тепловтрати через вікна:

$$Q_{\text{в}} = \frac{1}{0,73} \cdot 39,67 \cdot (20 - (-20)) = 2174\text{Вт.}$$

Сумарні тепловтрати через двері:

$$Q_{\text{в}} = \frac{1}{0,75} \cdot 11,14 \cdot (20 - (-20)) = 594\text{Вт.}$$

Площа перекриття під неопалюваним горищем:

$$F_{\text{пер.}} = a \cdot b = 11,8 \cdot 9,9 = 116,82\text{м}^2$$

Тепловтрати через перекриття під неопалюваним горищем згідно формули (1.1):

$$Q_{\text{в}} = \frac{1}{5,77} \cdot 116,82 \cdot (20 - (-20)) = 809\text{Вт.}$$

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Розрахунок тепловтрат через підлогу

Площа підлоги і стін «по ґрунту» розділена на 3 зони, які паралельні зовнішнім стінам, шириною 2м.

Розділення підлоги будинку зображено на рис 1.3 [2].

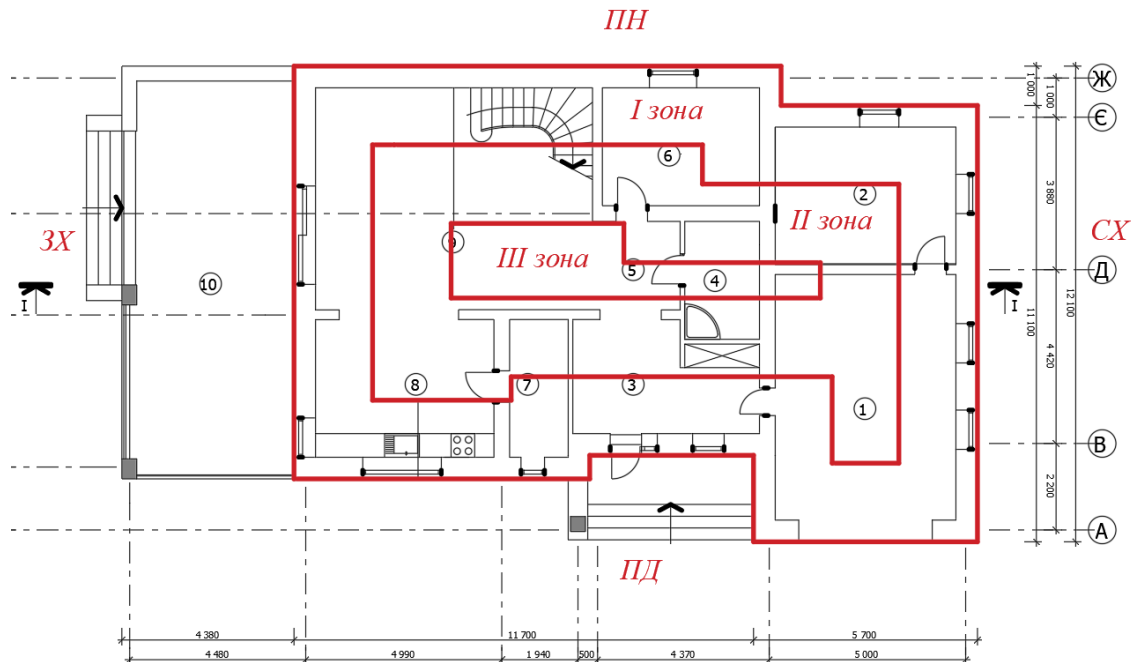


Рисунок 1.6 – Поділ підлоги першого поверху на зони

Визначаємо площі зон за допомогою інструменту «заливка» програмного комплексу AutoCAD.

Площа зони I: 104,4м²

Площа зони II: 67,0м²

Площа зони III: 12,8м²

Термічні опори теплопередачі кожної зони підлоги по ґрунту складають:

- для першої зони – $R_1 = 2,15 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$;
- для другої зони – $R_2 = 4,3 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$;
- для третьої зони – $R_3 = 8,6 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$;

Так як підлога має шар теплоізоляції з пінополістиролу (коеф. теплопровідності $\lambda = 0,041 \text{ (Вт/м}\cdot\text{К)}$), визначаємо опір теплопередачі шару теплоізоляції:

$$R_y = \frac{\delta_y}{\lambda_y} = \frac{0,05}{0,041} = 1,22 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Отже, опір теплопровідності утепленої підлоги:

- для першої зони – $R_{y1} = 2,15 + 1,22 = 3,37 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$;
- для другої зони – $R_{y2} = 4,3 + 1,22 = 5,52 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$;

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- для третьої зони – $R_{y3} = 8,6 + 1,22 = 9,82 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$;

Тепловтрати через підлогу потрібно розраховувати окремо для кожної зони за формулою (1.1):

Перша зона:

$$Q_I = \frac{1}{3,37} \cdot 104,4 \cdot (20 - (-20)) = 1239 \text{ Вт}$$

Друга зона:

$$Q_{II} = \frac{1}{5,52} \cdot 67,0 \cdot (20 - (-20)) = 486 \text{ Вт}$$

Третя зона:

$$Q_{III} = \frac{1}{9,82} \cdot 12,8 \cdot (20 - (-20)) = 52 \text{ Вт}$$

Сумарні тепловтрати через підлогу першого поверху становлять:

$$Q_{II} = Q_I + Q_{II} + Q_{III} = 1239 + 486 + 52 = 1777 \text{ Вт}$$

1.5 Розрахунок тепловтрат через інфільтрацію повітря

В даному будинку передбачена природна вентиляція повітря.

Витрата тепла на нагрівання припливного повітря для житлових кімнат, кухні та санвузлів вираховується за формулою:

$$Q_{inf} = c_{пов} \cdot L_n \cdot \rho_{пов} \cdot (t_{вн} - t_{зов}) \quad (1.6)$$

Де Q_{inf} – тепло, що йде на нагрівання повітря, що поступає в приміщення, Вт;

$c_{пов}$ – теплоємність повітря, $c_{пов} = 0,28 \text{ Вт/(кг} \cdot \text{°C)}$;

L_n – витрата повітря, що видаляється, $\text{м}^3/\text{год}$. Приймаємо $3 \text{ м}^3/\text{год}$ для кожного м^2 приміщення. Площа житлової зони будинку – $187,2 \text{ м}^2$.

$\rho_{пов}$ – густина повітря, кг/м^3 . Приймаємо $\rho_{пов} = 1,1 \text{ кг/м}^3$

$t_{вн}$, $t_{зов}$ – температура відповідно всередині та зовні приміщення.

Маючи необхідні значення згідно формули (1.5) знайдемо витрати тепла на нагрів інфільтрованого повітря:

$$Q_{inf} = 0,28 \cdot 3 \cdot 187,2 \cdot (20 - (-20)) = 6290 \text{ Вт.}$$

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарні теплові втрати по всіх поверхнях з урахуванням інфільтрації повітря приведені у таблиці:

Таблиця 1.2 – сумарні тепловтрати

Тип тепловтрат	Розмір тепловтрат, Вт
Втрати через стіни	2989
Втрати через вікна	2174
Втрати через двері	594
Втрати через підлогу	1777
Втрати через дах	809
Втрати через інфільтрацію	6290
Сумарні тепловтрати	14633

Маючи значення загальних тепловтрат будинку в опалювальний сезон можемо вирахувати питомі теплові втрати q , Вт за наступною формулою:

$$q = Q_0 / F_0 \quad (1.7)$$

Де Q_0 – загальні теплові втрати будинку, Вт

F_0 – опалювана площа будинку, m^2

Отже питомі тепловтрати приватного будинку згідно формули (1.7) становлять:

$$q = 14633 / 232 = 63,1 \text{ Вт} / m^2.$$

Знайдемо середні витрати теплоти на опалення. Дана величина знаходиться за формулою:

$$Q_0^{cp} = Q_0 \frac{t_{вн} - t_{ср.о}}{t_{вн} - t_{р.о}} \quad (1.8)$$

Де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, $^{\circ}C$; згідно вхідних даних $t_{вн} = 20^{\circ}C$

$t_{ср.о}$ – середня температура повітря протягом опалювального періоду, для м. Южноукраїнськ $t_{ср.о} = 1,1^{\circ}C$

$t_{р.о}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}C$. Для м. Южноукраїнськ $t_{р.о} = -20^{\circ}C$.

$$Q_0^{cp} = 14,6 \frac{20 - 1,1}{20 - (-20)} = 6,9 \text{ кВт}$$

1.6 Річна витрата тепла на опалення, МДж/рік

$$Q_0^{річ} = Q_0^{cp} \cdot n_0 \cdot 24$$

Де n_0 – тривалість опалювального сезону, діб. Згідно вихідних даних, для

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міста Южноукраїнськ $n_0 = 161$ доба [1].

$$Q_0^{\text{річ}} = 6,9 \cdot 161 \cdot 24 \cdot 3600 = 9,60 \cdot 10^7 \text{ кДж/рік} = 9,60 \cdot 10^4 \text{ МДж/рік.}$$

1.7 Витрата теплоти щомісяця протягом опалювального сезону, кВт

Знаходиться дана величина за формулою:

$$Q_0^{\text{м}} = Q_0 \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн.}}^{\text{ср.м.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \quad (1.9)$$

Де $t_{\text{зовн.}}^{\text{ср.м.}}$ – середньомісячна температура зовнішнього повітря, °C [1].

Опалювальний період відбувається із жовтня по квітень. Розрахуємо середню величину для кожного місяця за формулою (1.9).

$$Q_0^{\text{м.10}} = 14,63 \frac{20 - 10,4}{20 - (-20)} = 3,51 \text{ кВт}$$

$$Q_0^{\text{м.11}} = 14,63 \frac{20 - 4,2}{20 - (-20)} = 5,78 \text{ кВт}$$

$$Q_0^{\text{м.12}} = 14,63 \frac{20 - (-0,4)}{20 - (-20)} = 7,46 \text{ кВт}$$

$$Q_0^{\text{м.01}} = 14,63 \frac{20 - (-2,6)}{20 - (-20)} = 8,27 \text{ кВт}$$

$$Q_0^{\text{м.02}} = 14,63 \frac{20 - (-1,6)}{20 - (-20)} = 7,90 \text{ кВт}$$

$$Q_0^{\text{м.03}} = 14,63 \frac{20 - 2,8}{20 - (-20)} = 6,29 \text{ кВт}$$

$$Q_0^{\text{м.03}} = 14,63 \frac{20 - 10,2}{20 - (-20)} = 3,58 \text{ кВт}$$

Визначимо, скільки теплоти споживає система опалення будинку щомісяця:

$$Q_0^{\text{м'}} = Q_0^{\text{м}} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30.$$

Результати розрахунку представлені в таблиці 2.1.

Табл. 1.3 – Щомісячні витрати теплоти в опалювальний період

місяць:	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень
$t_{\text{зовн.}}^{\text{ср.м.}}, ^\circ\text{C}$	10,4	4,2	-0,4	-2,6	-1,6	2,8	10,2
$Q_0^{\text{м}}, \text{кВт}$	3,51	5,78	7,46	8,27	7,90	6,29	3,58
$Q_0^{\text{м'}}, \text{ГДж/міс}$	1,82	14,98	19,98	22,15	19,79	16,85	1,55

Нижче представлена діаграма витрат тепла на опалення щомісяця.

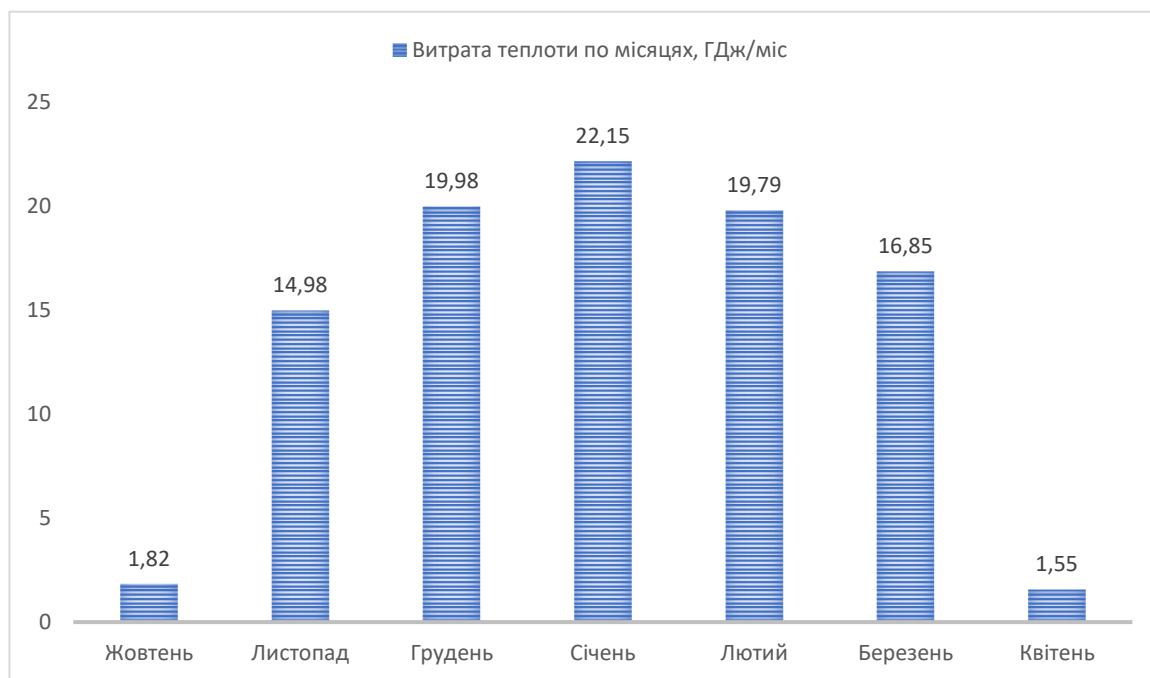


Рисунок 1.7 – Витрати теплоти на опалення протяг опалювального періоду по місяцях

Висновки до розділу 1.

В даному розділі було проведено розрахунок тепловтрат будинку з урахуванням конструкційних характеристик будинку, а саме структури огорожувальних конструкцій, типу і товщини теплоізоляції, конструкції вікон і дверей, врахування тепловтрат через перекриття та підлогу.

Було проведено аналіз впливу різних факторів на тепловтрати будинку, таких як температурний режим в приміщеннях, теплопровідність матеріалів, товщина теплоізоляції, ступінь герметизації вікон і дверей тощо. Було виявлено, що найбільший внесок у тепловтрати роблять стіни, підлога, вікна і втрати на інфільтрацію повітря, а найменший - покрівля та двері.

За результатами розрахунків було встановлено, що загальні тепловтрати будинку складають 14,63 кВт, а питомі – 63,1Вт/м², що є досить непоганим показником і свідчить про високу енергоефективність будинку.

Також були розраховані щомісячні та річні витрати тепла на опалення.

Розрахунок тепловтрат для кожного приміщення виконані в програмі KAN OZC та представлені в додатку А.

2 ПІДБІР І РОЗРАХУНОК ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Система опалення приватного будинку реалізована за допомогою водяної теплої підлоги на першому поверсі в приміщеннях № 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 та на другому поверсі в приміщеннях № 2 та 5, а також за рахунок сталевих радіаторів на першому поверсі в приміщеннях № 1 та 2, а на другому поверсі в приміщеннях № 1, 3, 4, 6, 7, 8

2.1 Розрахунок теплої підлоги

2.1.1 Ізоляція по периметру

Для того, щоб запобігти надмірному розширенню бетону від тепла та зменшити його втрати через бокові поверхні, необхідно застосувати ізоляцію по периметру. Її товщина має бути не менше 5 мм, а висота - така сама, як висота бетонної заливки. Як матеріал для ізоляції використовується спінений поліуретан, який не вбирає вологу. Крім того, для компенсаційних швів використовується окремий вид ізоляції, який не має поліетиленової плівки, а служить для захисту від проникнення вологи. Ізоляція по периметру є обов'язковою для всіх приміщень, а компенсаційний шов - лише для тих, чия площа перевищує 40 м².

У такому випадку приміщення ділиться на окремі ділянки з додатковими компенсаційними швами. При цьому потрібно так покласти нагрівальний контур, щоб мінімізувати кількість труб, що перетинають компенсаційний шов (найкраще, щоб через компенсаційний шов проходили тільки дві труби: подачі та зворотна). Також важливо, щоб труба мала невеликий вигин всередині гофрованої трубки довжиною не менше 60 см, що забезпечує її рухомість, коли вона проходить через компенсаційний шов.

2.1.2 Нагрівальні контури теплої підлоги

Система «теплої підлоги» нагріває приміщення за рахунок гарячої води, яка тече по закритому змійовику (нагрівальному контуру). Тепловий потік переходить через стінку труби, потім через шар стяжки, який разом з декоративним покриттям підлоги - керамічною плиткою перетворюється на гріючу плиту та передає тепло приміщенню. Після заливання стяжки дуже складно виконати ремонт системи теплої підлоги, тому важливо правильно вибрати потрібну трубу і її довжину.

Замовником обрано для проекту нагрівальну трубу зі зшитого поліетилену Rehau Rautherm S діаметром 17мм [5]. Дана труба високого тиску (тип РЕ-Ха) відповідає стандарту якості DIN 16892 і має кисневозахисний шар з етиленвінілалкоголя (EVAL).

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги опалювальної труби даного типу полягає в наступному:

- 1) Експлуатація труб при температурі 90°C (короткочасно до 100°C);
- 2) Довгострокова стійкість до корозії і відсутність відкладень;
- 3) Висока хімічна стійкість, в тому числі до антифризу в будь-яких концентраціях;
- 4) Висока стійкість до абразивного зносу і механічного впливу.

2.1.3 Склад покриття в місцях укладання теплої підлоги

Тепла підлога вкладається на шар теплоізоляції, який в свою чергу вкладається на бетонну чорнову основу підлоги. Шар теплоізоляції (в даному проекті обраний пінополістирол товщиною 50мм) необхідний для того, щоб тепло від нагрівального контуру не розсіювалось вниз, а надходило в приміщення безпосередньо над ним. Після цього труби теплої підлоги заливаються шаром фінішної стяжки. Товщина стяжки над поверхнею теплоізоляції повинна складати 5,5 – 6,5 см (над трубою – 3,4 – 4,5 см) задля рівномірного розподілу тепла по поверхні підлоги і забезпечення розрахункової потужності. У суміш стяжки необхідно додавати спеціальну присадку, що поліпшує теплопровідність і збільшує міцність на здавлювання і вигин. Вона також знижує утворення тріщин при висиханні, завдяки поліпшенню водоцементного співвідношення.

В якості декоративного покриття над теплою підлогою в нашому випадку використовується керамічна плитка, що завдяки своїм теплопровідним властивостям є найкращим варіантом для використання при підлоговому опаленні.

2.1.4 Розрахунок контурів теплої підлоги

Підлогове опалення на об'єкті проектування влаштовується у приміщеннях описаних у таблиці 2.1. Площа теплої підлоги для кожного приміщення дорівнює площі приміщення за вирахуванням зон відступу від стін, які дорівнюють 10-15 см, розміщення душових піддонів, а також зон встановлення підлогових меблів, що не мають вентиляційного просвіту над підлогою (наприклад кухонні меблі).

Для розрахунку контурів теплої підлоги нам необхідно взяти питому потужність на м² опалюваної поверхні. Знайдемо цю величину для кожного приміщення згідно формули:

$$q_{\text{т.п.}} = \frac{Q_{\text{прим.}}}{F_{\text{т.п.}}} \quad (2.1)$$

Де $Q_{\text{прим.}}$ – тепловтрати даного приміщення, Вт, $F_{\text{т.п.}}$ – площа теплої підлоги в даному приміщенні, м².

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для прихожі (прим. 3):

$$q_{\text{т.п.}}^3 = \frac{732}{8,92} = 82,1 \text{ Вт}$$

Для санвузла (прим. 4):

$$q_{\text{т.п.}}^4 = \frac{206}{4,35} = 47,4 \text{ Вт}$$

Для кабінета (прим. 6):

$$q_{\text{т.п.}}^6 = \frac{671}{10,89} = 61,6 \text{ Вт}$$

Для кухні (прим. 8). Враховуючи постійні теплонадходження від холодильника – 300Вт:

$$q_{\text{т.п.}}^8 = \frac{1715 - 300}{12,82} = 110,4 \text{ Вт}$$

Для вітальні (прим. 5,9):

$$q_{\text{т.п.}}^{5,9} = \frac{2086}{39,93} = 52,2 \text{ Вт}$$

Для ванної кімнати 2-го поверху (прим. 2):

$$q_{\text{т.п.}}^{2,2} = \frac{810}{8,84} = 91,6 \text{ Вт}$$

Для санвузла 2-го поверху (прим. 3):

$$q_{\text{т.п.}}^{2,3} = \frac{375}{4,52} = 83,0 \text{ Вт}$$

Таблиця 2.1 – Тепловтрати приміщень з підлоговим опаленням

Номер приміщення	Тип приміщення	Тепловтрати $Q_{\text{прим}}$, Вт	Площа теплої підлоги, м ²	Потужність опалення розр., $q_{\text{т.п.}}$, Вт/м ²
103	прихожа	732	8,92	82,1
104	санвузол	206	4,35	47,4
106	кабінет	671	10,89	61,6
108	кухня	1715	12,82	110,37
105, 109	вітальня	2086	39,93	52,2
202	ванна кімната	810	8,84	91,6
203	санвузол	375	4,52	83

Загальні тепловтрати в приміщеннях, що опалюються підлоговим опаленням складають:

$$Q_{\text{т.п.}} = 6\,595 \text{ Вт.}$$

Витрата води через контур теплої підлоги:

$$m_{\text{т.п.}} = \frac{Q_{\text{т.п.}}}{c_{\text{в}} \cdot (t_1 - t_2)}; \quad (2.2)$$

Де $c_{\text{в}}$ – теплоємність води, Дж/кг · К;

t_1 – температура подаючої лінії;

t_2 – температура зворотної лінії.

Знаючи середню температуру води в контурі, температуру повітря в приміщенні та максимально допустиму температуру поверхні підлоги для житлових кімнат – 29 °С (для ванних кімнат та санвузлів – 33 °С), визначаємо крок укладання труб теплої підлоги. Середня температура теплоносія – $t_{\text{ср.}} = 37,5^\circ\text{C}$, t_1/t_2 – температура подаючого та зворотнього трубопроводів контуру підлогового опалення (45/35°С).

Для знаходження значення швидкостей теплоносія в кожному нагрівальному контурі використовується формула:

$$w = \frac{m}{\rho \cdot f}, \quad (2.3)$$

де ρ , кг/м³ – густина теплоносія (для води приймається $\rho = 992,2$ кг/м³);

f , м² – площа поперечного перерізу гріючої труби.

Площу перерізу труби знаходимо за формулою:

$$f = \frac{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2}{4}, \quad (2.4)$$

Гідравлічний опір 1 м труби, за швидкості теплоносія в діапазоні $W = 0,15 \dots 0,5$ м/с, повинен бути в межах:

$$R = 150 - 250, \text{ Па/м}$$

Довжина контуру – є вся довжина гріючої труби включно з підводками від розподільчого колектора.

Згідно з рекомендаціями максимальна довжина трубопроводу в одій секції ТП не повинна перевищувати 100 – 120 м. Нагрівальну секцію необхідно виконувати із суцільної труби.

Гідравлічний розрахунок секцій теплої підлоги виконується в програмі KAN SET 7.2 [4], приведений у таблиці нижче.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2.

Номер приміщення	Номер секції	Загальна довжина контуру, м	Крок укладання, м	Потужність секції реальна, Вт
103	103.1	74,0	0,15	770
104	104.1	63,9	0,10	245
106	106.1	65,8	0,20	715
108	108.1	84,0	0,10	624
	108.2	80,6	0,10	622
105, 109	109.1	69,5	0,20	770
	109.2	69,0	0,20	829
	109.3	63,9	0,20	792
202	202.1	89,9	0,10	762
203	203.1	60,1	0,10	356

Продовження таблиці 2.2:

Номер секції	Питома потужність секції, Вт/м ²	Температура на поверхні підлоги, °С	Витрата теплоносія, л/хв	Гідрравлічний опір секції, Па
103.1	82	29,5	1,06	2290
104.1	59	29,5	0,30	430
106.1	68	28,3	1,00	1620
108.1	98	30,8	1,03	2418
108.2	99	30,9	1,02	2287
109.1	66	28,1	1,00	1780
109.2	65	28,1	1,03	1943
109.3	66	28,1	1,00	1680
202.1	88	32,0	1,17	3985
203.1	82	31,5	0,54	775

Для повного контролю температури поверхні теплої підлоги застосовуються датчики температури поверхні підлоги, що під'єднуються до кімнатних термостатів.

В результаті розрахунків отримуємо два розподільчих колектори теплої підлоги. До першого колектора під'єднані нагрівальні контури першого поверху (секції 103...109, усього 10 секцій). До другого колектора під'єднані два контури другого поверху (202,

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

203). Розташування і схема підлогового опалення зображена на кресленнях №1 і №2. Колектори розташовані відповідно на першому і другому поверсі.

2.1.5 Підбір обладнання для автоматизації роботи підлогового опалення.

Для того, щоб система опалення приносила максимальний комфорт та була економічно вигідною та зручною у використанні рекомендується встановлювати системи автоматизації водяного опалення. В даному проекті ми використовуємо обладнання данської компанії Danfoss.

Приклад підключення системи і складу системи атоматизації показаний на рис. 2.1

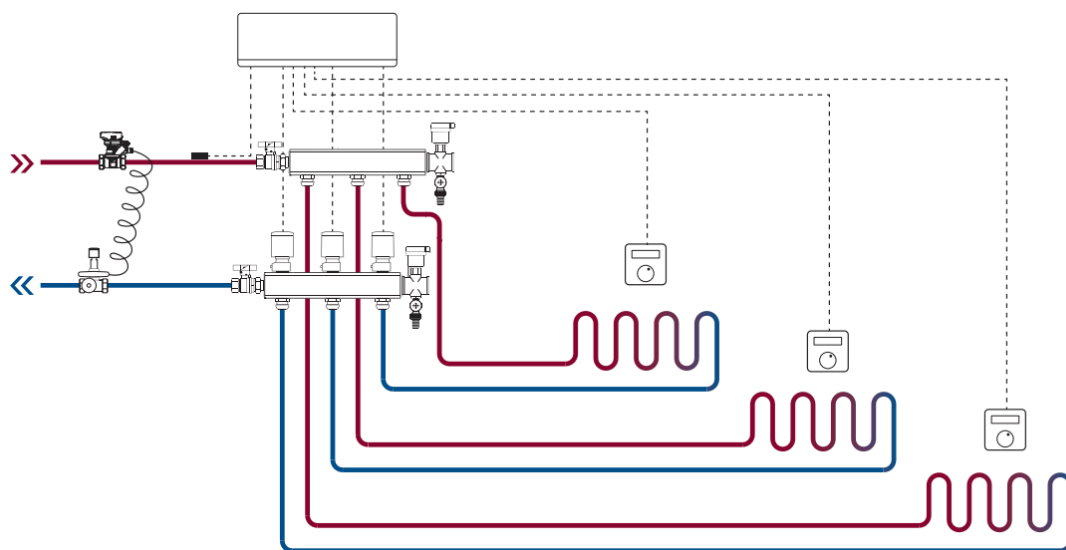


Рисунок 2.1 – Принципова схема ситеми. 2-х трубна система.

В нашому випадку автоматика для теплої підлоги складається з наступних елементів:

1. Контролер Danfoss Icon Master на 15 [6] виходів для сервоприводів. Керування за допомогою сигналу 24В. Зовнішній вигляд елемента зображений на рис. 2.2

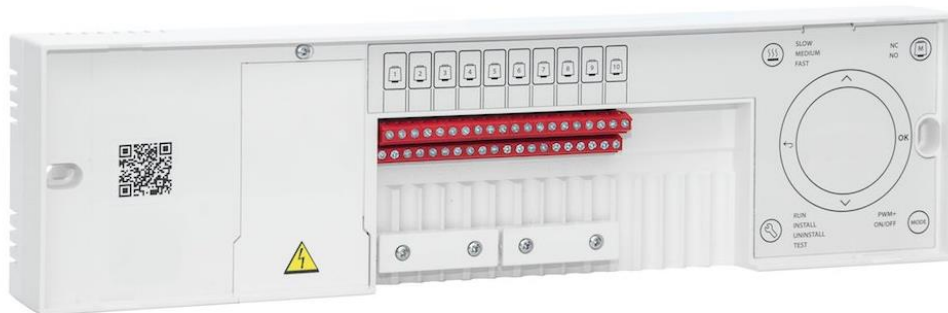


Рисунок 2.2 – Контролер керування теплою підлогою Danfoss Icon Master 24В

Контролер комутує сигнали від термостатів, а також від модуля Wi-Fi для зовнішнього керування та керує до 15 шт. сервоприводів, розташованих на колекторах теплої підлоги. Також контролер дозволяє провести автоматичне гідравлічне балансування (PWM+) шляхом забезпечення оптимального розподілу тепла по всім контурам. При цьому відпадає необхідність попередньо налаштовувати розподільчі колектори.

Парматери кабелів, які застосовуються для підключень елементів системи до контролера: вита пара STP/UTP 2*2x0,6 мм² максимум 100 м, провід перетином 2x0,5 мм²- 150 м та провід перетином 2x0,75 мм²- 200 м.

Для нашої системи необхідно лише один контролер Icon Master, так як загальна кількість секцій не перевищує 15 шт. В нашому випадку маємо 12 секцій.

2. Кімнатні термостати – необхідні для керування контурами опалення (одним або декількома) у певному приміщенні (зоні опалення). До кімнатних термостатів під'єднуються датчики температури підлоги. Також він має власний вбудований датчик температури повітря. Діапазон настройки температури з можливістю обмеження (від 5 °С до 35 °С).

Термостати встановлюються у кожному приміщенні де є регульована тепла підлога. В нашому випадку кількість приміщень з підлоговим опаленням – 7, відповідно і кімнатних термостатів необхідно 7 шт.

Зовнішній вигляд термостату зображений на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Кімнатний термостат Danfoss.

3. Датчик температури підлоги. Необхідний для контролю температури підлоги і для запобігання перегріву. Він монтується безпосередньо у стяжку під час монтажу системи. Кількість датчиків віжповідає кількості термостатів. Отже маємо 7 шт датчиків температури підлоги.

Зовнішній вигляд датчика зображений на рис. 2.4.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Рисунок 2.4 – Датчик температури підлоги Danfoss.

4. Термоелектричні сервоприводи Danfos TWA-A для встановлення на колектори теплої підлоги. Вони керуються від сигналу 24В, який приходить з контролера Icon Master. Термоприводи регулюють витрату теплоносія на відповідних контурах теплої підлоги, завдяки чому ми маємо можливість індивідуального керування температурою опалення в кожній зоні. Кількість термоелектричних приводів відповідає кількості гріючих контурів. В нашому випадку їх кількість буде – 12 шт.

Зовнішній вигляд датчика зображений на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – Теромелектричний сервопривід Danfoss.

5. Модуль зв'язку Danfoss Icon App Wi-Fi. Він необхідний для можливості віддаленого керування системою опалення. Для доступу до керування додатково потрібно скачати фірмовий додаток Danfoss Ally на телефон. Кількість необхідних модулів – 1шт. Цей модуль доступний тільки для системи Icon 24В і під'єднується безпосередньо до контролера.

Зовнішній вигляд модуля зображений на рис. 2.6.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



Рисунок 2.6 – Модуль зв'язку Danfoss Icon App.

2.2. Розрахунок радіаторного опалення

2.2.1 Методика підбору радіаторів

Для розрахунку теплоносія через радіатор, скористаємось формулою:

$$m_n = \frac{Q_n}{c_b \cdot (t_1 - t_2)}, \quad (2.5)$$

Де c_b – теплоємність води, Дж/кг · К;

t_1 – температура подаючої лінії;

t_2 – температура зворотної лінії.

Розрахункова поверхня радіатора [1]:

$$F_p = \frac{Q_n}{q_0} \cdot \beta, \quad (2.6)$$

де β – коефіцієнт поглинання води в трубопроводі, $\beta = 1$;

q_0 – еквівалентна густина теплового потоку.

$$q_0 = q_H \cdot G_{\text{відн}}^{0,03}, \quad (2.7)$$

Де q_H – густина теплового потоку при відносній витраті води:

$G_{\text{відн}}$ - відносна витрата води через опалювальний прилад.

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр.}}}{G_H \cdot F_p}; \quad (2.8)$$

Густина теплового потоку при відносній витраті води дорівнює [1]:

$$q_H = A \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{1+n} \cdot \Delta t_{\text{пр}}^c; \quad (2.9)$$

де $A = 1,93$; $n = 0,36$; $c = -0,031$ – коефіцієнти при даній схемі підключення

$\Delta t_{\text{ср}}$ - середня різниця температур повітря та середньої температури води в радіаторі, °С.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_1 + t_2)}{2} - t_{зовн}; \quad (2.10)$$

$\Delta t_{пр}$ - перепад температури теплоносія в радіаторі, °С.

$$\Delta t_{пр} = t_1 - t_2 \quad (2.11)$$

Еквівалентна поверхня опалювального приладу:

$$F_e = F_p - F_{тр} \quad (2.12)$$

де $F_{тр}$ – трубопроводи опалення, що підводяться до опалювальних приладів

Стояки опалення а також трубопроводи опалення, що підводяться до опалювальних приладів (радіаторів) вкриті шаром ізоляції.

$$F_{тр} = 2 \cdot \pi \cdot d_{під}^H \cdot l_{під}; \quad (2.13)$$

де $d_{під}^H$ – діаметр підведених трубопроводів;

$l_{під}$ – довжина підведених трубопроводів.

2.2.2 Опис обраних для проектування моделей радіаторів

Для проекту опалення клієнтом були обрані сталеві радіатори компанії Romstal (Румунія). Для максимальної ефективності та із урахуванням зовнішнього вигляду були обрані радіатори типу 22 з нижнім підключенням та виходом зі стіни. Дані опалювальні прилади представляють собою дворядні сталеві радіатори із двома конвекторними редрами, облицювальними панелями та решіткою зверху.

До переваг використання сталевих радіаторів можна віднести:

- високий рівень ККД;
- оптимальне співвідношення ціна/якість;
- тривалий термін служби (до 25 років);
- використання з будь-яким джерелом тепла.
- універсальний монтаж. Можна закріпити як на стіну так і до підлоги.

На рис. 2.7 зображений зовнішній вигляд сталевих радіаторів 22 типу.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.7 – Сталевий радіатор Romstal 22 тип

На рис 2.8 зображена схема підключення сталевих радіаторів до двухтрубної системи опалення.

Підключення опалювального приладу нижче зі стіни

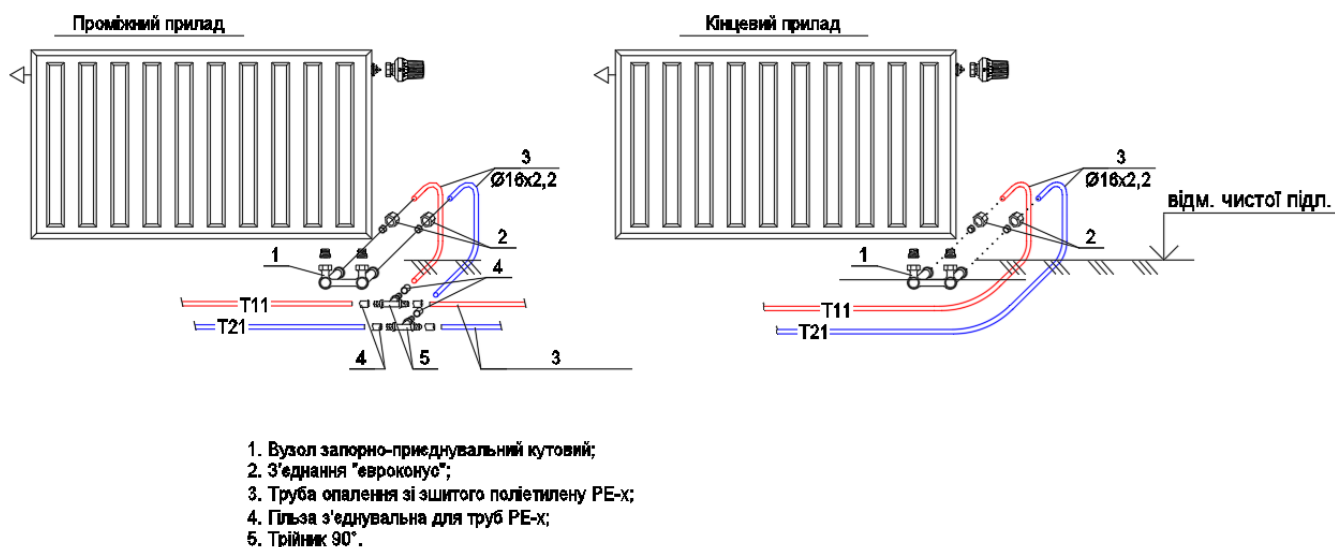


Рисунок 2.8 – Схема підключення радіаторів.

Підведення теплоносія до радіаторів в даному проекті здійснюється трубами зі зшитого поліетилену (РЕ-х) компанії Valrom (Румунія).

Експлуатаційні характеристики сталевих радіаторів:

- 1) Тиск випробувань – 13 бар;
- 2) Максимальна температура теплоносія – 120 °С;
- 3) Підключення – 1/2"
- 4) Робоча температура теплоносія – 80/60 °С.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

2.2.3 Розрахунок радіаторів

Радіатори опалення підбираються за допомогою спеціальної програми розрахунку опалювальних приладів KAN SET 7.2 [4] і згідно методики приведеної вище. Тепловтрати приміщень для розрахунку взяті з даних, приведених в Додатку А.

Приклад оформлення і розташування опалювальних приладів зображено на рис. 2.9.

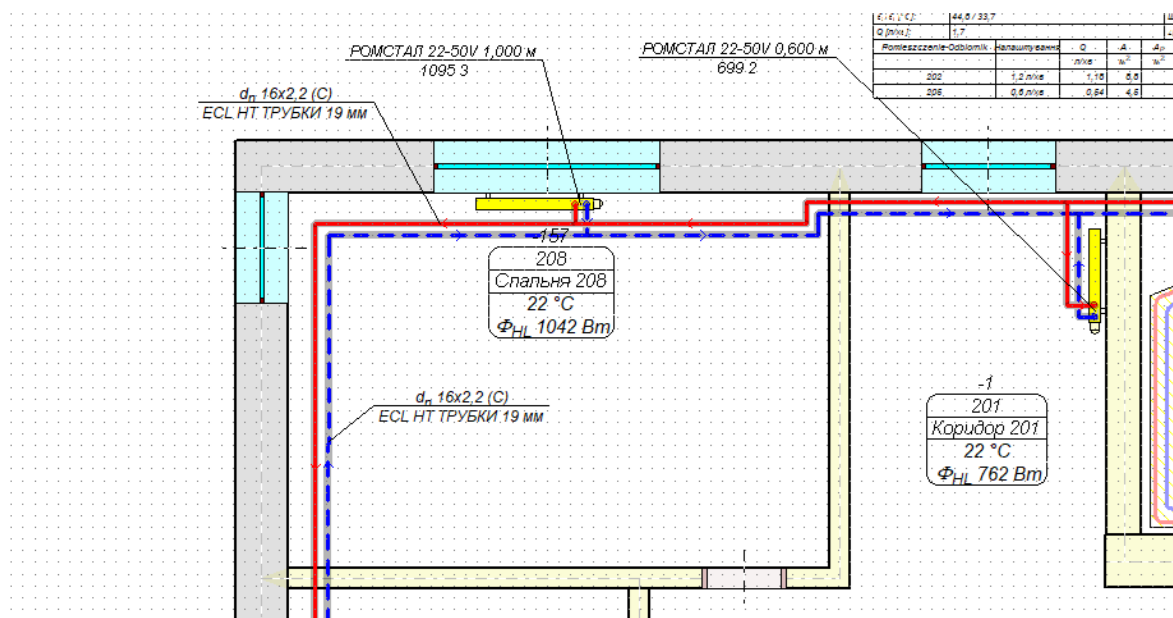


Рисунок 2.9 – Розташування радіаторів в приміщеннях 201, 208.

На рис. 2.9 ми можемо бачити розташування радіаторів, а також підключення до них двотрубною системи опалення. Гідрравлічна програма розрахунку підбирає також попередні налаштування термодіапанів. Також ми можемо бачити розрахункову потужність кожного з опалювальних приладів.

Нижче показаний фрагмент програми розрахунку з результатами підбору радіаторів.

Символ	Розмір	Φ_{pr}	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_p	Φ_p	Φ_r	Φ_r	Φ_{def}	Φ_{def}	θ_s	$\Delta\theta_r$	Q	Q	Q
		%	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	°C	К	м³/год	л/хв	л/с
РОМСТАЛ 22-50V	0,500 м	100	878	0,9	686	0,7	712	0,7	-26	-0,0	79,28	16,21	0,0386	0,6440	0,0107
РОМСТАЛ 22-50V	0,700 м	50	912	0,9	870	0,9	923	0,9	-53	-0,1	78,72	20,25	0,0401	0,6680	0,0111

Рисунок 2.10 – Знімок частини результатів розрахунку програми KAN SET [4].

де Φ_{pr} – проектна частка теплової потужності у відсотках, %

Φ_{HL} – проектна тепловіддача опалювального приладу, Вт

Φ_p – необхідна проектна тепловіддача опалювального приладу після врахування теплонадходжень, Вт

Φ_r – реальна тепловіддача опалювального приладу, що передається до приміщення, Вт

Φ_{def} – дефіцит або надлишок теплової потужності, Вт

Θ_s – реальна температура теплоносія, що передається в опалювальний прилад, °C

$\Delta\Theta_r$ – реальне охолодження теплоносія в опалювальному приладі, K

Q – об'ємна витрата теплоносія, що протікає через опалювальний прилад, л/хв

За результатами розрахунку і підбору радіаторів складено таблицю 2.3 з типом, кількістю і основними параметрами радіаторів.

Таблиця 2.3. Результати підбору радіаторів для приватного будинку

Радіатор	Ширина, мм	Об'єм, л	Маса, кг	Кількість, шт
Ромстал 22-50V	400	2,05	11,2	1
Ромстал 22-50V	500	2,56	14	2
Ромстал 22-50V	600	3,08	16,8	1
Ромстал 22-50V	700	3,59	19,6	2
Ромстал 22-50V	1000	5,13	28	3
Загальна кількість радіаторів, шт				9

Детальні результати розрахунку радіаторів приведені в Додатку Б.

2.2.3 Система автоматизації радіаторного опалення.

Для максимально економічного використання системи опалення, а також для досягнення комфорту користувачів в цьому проекті пропонується використовувати систему автоматики для регулювання температури в кожному окремо взятому приміщенні. В нашому проекті опалення використовується автоматика данської фірми Danfoss.

Система автоматизації радіаторного опалення використовується у приміщеннях другого поверху де є радіаторне опалення, а саме прим. 201, 203, 204, 206, 207, 208. Для приміщень першого поверху де є радіаторне опалення використовуються механічні радіаторні терморегулятори.

Автоматика для системи радіаторного опалення складається з наступних складових частин:

1. Радіаторний терморегулятор Danfoss Ally зображений на рис. 2.10



Рисунок 2.10 – Радіаторний безпроводний терморегулятор Danfoss Ally

Безпроводні терморегулятори встановлюються на радіатори, що попередньо обладнані вентильними вставками (інсертми). Тож кількість терморегуляторів відповідає кількості радіаторів у визначених приміщеннях – 6 шт.

Терморегулятор має вбудований датчик температури повітря. Бажану температуру в приміщенні виставляємо безпосередньо на терморегуляторі.

2. Безпроводний модуль (шлюз) Danfoss Ally, що зображений на рис. 2.11



Рисунок 2.11 – Шлюз Danfoss Ally

Даний модуль необхідний для зв'язку усіх радіаторних терморегуляторів із основним контролером Danfoss Icon (що розглядався у розділі 2.1.5). Він працює за допомогою протоколу Zigbee 3.0. Це дозволяє системі розуміти мову всіх безпроводних розумних пристроїв цього протоколу. Рішення Danfoss Ally має інтерфейс із відкритим API. Це дозволяє поєднати систему з іншими гравцями енергетичної сфери і спрощує поєднання різних систем.

Таким чином ми об'єднали системи автоматизації підлогового та радіаторного

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

опалення. Це дає змогу керувати віддалено з телефону як системою теплої підлоги так і радіаторним опаленням.

Висновки до розділу 2.

У даному розділі було продемонстровано підхід до підбору опалювального обладнання для приватного будинку, який дозволяє забезпечити комфортний мікроклімат в різних приміщеннях, а також економію енергії. Для цього було обрано комбіновану систему опалення, яка включає в себе радіатори та теплу підлогу, а також автоматику для їх регулювання. Підбір радіаторів, теплої підлоги та автоматики було здійснено на основі розрахунку тепловтрат, теплонадходжень та інфільтрації повітря та за допомогою програмного комплексу KAN SET [4].

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ТОПКОВОЇ

3.1 Підбір основного джерела тепlopостачання – твердопаливного котла.

Вибір твердопаливного котла базується на даних по тепловтратах об'єкту проектування. Згідно з розрахунками сумарні тепловтрати будинку становлять $Q_0 = 14,6$ кВт, тож підійде модель з потужністю, яка покриває дані тепловтрати. За погодженням із замовником було обрано піролізний твердопаливний котел тривалого горіння виробництва Romstal Vision модель VG20 на 20кВт [7]. Зовнішній вигляд котла показано на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Котел твердопаливний піролізний Romstal Vision VG20.

Переваги даного котла тривалого горіння:

1. Висока ефективність, ККД – 92%.
2. Автоматичне управління процесом горіння.
3. Захист від закипання завдяки вбудованому теплообміннику.
4. Значно нижчі викиди шкідливих речовин у порівнянні з класичними твердопаливними котлами.
5. Тривале горіння палива. Від одного завантаження котел працює приблизно 5 год на номінальній потужності.

Окрім переваг є й недоліки – це висока вартість відносно звичайних твердопаливних котлів та необхідність у досить сухих дровах із вологістю не вище 30%.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні технічні характеристики котла наведені у таблиці 3.1:

Таблиця 3.1. Технічні характеристики твердопаливного котла Romstal Vision VG 20

Потужність, кВт	20
Вид палива	дрова
Габаритні розміри, ШхГхВ, мм	650x1060x1165
ККД, %	90,1
Робоча температура теплоносія, °C	55 - 85
Робочий тиск, бар	3
Електричне підключення	230В, 50Гц, 66Вт
Маса завантаженого палива, кг	30
Об'єм води в котлі, л	90
Підключення теплоносія, дюйм	1 1/2

Котел обладнаний системою автоматики, яка керує процесом горіння (вентилятором димових газів з частотним регулюванням), а також основним циркуляційним насосом, який надсилає теплоносій у буферну ємність. Зовнішній вигляд панелі керування котлом зображений на рис. 3.2.

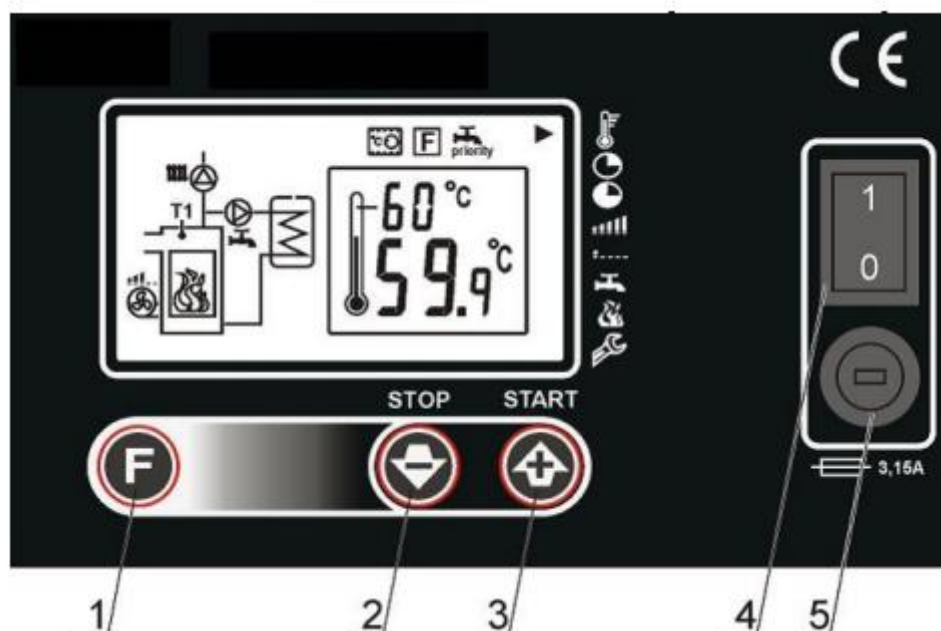


Рисунок 3.2 – Панель керування котлом. 1 – кнопка зміни пунктів меню, 2 - Кнопка STOP (і зменшення значення), 3 – Кнопка СТАРТ (і збільшення значення), 4 - Головний вимикач, 5 - Гніздо запобіжника

Для захисту котла від низькотемпературної корозії (температура зворотньої лінії нижче ніж 55°C) та для швидкого досягнення робочої температури після запуску використовується спеціальний термозмішувальний вузол. Він складається з термостатичного клапана, циркуляційного насоса, автоматичного клапана для самоциркуляції при відсутності електроенергії, грязьового фільтра, шарових кранів та термометрів. Температура відкриття клапана – 57 °C. Зовнішній вигляд представлений на рис. 3.3.

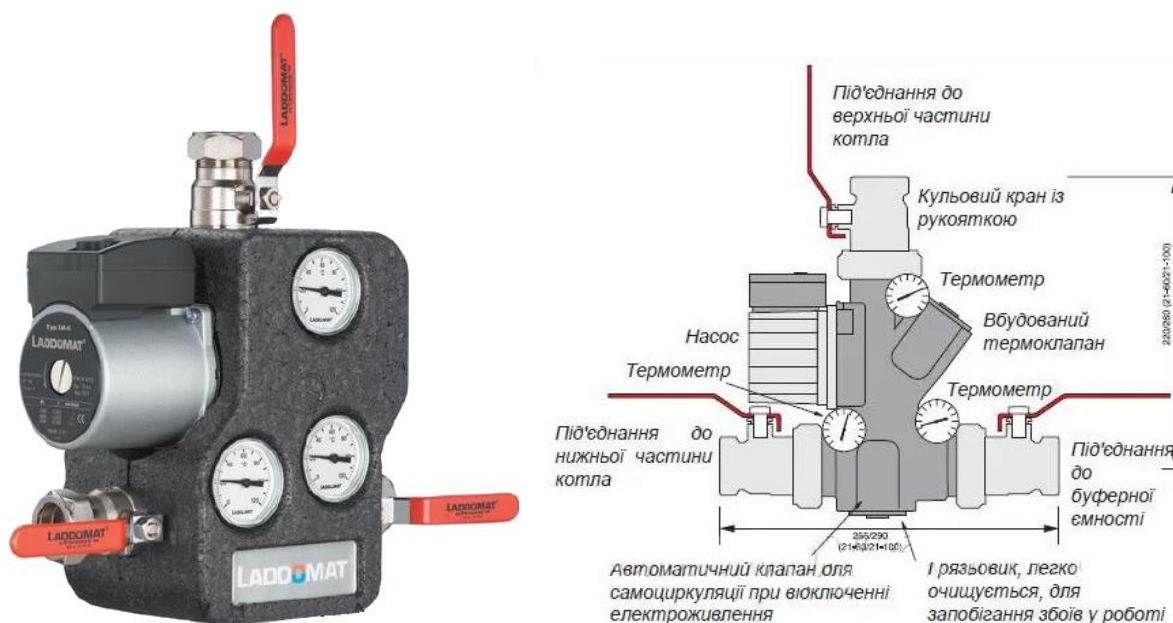


Рисунок 3.3 – Термозмішувальний пристрій Laddomat 21-60

3.2 Підбір резервного джерела тепла – електричного котла

У випадку недоступності палива, ревізії / обслуговування твердопаливного котла, або виходу його з ладу слід передбачити резервне джерело теплопостачання. Для даного проекту резервним джерелом обрано електричний котел виробництва Romstal Habitat модель на 15 кВт. У випадку відсутності основного джерела тепла електрокотел зможе повністю покрити тепловтрати будинку. Даний котел має погодозалежне автоматичне керування. В комплект поставки також входить датчик зовнішньої температури. Електрокотел має 6 ступенів автоматичної модуляції потужності. Регулювання діапазону температур теплоносія складає 20 – 85 °C. У котел вбудований енергоефективний насос із частотним регулюванням. Зовнішній вигляд електричного котла Romstal Habitat 15 кВт [8] представлено на рис. 3.4.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



Рисунок 3.4 – Електричний котел Romstal Habitat 15 кВт

Переваги котла Romstal Habitat 15 кВт:

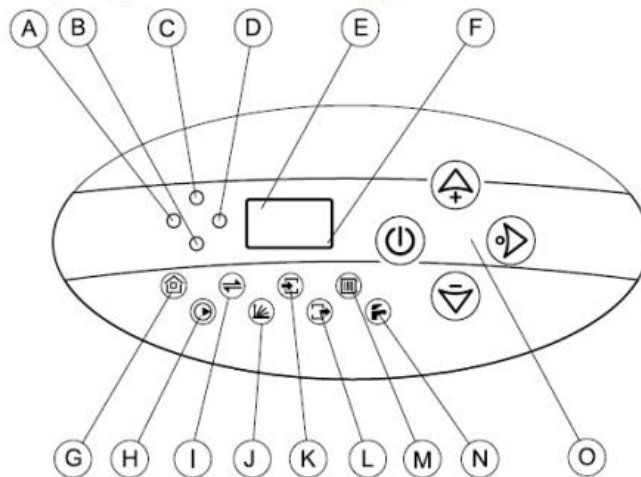
- Погодозалежна автоматика реагує на зміни температури зовнішнього повітря, забезпечуючи найбільш енергоефективну роботу котла.
- Котел може працювати з будь-якою системою центрального опалення і з бойлером ГВП.
- Обладнаний мембранним розширювальним баком ємністю 6 літрів і необхідною захисною арматурою.
- Автоматична модуляція потужності (6 ступенів потужності).
- Регулювання температури теплоносія в опалювальній системі, діапазон від 20°C до 85°C
- Електричний насос з частотним керуванням.
- Датчик зовнішньої температури
- Термічний вимикач вимикає електроживлення у разі виникнення аварійної ситуації. Захищає нагрівальний вузол і електронні елементи котла від виходу з ладу.

Панель керування забезпечує установку і перегляд робочих параметрів котла. Здійснює автоматичний вибір режиму потужності, що суттєво впливає на економію споживання електроенергії. Забезпечує регулювання температури теплоносія у діапазоні від 20 до 85 °C.

На рис 3.5 представлена схема панелі керування з описом функцій

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обслуговування панелі керування



- A - тиск [бар]
- B - протік [л/хв]
- C - потужність [кВт]
- D - температура [°C]
- E - цифровий дисплей
- F – індикатор установки температури теплоносія на бойлер ГВП
- G - індикатор кімнатного регулятора та включення нагріву на опалювальну систему
- H - індикатор протоку та включення насоса
- I - індикатор передачі даних
- J - індикатор погодозалежної автоматики
- K – індикатор висвічування температури на вході в котел
- L – індикатор висвічування температури на виході котла
- M – індикатор роботи котла на опалювальну систему
- N – індикатор роботи котла на бойлер ГВП
- O – кнопки управління

Рисунок 3.5 – Панель керування електрокотлом Romstal Habitat

Таблиця 3.2 Технічні характеристики електрокотла Romstal Habitat

Потужність, кВт	15
Електричне підключення	3ф, 380В
Габаритні розміри, ШхГхВ, мм	418x251x710
Макс. темп. теплоносія, °C	85
Підключення теплоносія, дюйм	3/4
Тип монтажу	настінний
Розширювальний бак, л	6
Клапан безпеки, МПа	0,3

3.3 Підбір буферної ємності системи опалення

Буферна ємність це – пристрій, який допомагає накопичувати та зберігати тепло. Буферні ємності для твердопаливних котлів потрібні для регулювання температурного режиму роботи системи опалення. Встановивши буферну ємність для твердопаливного котла, користувач зможе зробити так, щоб нагріта вода рівномірно і вчасно розходила по всій системі. Буферна ємність для котла дозволить збільшити проміжок між завантаженням дров в котел і суттєво допоможе економити на витраті палива.

Використання буферної ємності для твердопаливного котла дає наступні переваги:

- Суттєво збільшує термін служби котла
- Підвищує ККД і ефективність використання твердопаливного котла за рахунок повного згоряння палива
- Захищає котел від закипання (перегріву)
- За допомогою регулювання перепадів температурного режиму, створює комфорт в приміщенні
- Можливість забезпечення будинку гарячим водопостачанням (через бойлер непрямого нагріву)

Розрахунок об'єму буферної ємності.

Розрахунок даного обладнання полягає у визначенні акумулюючої здатності наявного обсягу води. Ця здатність характеризує теплоємність c , яка дорівнює 4,187 кДж кг/°С. Це значить, що для нагрівання одного кілограма води на 1 градус потрібно підвести кількість тепла еквівалентну 4,187 кДж, або що те ж саме – 1 ккал = 1,163 Вт/год.

З урахуванням ККД обраного твердопаливного котла ($\eta = 92\%$) ми отримуємо реальну потужність $Q_{тк} = 20 \cdot 0,92 = 18,4$ кВт. Згідно паспортних даних на котел тривалість горіння палива на номінальному режимі складає 5 годин. Отже, за одне завантаження палива ми зможемо отримати: $5 \cdot 18,4 = 92$ кВт/год тепла. Частина цього тепла буде споживатись системою (в залежності від зовнішньої температури частка може змінюватись), а частина повинна бути закумульована буферною ємністю.

Для спрощення розрахунку приймемо об'єм води 50л для акумулювання 1 кВт потужності котла. Отже маємо об'єм буферної ємності:

$$V_{БЄ} = 50 \cdot Q_k \quad (3.1)$$

де Q_k – номінальна потужність твердопаливного котла

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{Бс}} = 50 \cdot 18,4 = 920 \text{ л}$$

Згідно інструкції на твердопаливний котел Romstal Vision рекомендований розмір ємності для даної потужності – 1000 л.

Отже, маючи необхідний об'єм буферної ємності підбираємо з каталогу виробника Теплобак (Україна) відповідну модель – ВТА-4-Економ 1000л з ізоляцією. Зовнішній вигляд буферної ємності зображено на рис. 3.5.

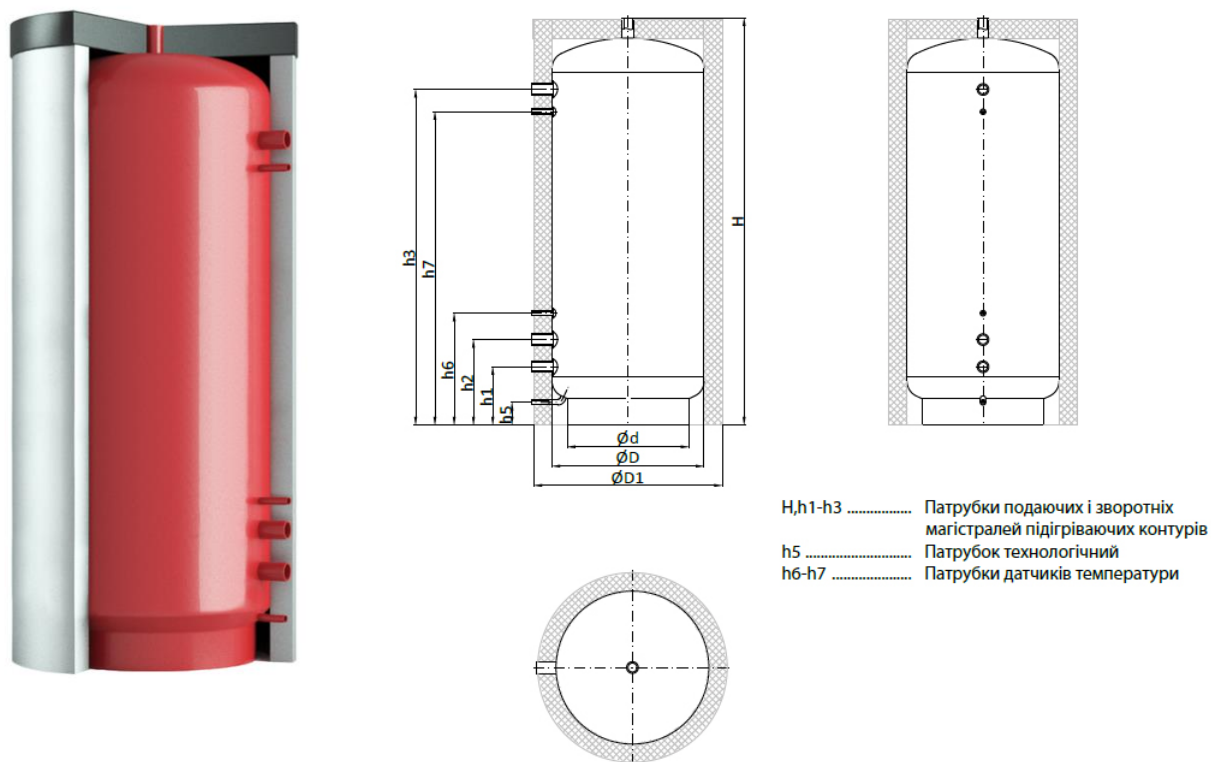


Рисунок 3.6 – Буферна ємність Теплобак ВТА-4-Економ

Таблиця 3.3. Основні технічні характеристики Теплобак ВТА-4-Економ 1000л

Габарити, мм				Приєднувальні розміри, мм					
Н	ØD1	ØD	Ød	h1	h2	h3	h4	h5	h6
2060	1050	850	700	315	449	1682	140	579	1572
1 ½ "									

3.4 Підбір бойлера системи гарячого водопостачання

В системах опалення, де основним джерелом тепла є твердопаливний котел, для приготування гарячої води для господарських потреб використовується бойлер непрямого нагріву з одним теплообмінником.

Переваги використання бойлерів непрямого нагріву:

- Низька собівартість гарячої води, не витрачається електрика та газ, мінімальне навантаження. Особливо зручний в експлуатації у зимовий час.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- З його допомогою знижується навантаження на електромережу, для нагрівання води використовується енергія опалювального котла.

- Можливість нагріти великі об'єми води.

- Відсутній контакт теплоносія з водою, що нагрівається

- За рахунок вбудованого ТЕНу є можливість за потреби переключитись на нагрів від електромережі, якщо основне джерело тепла недоступне.

Розраховуючи необхідний об'єм бойлера потрібно врахувати потреби мешканців будинку у гарячій воді, а саме кількість користувачів, витрату гарячої води і її температуру.

На етапі початкового аналізу необхідно визначити обсяг водоспоживання в різних точках водорозбору під час пікових періодів використання, які припадають на ранок та вечір. Між цими періодами існує достатньо часу для повного нагріву води в бойлері.

Враховуючи, що температура нагріву гарячої води в бойлері становить 65°C, температура теплої води для користувачів складає 40°C, а температура холодної води – 5°C, можна припустити, що середня витрата води в душах становить $V_{\text{сер.душ}} = 12$ л/хв [9]. При середньому часі використання душа в 5 хвилин на одного мешканця будинку, яких усього $n = 4$ особи, об'єм води обчислюється наступним чином:

$$V_{\text{душ}} = V_{\text{сер.душ}} \cdot \tau \cdot n, \quad (3.2)$$

$$V_{\text{душ}} = 12 \cdot 5 \cdot 4 = 240 \text{ л}$$

Для миття посуду приймаємо середнє значення витрати води $V_{\text{сер. нос.}} = 5$ л/хв [9]. Час миття посуду приймаємо $\tau = 5$ хв. Тоді об'єм води складатиме:

$$V_{\text{нос}} = V_{\text{сер. нос.}} \cdot \tau, \quad (3.3)$$

$$V_{\text{нос}} = 5 \cdot 5 = 25 \text{ л.}$$

Отже знайдемо значення загальної кількості теплої води при температурі 40°C:

$$V_{\text{т.в}} = V_{\text{душ}} + V_{\text{нос}}, \quad (3.4)$$

$$V_{\text{т.в.}} = 240 + 25 = 265 \text{ л.}$$

Це значення загальної кількості спожитої води (гаряча + холодна). Гарячої води знадобиться менше. Об'єм гарячої води приготованої в бойлері при температурі 65°C знайдемо згідно формули:

$$V_{\text{Г.В.}} = V_{\text{т.в.}} \cdot \frac{(t_{\text{т.в.}} - t_{\text{х.в.}})}{(t_{\text{Г.В.}} - t_{\text{х.в.}})} \quad (3.5)$$

де $V_{\text{Г.В.}}$ – необхідний об'єм гарячої води в бойлері, л;

$V_{\text{т.в.}}$ – об'єм теплої води, що використовується, л;

$t_{\text{Г.В.}}$ – температура гарячої води, °C

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$t_{г.в.}$ – температура теплої води, °C

$t_{х.в.}$ – температура холодної води, °C

Отже, в пікові години споживання водопостачання необхідна кількість гарячої води згідно формули (3.5) складає:

$$V_{г.в.} = 265 \frac{(40 - 5)}{(65 - 5)} = 154 \text{ л}$$

Додатковим параметром при виборі бойлера є можливість підключення лінії рециркуляції гарячої води. Так як така необхідність є, слід обрати відповідний бойлер.

Маючи значення необхідного об'єму бойлера та можливість підключення лінії рециркуляції замовнику, а також враховуючи необхідний запас було запропоновано встановити бойлер непрямого нагріву об'ємом 200 л компанії Romstal, модель Vision з вбудованим ТЕНом на 3кВт.

Зовнішній вигляд бойлера зображений на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Бойлер непрямого нагріву Romstal Vision на 200л

Основні переваги бойлера цієї моделі:

- Теплообмінник зі збільшеною площею теплообміну та нижнім розташуванням.
- Надзвичайно низькі втрати тепла, оскільки бак має ізоляційний шар із експандованої поліуретанової піни товщиною 75мм.
- Бак з покриттям зі зносостійкої цирконієвої емалі, нанесеної за допомогою технології рідкої емалі.

- Два магнієвих аноди для оптимального антикорозійного захисту.
- Муфта для встановлення додаткового електричного нагрівача.
- Зовнішній терморегулятор – дозволяє встановлювати температуру води, що підігрівається.
- Комбінований металевий запобіжний клапан.

Таблиця 3.4. Технічні характеристики бойлера Romstal Vision 200л

Об'єм, л	200
Тиск, Мпа	0,8
Напруга живлення, В	230
Потужність ТЕНа, кВт	3,0
Площа теплообмінника, м ²	0,9
Потужність теплообмінника при 15-60°C, 15л/хв, 80°C (EN 12897), кВт	15,9
Час нагріву при умовах EN 12897, хв	30
Втрата тиску в ТО, мбар	80
Вага, кг	74
Клас енергоефективності	B

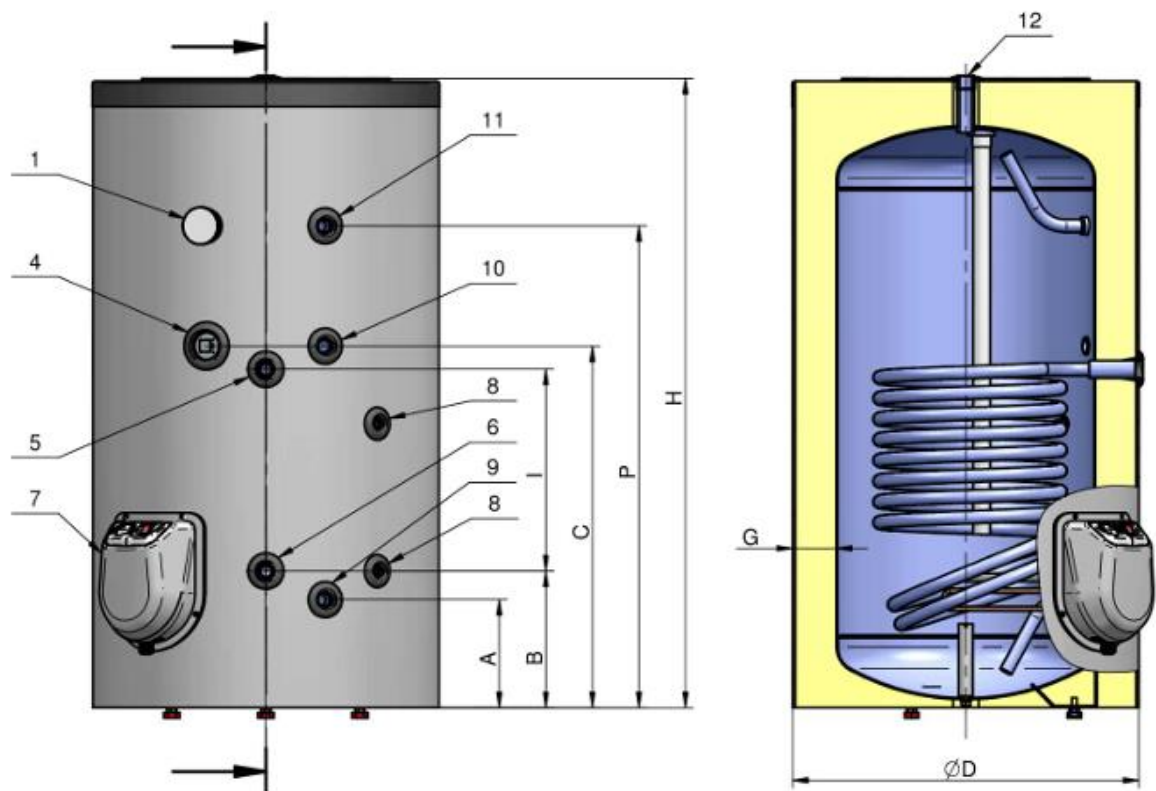


Рисунок 3.8 – Габаритні розміри і підключення бойлера Romstal Vision 200л

Таблиця 3.5. Габаритні розміри та підключення бойлера Romstal Vision 200л

1 – термометр	
4 – Додаткове під'єднання	G1 ½ F
5 – ТО – подача теплоносія	G ¾ F
6 – ТО – зворотка теплоносія	G ¾ F
7 – фланець з ТЕНом	
8 – під'єднання термостата (датчика)	G ½ F
9 – підведення хол. води/злив	G ¾ F
10 – рециркуляція	G ¾ F
11 – подача гар. води	G ¾ F
12 – подача гар. води	G ¾ F
Розмір А, мм	210
Розмір В, мм	260
Розмір С, мм	855
Розмір D, мм	600
Розмір G, мм	75
Розмір H, мм	1430
Розмір I, мм	550
Розмір М, мм	690
Розмір Р, мм	1555

3.5 Підбір розширювальних баків системи опалення та водопостачання

Основне призначення розширювальних баків – компенсувати зміни об'єму теплоносія при нагріванні та охолодженні, а також попереджувати перепади тиску в системі. Розширювальні баки допомагають зберігати оптимальний тиск в системі, захищають труби та обладнання від пошкоджень, зменшують теплові втрати та випаровування води.

Для системи опалення та водопостачання використовуємо розширювальні баки італійського виробника Varem [10].

Для вибору розширювального бака потрібно враховувати такі параметри, як об'єм теплоносія в системі, максимальна температура та тиск теплоносія, коефіцієнт теплового розширення теплоносія. Для закритих систем опалення рекомендується вибирати баки з запасом об'єму на 10-15%.

Для розрахунку розширювального бака для системи опалення розраховується за наступною формулою:

$$V_{\text{бак}} = \frac{V_{\text{сист}} \cdot E}{D} \quad (3.6)$$

Де $V_{\text{сист}}$ – загальний об’єм системи опалення, м³;

E – коефіцієнт розширення рідини, %

D – ефективність розширювального баку.

Згідно з програмою гідравлічного розрахунку системи опалення KAN SET 7.2 загальний об’єм системи опалення складає 139 л (не враховуючи буферну ємність). Об’єм буферної ємності складає 1000л.

Отже сумарний об’єм системи опалення складає:

$$V_{\text{сист}} = 1000 + 139 = 1139 \text{ л.}$$

Коефіцієнт розширення води знайдемо для води температурою 80 °С. Значення $E = 0,03$, або 3%.

Ефективність розширювального баку D знайдемо за формулою:

$$D = \frac{P_{\text{макс}} - P_{\text{стат}}}{P_{\text{макс}} + 1} \quad (3.7)$$

де $P_{\text{макс}}$ – максимальний тиск системи опалення. Для приватних будинків приймаємо $P_{\text{макс}} = 3$ бар;

$P_{\text{стат}}$ – тиск заряджання розширювального баку. Це значення рівне статичному тиску системи опалення. Приймаємо $P_{\text{стат}} = 1,5$ бар.

Згідно формули (3.7) знайдемо значення ефективності розширювального баку:

$$D = \frac{3 - 1,5}{3 + 1} = 0,375$$

Отже, за формулою (3.6) визначимо необхідний об’єм розширювального баку:

$$V_{\text{бак}} = \frac{1139 \cdot 0,03}{0,375} = 91,1 \text{ л}$$

Враховуючи запас у 10 – 15% розрахунковий об’єм розширювального баку складає $91,1 \cdot 1,1 = 100,2$ л.

Враховуючи дані розрахунків обираємо з модельного ряду компанії Varem розширювальний бак серії Maxivarem LR ємністю 100 л.

Зовнішній вигляд розширювального баку зображено на рис. 3.9.

Технічні характеристики представлені в таблиці 3.6.



Рисунок 3.9 – Розширювальний бак Varem Maxivarem LR 100 л

Таблиця 3.6 Технічні характеристики Varem Maxivarem LR 100 л

Об'єм, л	100
Максимальний тиск, бар	6
Під'єднання, дюйм	1"
Розміри, мм х мм	450х730
Макс. температура, °C	99
Робочий тиск, бар	1,5

Об'єм розширювального бака для системи ГВП розрахуємо за наступною формулою:

$$V_6 = \frac{V_0 \cdot (e - e_0)}{1 - \frac{P_i}{P_F}} \quad (3.8)$$

де V_0 - загальний об'єм води в системі ГВП;

$e - e_0$ - різниця між початковим і кінцевим коефіцієнтами розширення води в залежності від температури;

P_i - значення абсолютного початкового тиску води в розширювальному баку (з урахуванням статичного тиску води в точці установки бака). Абсолютний початковий тиск води дорівнює сумі гідростатичного тиску води в холодній системі (атмосферного тиску (1бар) і статичного тиску)

P_F - значення абсолютного максимального робочого значення тиску в баку. Являє собою максимальний тиск в розширювальному баку плюс 1 бар.

Коефіцієнт розширення води знайдемо для води температурою 65 °С (максимальна температура в контурі ГВП). Значення $\epsilon = 0,0198$.

Коефіцієнт розширення води для води температурою 10 °С (температура холодної води в контурі ГВП). Значення $\epsilon_0 = 0,00025$.

Приймаємо $V_0 = 200$ л, $P_i = 3$ бар, $P_F = 8$ бар.

Об'єм розширювального баку системи ГВП згідно формули (3.8):

$$V_6 = \frac{200 \cdot (0,0198 - 0,00025)}{1 - \frac{3}{8}} = 6,256 \text{ л}$$

Враховуючи знайдений необхідний об'єм розширювального баку обираємо модель виробника Varem серії Intervarem LS об'ємом 8 л.

Зовнішній вигляд розширювального баку зображено на рис. 3.10.



Рисунок 3.10 – Розширювальний бак Varem Intervarem LS 8 л

Таблиця 3.7 Технічні характеристики Varem Intervarem LS 8 л

Об'єм, л	8
Максимальний тиск, бар	8
Під'єднання, дюйм	1"
Розміри, мм х мм	200х348
Макс. температура, °С	99°С
Тиск попереднього заряду, бар	2

3.6 Підбір циркуляційних насосів опалення та гарячого водопостачання

Для підбору насосів для даного об'єкту було обрано італійського виробника насосного обладнання DAB Pumps. Для підбору циркуляційних насосів скористаємось програмою виробника [1].

3.6.1 Підбір циркуляційного насосу підлогового опалення (системи «тепла підлога»)

Згідно з даними програми розрахунку KAN SET 7.2 необхідні дані для підбору насосу системи «тепла підлога» є наступними:

- витрата теплоносія $G = 0,56 \text{ м}^3/\text{год}$;
- напір $H = 1,06 \text{ м}$.

М	Q	Q	Q	Δр	Δр	Н	$k_{v, inst.}$	θ_w	ρ	Δр _{H₂O}	Δр _{H₂O}	Н _{H₂O}
kg/c	л/с	л/хв	м3/год	Па	бар	м	м3/год	°C	кг/м ³	Па	бар	м
0,154	0,156	9,4	0,56	10318	0,103	1,06	1,7	45,0	990	10318	0,1032	1,06

Рисунок 3.11 – Знімок результатів розрахунку насосу з програми KAN SET

За допомогою програми розрахунку DAB pumps selector [12] підібрано насос DAB Evosta 40-70/180 з частотним регулюванням і мокрим ротором.

Дана модель насоса обладнана пробкою для спуску повітря та дозволяє в ручному режимі розблокувати вал двигуна. Всмоктуючий і напірний патрубки з різьбою. Робоче колесо з технополімера. Корпус насоса - чавун з катафорезним покриттям, корпус двигуна - нержавіюча сталь. Вся електроніка водостійка з рівнем захисту IPX5.

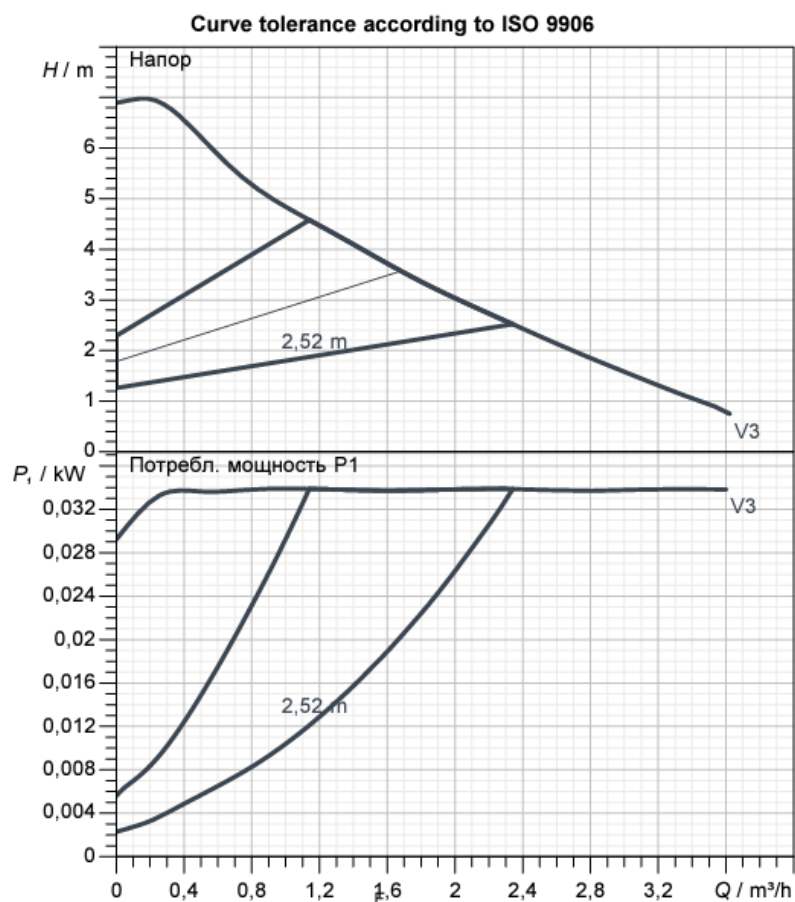


Рисунок 3.12 – Графіки продуктивності та споживаної потужності DAB Evosta 40-70/180

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Таблиця 3.8 Технічні характеристики насоса DAB Evosta 40-70/180

Діаметр під'єднання, дюйм	1"
Мін/макс температура рідини, °C	-10/110
Макс. продуктивність, м ³ /год	3,4
Макс. напір, м	7,0
Матеріал корпусу	чавун
Монтажна довжина, мм	180
Потужність, Вт	35
Напруга мережі, В	230

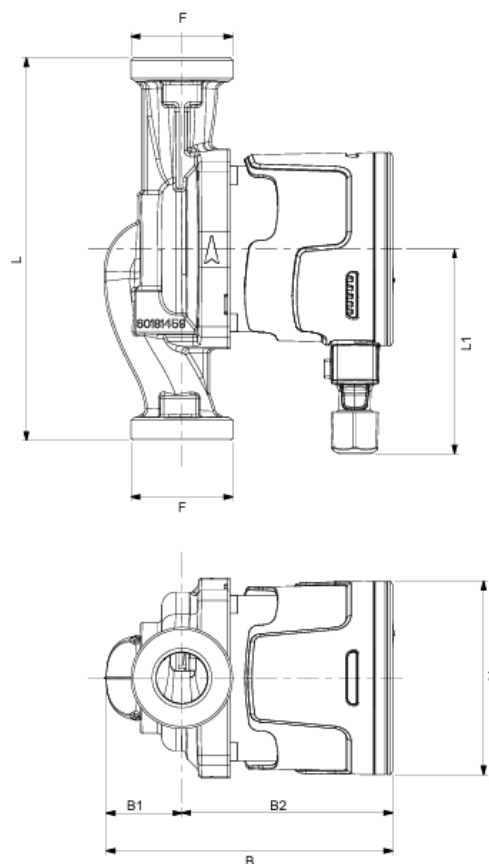


Рисунок 3.13 – Зовнішній вигляд і креслення насоса DAB Evosta 40-70/180

Для зручності монтажу системи опалення насос підлогового опалення монтується у спеціальну змішувальну насосну групу, після якої теплоносій для «теплої підлоги» подається з температурою не вище 45°C. В даному проекті використовуємо насосні групи виробництва німецької компанії Meibes моделі D-МК 1". До складу насосної групи входить термостатичний клапан, який регулюється сервоприводом, керування яким буде розглянуте в окремому розділі.

3.6.2 Підбір циркуляційного насосу радіаторного опалення

Згідно з даними програми розрахунку KAN SET 7.2 необхідні дані для радіаторного опалення є наступними:

- витрата теплоносія $G = 0,31$ м³/год;
- напір $H = 0,41$ м.

На рис. 3.14 представлені результати розрахунку з програми KAN SET

M	Q	Q	Q	Δp	Δp	H	k _{v, inst.}	θ _w	ρ	Δp _{H₂O}	Δp _{H₂O}	H _{H₂O}
kg/c	л/с	л/хв	м ³ /год	Па	бар	м	м ³ /год	°C	кг/м ³	Па	бар	м
0,085	0,087	5,2	0,31	3865	0,039	0,41	1,6	79,9	972	3865	0,0387	0,41

Рисунок 3.14 – Знімок результатів розрахунку насосу з програми KAN SET

За допомогою програми розрахунку DAB pumps selector підібрано насос DAB Evosta 40-70/180 з частотним регулюванням і мокрим ротором. Так як згідно програми розрахунку ми підібрали такий самий насос як і для контуру підлогового опалення, характеристики даного насосу будуть представлені в попередньому розділі 3.6.1 і не будуть дублюватись тут.

3.6.3 Підбір циркуляційного насосу приготування гарячої води

Циркуляційний насос приготування гарячої води подає теплоносії у теплообмінник бойлера ГВП. Його підбір залежить від потужності зміювика (теплообмінника) встановленого в бойлері непрямого нагріву, а також від втрати тиску на теплообміннику, трубопроводі та запірній арматурі. Згідно таблиці 3.4 потужність теплообмінника становить 15,9 кВт (при 15 л/хв), а втрата тиску – 80 мбар. Прийmemo втрати тиску на трубопроводі та запірній арматурі в 100 мбар.

Отже маємо наступні дані для підбору циркуляційного насосу контуру бойлера:

- витрата теплоносія $G = 0,9$ м³/год;
- напір $H = 1,83$ м.

За допомогою програми розрахунку DAB pumps selector підібрано насос DAB Evosta 40-70/180 з частотним регулюванням і мокрим ротором. Так як згідно програми розрахунку ми підібрали такий самий насос як і для попередніх двох контурів, характеристики даного насосу будуть представлені в розділі 3.6.1 і не будуть дублюватись тут.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

3.6.4 Підбір насосу рециркуляції гарячої води

Насос рециркуляції гарячої води (ГВП) використовується для оптимізації роботи системи гарячого водопостачання. Основна його функція - підтримання постійної температури гарячої води в системі та скорочення часу очікування на отримання гарячої води в крані.

Основні переваги використання насоса рециркуляції ГВП:

- Економія води: Зазвичай люди витрачають деякий час, чекаючи, доки гаряча вода дійде до крану. Насос рециркуляції дозволяє циркулювати гарячу воду по системі, забезпечуючи її негайне надходження до кранів, тим самим зменшуючи витрати води.
- Енергозбереження: Зменшення часу очікування на гарячу воду означає менше енергії, яку потрібно витрачати для підігрівання води. Насос рециркуляції з частотним регулюванням дозволяє підтримувати оптимальну температуру гарячої води, зменшуючи таким чином енерговитрати.
- Зручність і комфорт: Забезпечення миття гарячою водою без очікування покращує зручність і комфорт користувачів.
- Зменшення витрат гарячої води: Насос рециркуляції може також допомагати зменшити витрати гарячої води, оскільки вода не витрачається відразу в процесі очікування на гарячу воду.

Для системи рециркуляції ГВП було обрано насос компанії DAB модель EVOSTA2 11/85 SAN ½"



Рисунок 3.15 – Насос рециркуляції ГВП DAB EVOSTA2 11/85

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.9 Технічні характеристики DAB EVOSTA 11/85

Діаметр під'єднання, дюйм	1/2"
Мін/макс температура рідини, °C	2 ... 75
Макс. продуктивність, м ³ /год	0,6
Макс. напір, м	1,1
Матеріал корпусу	латунь
Монтажна довжина, мм	85
Робочий тиск, бар	10
Потужність, Вт	7
Напруга мережі, В	230

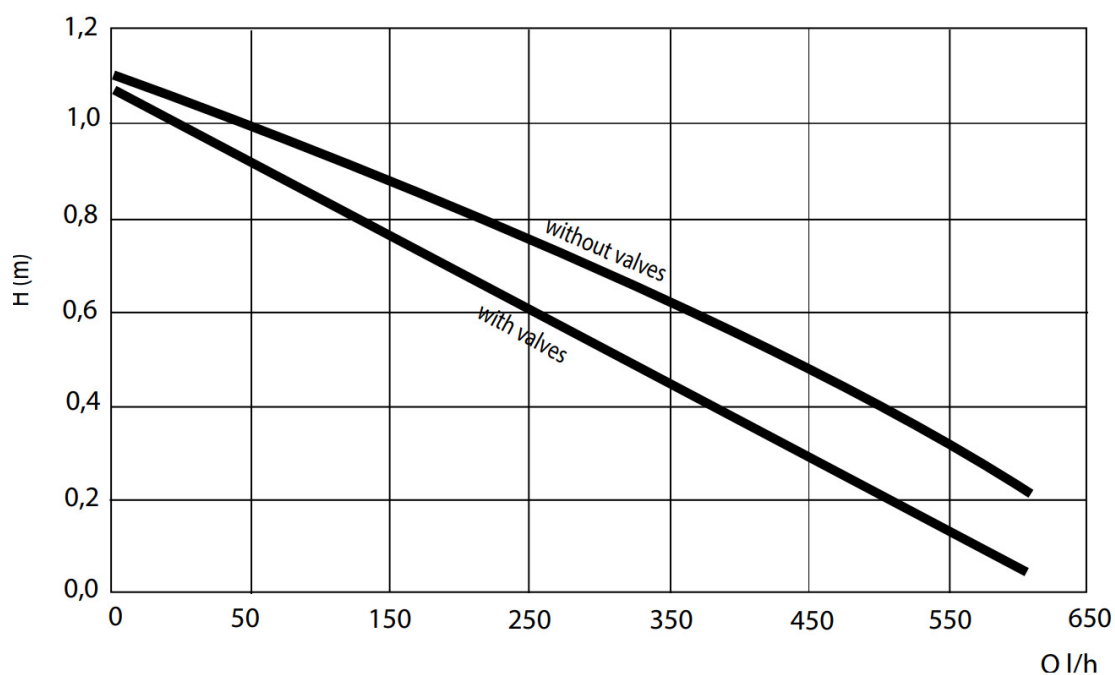


Рисунок 3.16 – Графік продуктивності насоса DAB EVOSTA 11/85

3.7 Вибір гідравлічної стрілки, колектора, насосних груп

В обраній системі опалення з основним джерелом тепла – твердопаливним котлом та резервним джерелом – електричним котлом оптимальною є буферно-байпасна схема топкової. Сенс її полягає в тому, що в ній використовується як гідрострілка, так і буферна ємність.

Гідрострілку підбираємо згідно показників потужності джерел тепла. Потужність твердопаливного котла – 18,4 кВт, потужність електродкотла – 15 кВт. З каталогу виробника Meibes обираємо модель МНК 25 представлену на рис. 3.15.



Рисунок 3.17 – Гідрострілка Meibes MNK 25

Таблиця 3.10 Технічні характеристики гідрострілки Meibes MNK 25

Діаметр під'єднання, дюйм	1 1/2"
Макс. температура, °C	110
Макс. продуктивність, м³/год	2
Макс. робочий тиск, бар	6
Макс. Потужність (при $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$), кВт	46

Основні функції гідрострілки:

- розділення контуру джерела тепла і контуру опалення (точка нульового спротиву)
- видалення повітря (сепаратор повітря)
- видалення бруду (сепаратор бруду)

Розподільчий колектор обирається на 3 контури: контур підлогового опалення, контур радіаторного опалення та контур завантаження бойлера ГВП. Також, як і у випадку гідрострілки колектор обирається відповідно до потужності системи. Оберемо відповідний колектор з модельного ряду компанії Meibes.



Рисунок 3.18 – Розподільчий колектор Meibes на 3 контури

Таблиця 3.11 Технічні характеристики колектора Meibes

Діаметр під'єднання, дюйм	1 1/2"
Макс. температура, °C	110
Макс. продуктивність, м³/год	3
Макс. робочий тиск, бар	6
Макс. Потужність (при $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$), кВт	85
Матеріал корпусу	Вуглецева сталь
Наявність перепуску	ні

Підберемо насосні групи для систем опалення та ГВП.

Для контуру підлогового і радіаторного опалення обираємо насосні групи зі змішувальними клапанами. Всього 2шт. Вони застосовуються в регульованих контурах опалення, наприклад контур теплої підлоги, контур радіаторів і т. д. Регулювання в насосній групі здійснюється за рахунок підмішування холодного теплоносія із зворотної лінії в подаючу лінію контуру, таким чином підтримується задана температура теплоносія в системі. Змішувальні насосні групи обираємо компанії Meibes DN 25. З заводу вони поставляються без насоса та сервопривода (підбираються окремо). В комплекті з насосними групами йдуть: кульові грани в подаючій та зворотній лініях, вбудований зворотний клапан, змішувальний триходовий клапан, блочна негорюча термоізоляція та термометри подаючої та зворотної лінії, комплект кріплення групи до стіни.



Рисунок 3.19 – Змішувальна насосна група Meibes D-MK

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Таблиця 3.12 Технічні характеристики змішувальної насосної групи Meibes D-MK

Діаметр верхнього під'єднання, дюйм	1"
Діаметр нижнього під'єднання, дюйм	1 1/2"
Макс. температура, °C	110
Макс. робочий тиск, бар	6
Макс. Потужність (при $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$), кВт	48

Для контура бойлера ГВП обираємо пряму насосну групу компанії Meibes типорозміру DN25. Дана насосна група призначена для перекачування теплоносія без зміни температури, напряду до споживача. Основна відмінність від насосних груп описаних вище – відсутність змішувального клапану та перепуску. Вся інша комплектація технічні характеристики ідентичні.

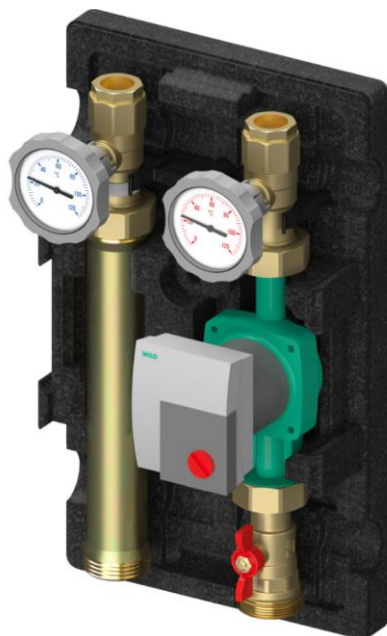


Рисунок 3.20 – Пряма насосна група Meibes D-UK

Висновки до розділу 3.

В даному розділі підібрано обладнання топкової, а саме твердопаливний піролізний котел, резервне джерело теплопостачання – електричний котел, буферна ємність для акумуляції тепла, бойлер непрямого нагріву з одним теплообмінником, насосні групи з циркуляційними насосами, гідравлічна стрілка та колектор. Обладнання підібрано відповідно до потужностей системи.

4 РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВІДІВ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

4.1 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення

Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення проводиться на основі даних про масову витрату теплоносія та перепаду тисків.

Загальна масова витрата теплоносія в системі опалення розраховується на основі рівняння теплового балансу:

$$m = \frac{Q}{c_p \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{звор}})}, \quad (4.1)$$

де Q – потужність системи опалення (джерела тепла), кВт;

c_p – питома теплоємність теплоносія. Приймаємо для води: $c_p = 4,187$ кДж/(кг·К).

Знайдемо масову витрату теплоносія в системі опалення згідно формули (4.1):

$$m = \frac{18,4}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 0,219 \text{ кг/с}$$

Згідно ДБН В.2.5-67: 2013 гранична швидкість теплоносія-води в трубопроводах системи опалення знаходиться в діапазоні 0,25 – 1,5 м/с. Приймаємо швидкість води для топкової $\omega = 0,7$ м/с.

Середня температура теплоносія (ділянка до розподільчого колектора):

$$t_{\text{сер}} = \frac{85 + 65}{2} = 75^\circ\text{C}$$

З таблиці теплофізичних властивостей води на лінії насичення визначаємо для середньої температури 75°C : $\rho = 974,8$ кг/м³; $\nu = 0,390 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Знайдемо внутрішній діаметр трубопроводу на ділянці від твердопаливного котла до буферної ємності, а також на ділянці від буферної ємності до розподільчого колектора. Використаємо рівняння нерозривності (4.2):

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot m}{\rho \cdot \omega \cdot \pi}}, \quad (4.2)$$
$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,219}{974,8 \cdot 0,7 \cdot 3,14}} = \sqrt{\frac{0,876}{2142,6}} = 0,0202 \text{ м}$$

Для ділянки від твердопаливного котла до буферної ємності використовуємо сталі труби. Необхідність використання саме сталей труб обумовлена їх стійкістю до високих температур та тиску на відміну від полімерних або поліетиленових труб. Для даних цілей обираємо сталеву трубу виробника KAN системи Steel діаметром 35x1,5мм.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На ділянці від буферної ємності до колектора використовуємо труби зі зшитого поліетилену компанії Rehau Rautitan діаметром 32x4,4мм.

Уточнюємо швидкість води за рівнянням нерозривності (4.3):

$$\omega = \frac{4 \cdot m}{\rho \cdot \pi \cdot d_{\text{вн}}^2} \quad (4.3)$$

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,219}{974,8 \cdot 3,14 \cdot 0,0202^2} = 0,7 \text{ м/с}$$

Знайдемо внутрішній діаметр трубопроводу на ділянці від електричного котла до буферної ємності. Спочатку знайдемо масову витрату тепла для електрокотла згідно формули (4.1):

$$m_1 = \frac{15}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 0,179 \text{ кг/с}$$

Згідно (4.2) знаходимо діаметр трубопроводу:

$$d_{\text{вн1}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,179}{974,8 \cdot 0,7 \cdot 3,14}} = \sqrt{\frac{0,716}{2142,6}} = 0,0182 \text{ м}$$

Згідно даних внутрішнього діаметру для цієї ділянки обираємо труби зі зшитого поліетилену компанії Rehau Rautitan діаметром 25x3,5мм.

Після буферної ємності та гідрострілки (буферно-байпасна схема) теплоносій поступає до колектора в приміщенні топкової. Далі теплоносій за допомогою циркуляційних насосів направляється до трьох контурів.

Перший контур – контур підлогового опалення. В ньому теплоносій поступає до колекторів теплої підлоги, які розташовуються згідно плану на першому і другому поверхах. Загальне теплове навантаження цієї ділянки згідно даних програми KAN SET: $Q = 6,4 \text{ кВт}$, температурний режим для теплої підлоги після змішувального вузла: $t_{\text{под}} = 45^\circ\text{C}$, $t_{\text{звор}} = 35^\circ\text{C}$.

Знайдемо масову витрату теплоносія на першому контурі згідно формули (4.1):

$$m_1 = \frac{6,4}{4,187 \cdot (45 - 35)} = 0,153 \text{ кг/с}$$

Приймаємо швидкість теплоносія $\omega = 0,7 \text{ м/с}$.

Середня температура теплоносія (контур теплої підлоги):

$$t_{\text{сер1}} = \frac{45 + 35}{2} = 40^\circ\text{C}$$

З таблиці теплофізичних властивостей води на лінії насичення визначаємо для середньої температури 40°C : $\rho = 992,2 \text{ кг/м}^3$; $\nu = 0,659 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Знайдемо внутрішній діаметр трубопроводу від насосної групи теплої підлоги

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в топковій до трійника згідно (4.2).

$$d_{\text{вн}1.1} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,153}{992,2 \cdot 0,7 \cdot 3,14}} = \sqrt{\frac{0,612}{2180,9}} = 0,0167 \text{ м}$$

Згідно даних внутрішнього діаметру для цієї ділянки обираємо труби зі зшитого поліетилену компанії Rehau Rautitan діаметром 25х3,5мм.

Уточнюємо швидкість води за рівнянням нерозривності (4.3):

$$\omega_1 = \frac{4 \cdot 0,153}{992,2 \cdot 3,14 \cdot 0,0167^2} = 0,7 \text{ м/с}$$

Для ділянок від трійника до колекторів «теплої підлоги» 1-го і 2-го поверхів результати розрахунків представлені в таблиці 4.1. Ділянка від трійника до колектора першого поверху – 1.2, ділянка до колектора другого поверху – 1.3.

Таблиця 4.1.

	$Q, \text{ кВт}$	$m, \text{ кг/с}$	$d_{\text{вн}}, \text{ мм}$
Трубопровід 1.2	5,25	0,125	15,1
Трубопровід 1.3	1,20	0,029	7,2

Згідно даних таблиці 4.1 підберемо труби труби зі зшитого поліетилену компанії Rehau Rautitan діаметром 25х3,5мм для ділянки 1.2 та діаметром 20х2,8мм для ділянки 1.3.

Другий контур – контур радіаторного опалення. В ньому теплоносій поступає до сталевих радіаторів першого та другого поверху. Спосіб розведення – трійниковий. Загальне теплове навантаження цієї ділянки згідно даних програми KAN SET: $Q = 7,1 \text{ кВт}$, температурний режим для радіаторів: $t_{\text{под}} = 85^\circ\text{C}$, $t_{\text{звор}} = 65^\circ\text{C}$.

Знайдемо масову витрату теплоносія на другому контурі згідно формули (4.1):

$$m_2 = \frac{7,1}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 0,085 \text{ кг/с}$$

Приймаємо швидкість теплоносія $\omega = 0,5 \text{ м/с}$.

Середня температура теплоносія (контур теплої підлоги):

$$t_{\text{сеп2}} = \frac{85 + 65}{2} = 75^\circ\text{C}$$

З таблиці теплофізичних властивостей води на лінії насичення визначаємо для середньої температури 75°C : $\rho = 974,8 \text{ кг/м}^3$; $\nu = 0,390 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Знайдемо внутрішній діаметр трубопроводу від насосної групи радіаторного опалення до першого трійника згідно (4.2).

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,085}{974,8 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,015 \text{ м}$$

Згідно даних внутрішнього діаметру для цієї ділянки обираємо труби зі зшитого поліетилену компанії Rehau Rautitan діаметром 25х3,5мм.

Уточнюємо швидкість води за рівнянням нерозривності (4.3):

$$\omega_2 = \frac{4 \cdot 0,085}{974,8 \cdot 3,14 \cdot 0,015^2} = 0,493 \text{ м/с}$$

Для ділянок від трійника лінія радіаторного опалення розходить на перший і другий поверх. На першому поверсі після першого трійника приймаємо ділянки: 2.1, 2.2, 2.3. На другому поверсі приймаємо ділянки: 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10. Результати розрахунків представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

	$Q, \text{ кВт}$	$m, \text{ кг/с}$	$d_{\text{вн}}, \text{ мм}$
Трубопровід 2.1	2,70	0,032	9,1
Трубопровід 2.2	1,80	0,022	7,5
Трубопровід 2.3	0,91	0,011	5,4
Трубопровід 2.4	4,41	0,053	11,8
Трубопровід 2.5	2,29	0,027	8,4
Трубопровід 2.6	1,68	0,020	7,2
Трубопровід 2.7	1,06	0,013	5,8
Трубопровід 2.8	2,12	0,025	8,1
Трубопровід 2.9	1,36	0,016	6,5
Трубопровід 2.10	0,32	0,004	3,2

Згідно даних таблиці 4.2 підберемо труби зі зшитого поліетилену компанії Rehau серії Rautitan. Для ділянок 2.1 ... 2.3 та 2.5 ... 2.10 обираємо трубу діаметром 16х2,2мм. Для ділянки 2.4 обираємо трубу 20х2,8мм.

Методика розрахунку гідравлічного опору трубопроводів.

Сумарний гідравлічний опір знаходимо за формулою:

$$\Sigma \Delta p = \Delta p_{\text{лін}} + \Delta p_{\text{міс}} \quad (4.4)$$

де $\Delta p_{\text{лін}}$ – лінійні гідравлічні втрати тиску, Па

$\Delta p_{\text{міс}}$ – місцеві гідравлічні втрати тиску, Па

Лінійні гідравлічні втрати тиску визначаються згідно формули:

$$\Delta p_{\text{лін}} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad (4.5)$$

де λ – коефіцієнт лінійних втрат тиску

l – довжина ділянки трубопроводу, м

d – внутрішній діаметр трубопроводу, м

ρ – густина води, кг/м³

w – швидкість потоку, м/с

Для визначення режиму течії теплоносія знаходимо число Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad (4.5)$$

Якщо течія рідини ламінарна ($\text{Re} < 2320$) то коефіцієнт гідравлічного опору λ визначається за формулою Паузеля:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} \quad (4.6)$$

Якщо течія рідини турбулентна ($\text{Re} > 2320$) то коефіцієнт гідравлічного опору λ визначається за формулою Альштуля:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{k_e}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \quad (4.7)$$

де k_e - еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні труби, мм

Місцеві гідравлічні втрати тиску знаходяться за формулою:

$$\Delta p_{\text{міс}} = \Sigma \xi \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad (4.8)$$

Де ξ – коефіцієнти місцевих втрат тиску.

В таблиці 4.3 представлені результати розрахунку гідравлічних опорів трубопроводів системи опалення за допомогою програми KAN SET 7.2.

Таблиця 4.3

	$\Delta p_{\text{лін}}, \text{Па}$	$\Delta p_{\text{міс}}, \text{Па}$	$\Sigma \Delta p, \text{Па}$
Трубопровід 1.1	398	574	972
Трубопровід 1.2	4199	1330	5529
Трубопровід 1.3	640	312	952
Трубопровід 2	21	0	21
Трубопровід 2.1	842	151	993
Трубопровід 2.2	527	23	550
Трубопровід 2.3	76	7	83

Таблиця 4.3 (продовження)

	$\Delta p_{\text{лін}}, \text{Па}$	$\Delta p_{\text{міс}}, \text{Па}$	$\Sigma \Delta p, \text{Па}$
Трубопровід 2.4	1649	268	1917
Трубопровід 2.5	570	260	830
Трубопровід 2.6	754	31	785
Трубопровід 2.7	319	12	331
Трубопровід 2.8	1142	242	1384
Трубопровід 2.9	357	25	382
Трубопровід 2.10	52	0	53

Сумарні гідравлічні втрати (включаючи підводки до радіаторів складають):

- Для першої ділянки (контур підлогового опалення): $\Sigma \Delta p_1 = 7453 \text{Па}$.
- Для другої ділянки (контур радіаторного опалення): $\Sigma \Delta p_2 = 7329 \text{Па}$.

4.2 Підбір арматури трубопроводів

Для функціонування системи опалення та приготування гарячої води у теплову схему слід додати наступну арматуру:

- триходовий поворотний клапан Danfoss HRE 3 PN6 25/10 Rp1 для перемикання джерел тепlopостачання (електрокотел / твердопаливний котел) – 1 шт.



Рисунок 4.1 – Триходовий клапан Danfoss HRE 3

Таблиця 4.4 Технічні характеристики триходового клапана Danfoss HRE 3 PN6 25/10 Rp1

Розмір під'єднання	Rp 1
Робочий крутний момент, Н·м	5
Номінальний тиск, бар	6
Значення kV, м³/год	10
Робоча температура (макс/мін), °C	2 / 110

- група безпеки твердопаливного котла Caleffi 1" – 2 шт. В комплект входить автоматичний повітроспускник, манометр та запобіжний клапан.



Рисунок 4.2 – Група безпеки котла Caleffi 1"

Таблиця 4.5 Технічні характеристики групи безпеки котла Caleffi 1"

Розмір під'єднання, дюйм	1"
Тиск спрацювання, бар	3
Матеріал корпусу	латунь
Максимальна температура, °C	110

- Зворотний клапан пружинний Bianchi 3/4" – 1 шт. Встановлюється на подавальних трубопроводах системи опалення та ГВП для запобігання зворотного руху теплоносія.



Рисунок 4.3 – Зворотній клапан пружинний Bianchi

- Зворотний клапан пружинний Bianchi 1/2" – 2 шт.
- Зворотний клапан пружинний Bianchi 1 1/4" – 1шт.
- Кран кульовий муфтовий Bianchi 1/2" – 4 шт.

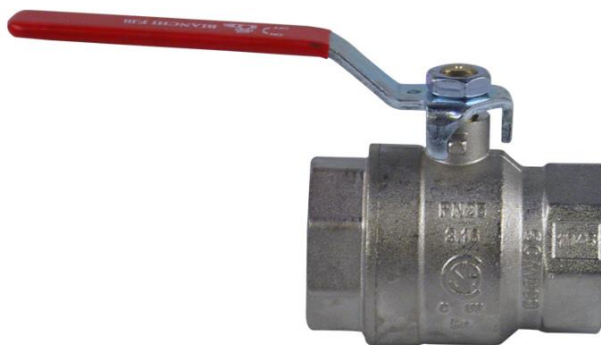


Рисунок 4.4 – Кран кульовий муфтовий Bianchi

- Кран кульовий муфтовий Bianchi 3/4" – 9 шт.
- Кран кульовий муфтовий Bianchi 1" – 4 шт.
- Кран кульовий муфтовий Bianchi 1 1/4" – 4 шт.
- фільтр грубого очищення Bianchi 1/2" – 2 шт. Слугує для видалення з теплоносія механічних часток.



Рисунок 4.5 – Фільтр грубого очищення Bianchi

- фільтр грубого очищення Bianchi 3/4" – 1 шт.
- кран кульовий для зливу Bianchi 1/2" – 1 шт. Використовується для зливу теплоносія із системи.



Рисунок 4.6 – Кран кульовий для зливу Bianchi

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

- фільтр проти накипу GEL Anticalcare з 8 резервами. Слугує для видалення вапняних відкладень з води – 1 шт.

- колектор теплої підлоги Danfoss FHF 1" на 2 контури 3/4" з витратомірами – 1 шт. Додатково на колектори теплої підлоги montуються повітроспускники та кульові крани з термометрами.

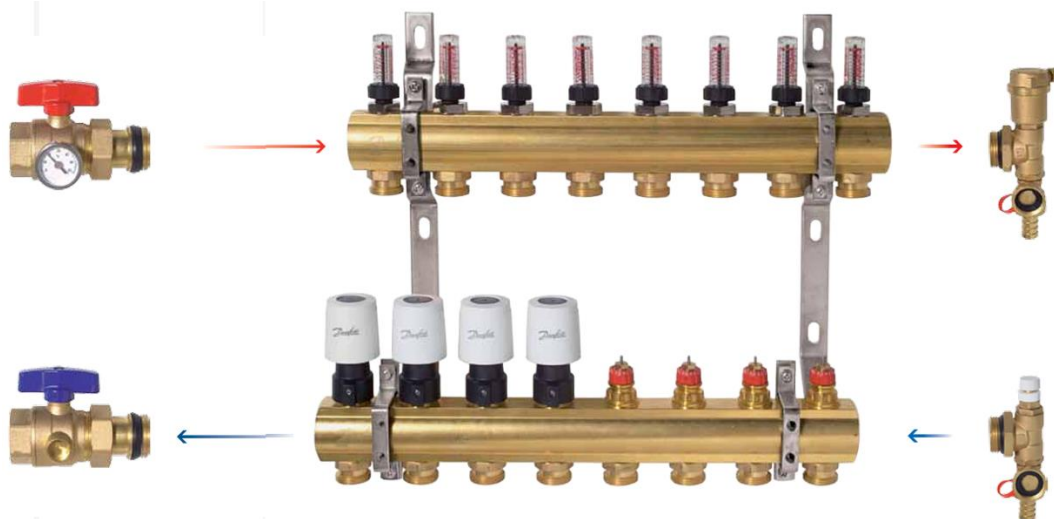


Рисунок 4.7 – Колектор теплої підлоги Danfoss FHF

- колектор теплої підлоги Danfoss FHF 1" на 8 контурів 3/4" з витратомірами – 1 шт.

5 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОПКОВОЇ

5.1 Автоматизація роботи твердопаливного котла.

Твердопаливний котел Romstal Vision має свою власну систему автоматики. В нашому випадку автоматика котла керує насосом завантаження буферної ємності, вентилятором димових газів та системою нагріву бойлера ГВП.

Після запуску котла, автоматика подає сигнал на запуск циркуляційного насоса, який знаходиться у пристрої для захисту від низькотемпературної корозії Laddomat. Після цього теплоносій з котла за допомогою цього насоса циркулює по «малому колу» до досягнення температури в 57°C. При досягненні робочої температури триходовий термостатичний клапан в пристрої Laddomat перемикає потік на «велике коло» для нагрівання буферної ємності.

Потужність котла автоматика регулює через зміну частоти обертів вентилятора димових газів.

Температуру в буферній ємності контролює накладний термостат Imit модель BRC (рис. 5.1). Даний термостат керує сервоприводом Danfoss AMB162 (рис. 5.2), який встановлений на триходовому клапані, що перемикає потік на буферну ємність (або іншими словами перемикає джерела тепла з електрокотла на твердопаливний котел). Мінімальна температура в буферній ємності встановлюється на рівні 35°C. Якщо температура нижче за вказану сервопривод перемикає потік з буферної ємності на електрокотел.



Рисунок 5.1 – Накладний термостат Imit BRC

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Таблиця 5.1 Технічні характеристики термостата Imit BRC

Робоча температура, °C	20 ... 90
Потужність контактів, А	16
Напруга, В	230
Електричне підключення	3/8" G



Рисунок 5.2 – Електричний сервопривід Danfoss AMB162

Таблиця 5.2 Технічні характеристики сервоприводу Danfoss AMB162

Крутний момент, Н·м	5
Споживана потужність, Вт	3
Напруга живлення, В	230
Швидкість приводу, с/°	60

5.2 Автоматизація роботи електричного котла.

Електричний котел Romstal Habitat має вбудовану систему погодозалежної автоматики та датчик зовнішнього повітря. Теплоносій з електродкотла подається в систему залежно від погодних умов. Чим нижча температура на вулиці тим вища температура теплоносія.

В нашій схемі опалення електричний котел виконує функцію резервного / аварійного джерела тепла.

Запуск електродкотла відбувається в автоматичному режимі від кімнатного термостата, що встановлений в приміщенні 1-3 (прихожа). На термостаті встановлюється певне значення температури, наприклад 20°C і якщо це значення стає нижчим, термостат дає сигнал на запуск електричного котла. Після цього система опалення починає працювати від резервного джерела.

Також важливим моментом є те, що використовуючи електричний котел разом з кімнатним термостатом, ми можемо реалізувати систему антизамерзання, коли мешканці будинку тривалий час відсутні і підтримувати роботу твердопаливного котла немає кому. На термостаті виставляється температура, наприклад, 7°C і при опусканні температури приміщення нижче цього значення термостат запускає резервне джерело тепла. Система при цьому працює з мінімальними затратами електроенергії, водночас захищаючи теплоносій в трубах від замерзання.

Для цих цілей обираємо кімнатний термостат компанії Romstal модель Kontrolia.



Рисунок 5.3 – Кімнатний термостат Romstal Kontrolia

5.3 Автоматизація контуру радіаторного опалення.

Для ефективного використання теплоносія в контурі радіаторного опалення використовується погодозалежне керування. Актуально це при роботі від твердопаливного котла, так як температура теплоносія, що акумульований в буферній ємності може бути вищою ніж потрібно зараз системі опалення. В цьому випадку використовуємо погодозалежний регулятор Salus моделі WT100.



Рисунок 5.4 – Погодозалежний регулятор Salus WT100.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

В комплект з регулятором входять:

- датчик зовнішньої температури СТ6-Р - 1 шт.
- накладний датчик температури (на трубопровід) СТ10-Х - 2 шт.

Принцип роботи погодозалежного регулятора полягає в наступному. По датчику зовнішньої температури пристроєм визначається необхідна температура подачі, далі за допомогою сигналу на сервопривід автоматично виставляється необхідне положення змішувального клапану на насосній групі радіаторного опалення. За допомогою датчиків, встановлених до та після змішувального вузла регулюється змішування теплоносія для досягнення необхідної температури подачі. Також погодозалежний регулятор керує циркуляційним насосом.

Опціонально регулятор може вимірювати температуру гідрострілки, до нього може бути підключений кімнатний термостат, також він може керувати джерелом тепла (через безпотенційне реле NO/COM).

5.4 Регулювання контуру підлогового опалення.

Теплоносій в контур підлогового опалення повинен поступати з температурою не вище 45°C. Це обумовлено тим що, підлогове опалення має обмеження температури поверхні підлоги з міркувань комфорту, здоров'я та безпеки людей та конструкційних матеріалів.

Для того, щоб регулювати температуру подачі для підлогового опалення на змішувальний клапан встановлюється спеціальний автономний сервопривід виробництва компанії Meibes MFR3 з вбудованим термостатом і датчиком температури поверхні. Даний терморегулятор підтримує у нашому випадку постійну температуру подачі для підлогового опалення - 45°C. Пристрій повністю автономний та не потребує зовнішнього керування. Встановлюється у змішувальну насосну групу Meibes D-MK.



Рисунок 5.5 – Сервопривід Meibes MFR3.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

5.5 Автоматизація приготування гарячої води.

Приготування гарячої води для господарських потреб відбувається у бойлері непрямого нагріву (з одним теплообмінником) Romstal Vision на 200л. Даний бойлер має власний ТЕН, що дозволяє йому працювати повністю автономно в літній період (або в період коли твердопаливний котел недоступний). В опалювальний же період економічно вигідніше нагрівати воду за допомогою теплоносія з твердопаливного котла.

В бойлер непрямого нагріву встановлюється датчик температури, який з'єднується з автоматикою твердопаливного котла, яка в свою чергу керує ввімкненням і вимкненням циркуляційного насоса. При зниженні температури в бойлері відносно заданої (прийmemo $t_{\text{бойл.}} = 60^{\circ}\text{C}$) автоматика вмикає циркуляційний насос і теплоносій поступає у теплообмінник бойлера.

Висновки до розділу 5

Автоматизація опалення в приватному будинку є важливим етапом вдосконалення системи опалення, що дозволяє підвищити комфорт життя, забезпечити ефективне використання ресурсів та зменшити вплив на навколишнє середовище. За результатами підготовки цього розділу можна зробити кілька висновків.

Ефективність енергоспоживання: Автоматизація топкової дозволяє оптимізувати споживання енергії. Це сприяє зменшенню витрат енергоресурсів і забезпечує більш ефективне використання палива.

Зручність управління: Впровадження систем автоматизації дозволяє здійснювати контроль та управління опаленням зручним і ефективним способом.

Екологічна вигода: Автоматизація дозволяє знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу, оскільки можна досягти оптимального згорання палива і уникнути перегріву. Це важливий крок у напрямку збереження навколишнього середовища.

Економія ресурсів: Завдяки автоматизації системи опалення можна значно зменшити витрати на пальне, оскільки система буде працювати більш ефективно і раціонально. Це дозволяє зекономити кошти власникам будинку.

Підвищення надійності системи: Використання автоматичних систем контролю і безпеки сприяє підвищенню надійності опалення. Системи можуть вчасно реагувати на несправності або аварійні ситуації, що забезпечує безперебійне функціонування системи.

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Вступ.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Дотримання правил і стандартів охорони праці допоможе знизити частоту травм і захворювань на виробництві та запобігти нещасним випадкам, пожежам і вибухам. У зв'язку з цим велика увага приділяється охороні праці.

Систему опалення запроектовано для забезпечення приватного житлового будинку теплом на гарячим водопостачанням.

Основним джерелом теплопостачання для системи опалення є піролізний твердопаливний котел на 20кВт. Резервним джерелом виступає твердопаливний котел.

До основного обладнання, яке було розраховано в даному проекті окрім джерела тепла належить:

- циркуляційні насоси системи опалення та ГВП;
- буферна ємність;
- бойлер ГВП;
- трубопроводи теплопостачання та запірні і регулююча арматура.

Для забезпечення комфортної температури в приміщеннях будинку застосована комбінована система опалення.

Теплоносієм системи опалення виступає вода з параметрами 85/65 °С.

В цьому розділі представлені технічні рішення та організаційні заходи, спрямовані на забезпечення безпеки експлуатації технічного обладнання і робочих приміщень, уникнення електротравм, а також заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

6.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації основного технологічного обладнання та робочих приміщень.

Всі ключові рішення щодо планування котельного приміщення були прийняті з урахуванням вимог ДБН В.2.5.-39:2008 "Теплові мережі". Вимоги до монтажу основного обладнання включають такі аспекти:

Під час монтажу всі трубопроводи ізолюються.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обладнання, трубопроводи та арматура повинні мати відповідну маркування згідно зі схемою; на трубопроводах позначається напрям руху теплоносія.

Компонування основного та допоміжного обладнання в котельному приміщенні відповідає нормативам:

1) Бойлер непрямого нагріву для системи гарячого водопостачання укомплектовано редукційним клапаном для зменшення тиску на вході від трубопроводу холодної води.

2) Розширювальні баки, які працюють під тиском вище 0,07 МПа, відповідають встановленим вимогам.

3) Кожен водоводяний підігрівач, згідно з проектом, оснащений штуцерами із запірною арматурою для випуску повітря і спуску води, згідно з встановленими вимогами.

4) Всі вимірювальні прилади передбачено встановлювати на щиті контролю, розташованому у котельному приміщенні.

6.2 Визначення та обґрунтування комплексу заходів з електрозахисту при експлуатації електричних установок систем опалення.

Експлуатація обладнання, передбаченого проектом, вимагає відповідності паспортним даним кожного пристрою, де вказані номінальні значення струму і напруги. Забезпечення техніки безпеки в силовому електроустаткуванні здійснюється вибором відповідного обладнання і апаратів.

Всі електромонтажні роботи проводяться відповідно до чинних будівельних норм, таких як [12] ДБН В.2.5-27-2006. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд», а також з урахуванням вимог ДСТУ 7237:2011 та ПУЕ-2017.

Всі технологічні пристрої котельного приміщення живляться електроенергією від загального щита автоматизації, який слід підключити до системи електропостачання та обладнання відповідно до місцевих умов.

Циркуляційні насоси мають вбудований захист від сухого ходу, можливість ручного вмикання/вимикання насосу, автоматичне вмикання насосу після перерви в електроживленні, а також інші функції які описані у паспорті насосів та інструкцій з експлуатації.

Основними споживачами електроенергії в котельному приміщенні є 3-х фазний електричний котел, електродвигуни циркуляційних насосів, джерела штучного освітлення та електричний нагрівач в бойлері непрямого нагріву.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електроживлення обладнання здійснюється від мережі змінного струму з глухо заземленою нейтраллю і частотою 50 Гц та робочою напругою 220/380В.

6.3 Технічні рішення для запобігання ураження електричним струмом

Під час експлуатації електрообладнання в котельному приміщенні існує потенційний ризик виникнення електротравм. Отже, проект комплектації передбачає наступні вимоги:

- Нормально струмовідні частини з опором $R_{\Sigma} \geq 1$ кОм повинні бути ізольовані; при зниженні опору ізоляції до 0,5 кОм експлуатація електроустановок допускається [13].

- Блокуюче та огорожуюче обладнання повинні бути виконані так, що їх монтаж або демонтаж можливі лише за допомогою ключів чи інструменту.

- Для живлення ламп загального освітлення використовується трифазна мережа змінного струму 380/220 В з глухо заземленою нейтраллю та зануленням.

- Для переносного освітлення встановлено мережу розеток 12 В.

- Для захисту людей від помилкових дій та випадкового дотику до струмовідних частин застосована різнокольорова ізоляція провідників окремих елементів електросхем, таблички та написи з позначенням робочих напруг, попереджувальні знаки, використання напруги до 42 В для підключення електроінструменту [13].

- Для захисту людей від ураження електричним струмом та дії електричної дуги, всі установки обладнані засобами захисту та засобами забезпечення першої медичної допомоги відповідно до "Правил використання і випробування засобів захисту, які використовуються в електроустановках".

- Частини електрообладнання, які випадково опинилися під напругою, а також пошкоджені частини електромережі відключаються завдяки наявності надійного та швидкодіючого автоматичного відключення.

6.4 Технічні заходи для уникнення електротравм при переході напруги на неструмовідні елементи електроустановок під час аварійних режимів їх функціонування.

З метою захисту осіб від потенційних уражень електричним струмом під час можливого переходу напруги на неструмовідні частини установок в котельному приміщенні передбачено наступні технічні заходи:

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- захисне заземлення (підсистема TN-C-S) всіх корпусів електродвигунів насосів та регулюючих клапанів, оскільки вони можуть опинитися під напругою у випадку пошкодження ізоляції [13].

У випадку пробою на корпус обладнання однієї з фаз мережі, система захисного

заземлення дозволяє виключити ризик ураження електричним струмом для людей. Це досягається швидким відключенням ЕУ, в яких сталося замикання фази на корпус, за рахунок спрацювання автоматів максимального струмового захисту. Пробій на корпус при наявності системи захисного заземлення (підсистема TN-C-S) призводить до короткого замикання фази (контур: фаза – корпус ЕУ – PEN- або РЕ- провідник-нейтраль-фаза). В системі захисту від короткого замикання застосовуються автомати максимального струмового захисту, які у разі КЗ в ЕУ вимикають електроживлення ЕУ.

До схеми захисного заземлення (підсистема TN-C-S) застосовуються наступні вимоги ПУЕ – 2017:

- забезпечення необхідної кратності струму короткого замикання;
- забезпечення цілісності PEN- або РЕ- провідника та можливість використання повторного заземлення PEN-провідника;
- контроль за станом системи захисного заземлення проводиться при введенні в експлуатацію, і перевірка проводиться кожні 5 років;
- у PEN- та РЕ- провіднику не дозволяється встановлення вимикачів та інших пристроїв для розриву електричної мережі.

6.5 Технічні рішення та організація захисту з гігієни праці та виробництва.

6.5.1 Мікроклімат робочої зони.

Мікроклімат виробничих приміщень в значному ступені впливає на стан та ефективність людського організму. Метеорологічні умови, або мікроклімат, визначаються внутрішнім кліматом приміщень, що включає температуру, вологість, рух повітря та теплове випромінювання нагрітих поверхонь, і мають сукупний вплив на організм людини.

Згідно з [15], під забезпеченням нормативних параметрів мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень розуміється клімат їхнього внутрішнього середовища, що визначається сумарною дією на організм людини температури, вологості і швидкості руху повітря.

У виробничих приміщеннях з комп'ютеризованими електронними пристроями

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідно дотримуватися певних санітарних норм клімату, таких як:

- температура повітря в теплий період року не повинна перевищувати 23-25°C;
- відносна вологість повітря має бути в межах 40-60%;
- швидкість руху повітря повинна складати 0,1 м/с.

Для забезпечення зазначених значень температури і вологості повітря використовують кондиціонери з автоматичними регулюючими механізмами.

Залежно від інтенсивності фізичних рухів людини, що працює з контролером вентиляційної установки, робота відноситься до категорії "легка Іб". Оптимальні (припустимі) параметри мікроклімату для цих умов наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Параметри мікроклімату відповідно до [16]

Період року	Оптимальні			Допустимі		
	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$
Теплий	22-24	60-40	0,2	21-28	60 при 27°C	0,3
Холодний	21-23	60-40	0,1	20-24	75	0,2

6.5.2 Склад повітря робочої зони

Склад повітря в робочій зоні виробничих приміщень може включати різні компоненти в залежності від характеру виробництва та умов роботи. Зазвичай повітря складається переважно з азоту, кисню та інших газів у варіабельних кількісних співвідношеннях.

Однак у робочих зонах можуть також присутні бути різноманітні забруднюючі речовини, такі як:

1. Стічні гази:

- Оксиди азоту (NO_x): Виникають внаслідок згоряння палива.
- Діоксид сірки (SO_2): Формується під час згоряння сірковмісних палив.
- Вуглекислий газ (CO_2): Виділяється при згоранні вуглеводнів та інших органічних речовин.

2. Органічні речовини:

- Летючі органічні сполуки (ЛОС): Випаровуються з розчинників, фарб, лаків тощо.
- Метан: Може виділятися під час роботи з органічними матеріалами.

3. Пил та частки:

- Пил різного походження: Включає в себе частки пилу, металевого порошку тощо.

4. Інші забруднення:

- Дим та пари: Виникають під час зварювання, паяння та інших технологічних

операцій.

- Озон: Може утворюватися внаслідок взаємодії атмосферного азоту та викидів.

Важливо контролювати склад повітря в робочих приміщеннях для забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Регулярний аналіз і відсіювання забруднюючих речовин, а також застосування відповідних систем вентиляції та фільтрації,

допомагають підтримувати відповідні стандарти якості повітря в робочих приміщеннях.

6.5.3 Виробниче освітлення

Освітленість робочих зон цеху відповідає стандартам [17]. Оскільки приміщення топкової є закритим, у проєкті розглядається лише штучне освітлення. Для створення сприятливих умов зорової роботи, що мінімізують втомленість очей, виникнення професійних захворювань і нещасних випадків, а також сприяють підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам згідно [17] та [18]:

Забезпечувати на робочій поверхні достатню освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не залишається нижче встановлених норм.

Уникати засліплюючого впливу як від самого джерела освітлення, так і від інших предметів у полі зору.

Забезпечувати рівномірність та сталість рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті переадаптації органів зору.

Уникати створення різких та глибоких тіней на робочій поверхні, особливо рухливих.

Забезпечити достатню освітленість для розрізнення деталей та контрасту між освітленою поверхнею та фоном.

Штучне освітлення приміщень може бути реалізоване за допомогою загального або комбінованого освітлення. Зорові умови при штучному освітленні характеризуються розміром об'єкта розпізнавання, рівнем і підрівнем виділення зорових завдань, контрастом між об'єктом розпізнавання та фоном, а також системою освітлення. Нормативні вимоги до штучного освітлення наведені в [17]. Згідно з ДБН В2.5-28-2006, робота в приміщенні вентиляційної системи відноситься до IV розряду зорової роботи (підрозряд «в»), тому освітленість у будь-якій точці приміщення вентиляції повинна бути не менше 300 лк.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умови експлуатації вентиляційної установки вимагають застосування системи загального штучного освітлення. Для цього слід використовувати газорозрядні лампи, розташовані рівномірно на стелі приміщення, щоб освітленість не була менше 300 лк в будь-якій точці приміщення.

6.5.4 Захист від шуму та виробничих вібрацій

Вібрації – це механічні коливання пружинних тіл або механічні коливальні рухи виробничої системи.

Шум - це безладне хаотичне сполучення хвиль різної частоти й інтенсивності.

Шум завдає великої шкоди, шкідливо діючи на організм людини і знижуючи продуктивність праці [19].

Для зменшення рівня шуму під час роботи вентиляційних установок необхідно розміщувати вентиляційне обладнання у звукоізовльовані камери, використовувати пружинні амортизатори та з'єднувати повітроводи з вентилятором за допомогою м'якої повітронепроникної тканини. Крім того, теплові мережі слід ізолювати відповідно до вимог [20].

Машини та агрегати періодично перевіряються відповідно до графіків технічного обслуговування та планово-попереджувальних ремонтів для виявлення та усунення всіх дефектів, які можуть призвести до збільшення рівня шуму.

6.5.5 Захист від інфрачервоного випромінювання

Вимоги до засобів колективного захисту від інфрачервоного випромінювання викладено в ГОСТ 12.4.123-83. «ССБП. Засоби колективного захисту від інфрачервоного випромінювання. Загальні технічні вимоги».

Захист від цих випромінювань забезпечують пристрої :

- огорожувальні;
- герметизувальні;
- теплоізовльовальні;
- для вентиляції повітря;
- автоматичного контролю і сигналізації;
- дистанційного керування;
- знаки безпеки.

Засоби захисту повинні забезпечувати теплове опромінення на робочих місцях, яке не перевищує вказаних в ГОСТ 12.1.005-88 значень: 35, 70 та 100 Вт/м² – залежно від частки (у %) опромінення поверхні тіла.

На практиці зниження інтенсивності теплового випромінювання на робочих

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місцях досягається застосуванням:

- різноманітних екранів (водяних завіс, скла із спеціальним покриттям, сітки, ланцюжка тощо);
- теплоізолювальних матеріалів (азбесту, скловати, комбінованих екранів та ін.);
- водо-повітряного душення за інтенсивності випромінювання вище $0,36 \text{ кВт/м}^3$;
- індивідуальні засоби захисту (окуляри, костюми з відбіленої тканини тощо).

За постійної температури нагрітого тіла ослабити дію теплового випромінювання на робітника можна шляхом зменшення площі випромінювальної поверхні і (або) збільшенням віддалі між джерелом випромінювання та робочим місцем.

Добрим засобом індивідуального захисту від теплового випромінювання є халат з відбіленої тканини. Але кисті рук і обличчя робітника знаходяться часом в зоні інтенсивного тепловипромінювання.

6.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Забезпечення виконання вимог безпеки в умовах надзвичайних ситуацій вимагає розробки відповідних технічних рішень і заходів організаційного характеру, спрямованих на оповіщення, евакуацію та забезпечення ефективних дій персоналу у випадку виникнення надзвичайної ситуації, а також визначення основних заходів з пожежної безпеки.

6.6.1 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення НС

У разі виникнення надзвичайної ситуації (НС), кожен працівник повинен:

- зупинити виконання роботи (за умови, якщо це дозволяє технологічний процес виробництва);
- якнайшвидше повідомити керівника та відповідальну посадову особу про НС;
- розпочати ліквідацію (локалізацію) надзвичайної ситуації використовуючи наявні засоби;
- при необхідності викликати підрозділи Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС).

Керівництво підприємства та відповідальні за цивільний захист, техногенну та протипожежну безпеку, охорону праці, у разі виникнення НС, зобов'язані:

- перевірити та повторити повідомлення про НС, інформувати керівника підприємства;

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- оцінити умови та з'ясувати кількість та місцезнаходження людей, вжити заходів щодо їхнього оповіщення та, у разі потреби, здійснити евакуацію працівників та населення;

- при загрозі для життя людей, негайно організувати їхнє рятування (евакуацію), використовуючи наявні ресурси;

- забезпечити виведення людей, які не приймають участь у ліквідації НС, з небезпечної зони;

- обмежити доступ людей та транспортних засобів до зони небезпеки.

У разі ліквідації наслідків НС слід:

- організувати оповіщення та координацію з підрозділами ДСНС та іншими службами;

- при необхідності евакуації персоналу чи матеріальних цінностей, забезпечити достатню кількість транспортних засобів.

Евакуація повинна гарантувати захист працівників у випадках, коли інші заходи цивільного захисту стають неможливими під час надзвичайних ситуацій. Рішення про проведення евакуації приймається керівником підприємства або особою, що його заміщує. Основними критеріями для прийняття рішення є актуальні дані про стан довкілля під час надзвичайної ситуації та відповідні рішення уряду України, місцевої влади та територіальних органів ДСНС.

У разі евакуації на керівника підприємства покладається:

- планування та проведення евакуації працівників;

- контроль за плануванням, підготовкою та проведенням евакуаційних заходів;

- визначення та підготовка безпечного місця для розміщення евакуйованих працівників.

Шляхи евакуації повинні мати ширину не менше 1 м, а двері - не менше 0,8 м. Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку найближчого виходу для евакуації, висота проходів та дверей не менше 2 м. Двері на сходових клітках, що ведуть в коридор та на зовнішній бік, мають самозакривання з ущільненням в притворах. Вихідні двері з приміщення відкриваються назовні.

На видимих і доступних місцях, ближче до виходів, встановлені пожежні щити для розміщення первинних засобів пожежогасіння, таких як ручні вуглекислотні вогнегасники ВВ-5, ящики з піском об'ємом 1 м³, а також інструменти (лопати, лом, багра, сокири) та щільні покриви розміром 2х1,5 м.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.6.2 Вимоги щодо організації ефективної роботи системи оповіщення виробничого персоналу при НС

Для підвищення безпеки в надзвичайних ситуаціях рекомендується встановити систему оповіщення для виробничого персоналу. Оповіщення в разі виникнення надзвичайних ситуацій, таких як пожежа, виконується відповідно до вимог НАПБ А.01.003-2009.

Способи оповіщення про надзвичайну ситуацію та керування евакуацією можуть включати:

- використання звукових і (або) світлових сигналів, що розповсюджуються в усі виробничі приміщення з постійним або тимчасовим присутністю людей;
- трансляцію текстової інформації про необхідність евакуації, шляхи руху та інші важливі вказівки щодо забезпечення безпеки людей;
- відтворення спеціально розроблених текстів для запобігання паніці та інших ускладнень евакуації;
- активацію евакуаційних знаків "Вихід";
- включення евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації;
- дистанційне відкривання дверей евакуаційних виходів.

Відповідно до ДБН В.1.1-7-2016, необхідно забезпечити можливість прямого мовного оповіщення та видачі команд через мікрофон для оперативного реагування на зміни обставин або порушення нормальних умов евакуації виробничого персоналу. Оповіщення виробничого персоналу про надзвичайну ситуацію проводиться за допомогою світлових та/або звукових оповіщувачів, які встановлюються у всіх виробничих приміщеннях. Система оповіщення повинна почати трансляцію сигналу оповіщення про надзвичайну ситуацію не пізніше, ніж за три секунди з моменту отримання сигналу про надзвичайну ситуацію.

Кількість та розташування звукових та мовленнєвих оповіщувачів, а також їх потужність, повинні бути достатніми для забезпечення необхідного рівня звуку в усіх місцях, де виробничий персонал постійно або тимчасово перебуває.

У випадках, коли люди перебувають у шумозахисному спорядженні або в приміщеннях з рівнем шуму понад 95 дБ, звукові оповіщувачі повинні співпрацювати із світловими, які працюють у режимі спалахування.

Автоматичний перехід з основного джерела електропостачання на резервне та зворотний перехід при відновленні централізованого електропостачання повинен бути здійснений автоматично.

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система оповіщення повинна забезпечувати працездатність від резервного джерела енергії у черговому режимі протягом не менше 24 годин, а в режимі "Тривога" - протягом не менше 15 хвилин.

Звукові оповіщувачі повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 54-3:2003 "Системи пожежної сигналізації. Частина 3. Оповіщувачі пожежні звукові".

Світлові оповіщувачі, які працюють у режимі спалахування, повинні мати червоний колір, миготіти з частотою від 0,5 Гц до 5 Гц та розташовуватися у межах прямої видимості з постійних робочих місць.

6.6.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека представляє собою стан об'єкта, при якому з визначеною ймовірністю виключається можливість виникнення та поширення пожежі, а також впливу небезпечних факторів на людей, забезпечуючи водночас захист матеріальних цінностей. Згідно з ДСТУ Б.В.1.1-36:2016, приміщення віднесено до категорії Д, яка означає наявність негорючих речовин та матеріалів у холодному стані. Потенційними джерелами пожежі можуть бути, наприклад, спалення електроізоляції кабелю внаслідок короткого замикання або порушення правил пожежної безпеки мешканцями будинку, таких як використання відкритого вогню чи куріння у недозволених місцях. Згідно з ПУЕ – 2017, робоче приміщення має клас П – П (пожежонебезпечне), оскільки в ньому не використовуються легкозаймисті речовини та відсутні умови для утворення вибухонебезпечних сумішей [14].

Системи пожежної безпеки - це комплекс організаційних та технічних заходів, спрямованих на запобігання виникненню пожежі та мінімізацію збитків від неї.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91, пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту та системою організаційно-технічних засобів.

Мета систем пожежної безпеки полягає в тому, щоб уникнути виникнення

пожежі та зменшити вплив небезпечних факторів на людей. Системи пожежної безпеки повинні запобігати виникненню пожежі та впливу небезпечних факторів на людей на необхідному рівні [14]. Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91, потрібний рівень пожежної безпеки для людей за допомогою цих систем не повинен бути менше 0,9 відвернення впливу на кожну людину, а допустимий рівень пожежної безпеки для людей не повинен перевищувати 10^{-6} впливу небезпечних факторів пожеж, що перевищують гранично допустимі значення на рік на кожну людину [14].

Основні заходи для запобігання пожежі включають:

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- використання електрообладнання, яке відповідає вимогам електростатичної електробезпеки згідно з ГОСТ 12.1.018-79;

- встановлення захисту від короткого замикання на розподільчому щиті котельного приміщення;

У проекті передбачені такі основні технічні заходи щодо системи протипожежного захисту котельного приміщення:

- згідно з вимогами ДБН В.2.5-56-2014 для автоматичної пожежної сигналізації використовуються пристрої УОТС-11, які працюють з димовими та тепловими датчиками, розташованими на стелі;

- передбачені первинні засоби пожежогасіння, зокрема вогнегасник ВВ-5, що відповідає вимогам ДСТУ 3675-98 ISO 3941-2007 і розташований біля входу до котельного приміщення;

- електродвигуни, електропровідники та кабелі відповідають вимогам класу зони і мають захисну арматуру, яка гарантує захист від струму короткого замикання та інших аварійних режимів;

- плавкі вставки запобіжників є каліброваними, і їх номінальний струм вказаний на клеймі;

- на електродвигуни та світильники наноситься відповідна маркування, що вказує на їхню ступінь захисту відповідно до стандартів;

- згідно з проектом, з'єднання, відводи та кінцівки жил проводів виконуються опресовкою, зварюванням або пайкою;

- визначено, що для переносних світильників використовуються гнучкі кабелі з мідними жилами, при цьому враховуючи їхній захист від можливих пошкоджень [14].

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Вступ

У сучасних умовах енергетична ефективність та використання екологічно чистих джерел енергії стають ключовими аспектами розвитку суспільства. Одним із важливих напрямків у цьому контексті є вдосконалення систем опалення, спрямованих на зменшення викидів CO₂ та забезпечення стабільної та економічно ефективної системи тепlopостачання. У цьому розділі ми розглянемо технічні та економічні аспекти проекту впровадження твердопаливного піролізного котла потужністю 20 кВт.

7.1 Технічне обґрунтування

7.1.1 Обрана потужність та тип котла.

Обрана потужність твердопаливного піролізного котла становить 20 кВт, що визначено на основі теплового навантаження об'єкту. Ця потужність забезпечить надійне опалення та гаряче водопостачання для всієї площі об'єкту. Котел оснащений передовою системою автоматичного регулювання для забезпечення оптимальної температури.

7.1.2 Використання буферної ємності.

Для оптимізації роботи системи та підвищення ефективності використання енергії в проект включена буферна ємність на 1000 літрів. Це дозволяє рівномірно розподіляти теплове навантаження, зменшує частоту запусків котла та підвищує його робочу ефективність.

7.1.3 Автоматизація та дистанційне керування.

В проект включена система автоматизації, яка дозволяє ефективно керувати та моніторити роботу системи опалення. Дистанційне керування дозволяє віддалено регулювати параметри, що сприяє зменшенню витрат енергії та забезпечує максимальний комфорт для користувачів.

7.2 Економічне обґрунтування.

Вартість впровадження проекту включає в себе витрати на придбання та встановлення котла, буферної ємності, системи автоматизації та необхідних матеріалів. Враховуючи всі аспекти, проект вважається витратою, що швидко окупається завдяки

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективності та енергозбереженню.

Порівняємо вартість системи з теплоаккумулятором на базі піролізного твердопаливного котла та без теплоаккумулятора і на базі звичайного твердопаливного котла.

Якщо проаналізувати таблицю 7.1 можна дійти висновку, що система з використанням піролізного твердопаливного котла і буферною ємністю дорожча ніж система без буферної ємності і зі звичайним твердопаливним котлом (враховуючи що всі інші параметри будуть однакові). Причина здорожчання – наявність буферної ємності, затрат на її встановлення, а також вартість піролізного котла, який зазвичай дорожчий від звичайних твердопаливних котлів.

Для порівня з піролізним твердопаливним котлом моделі Romstal Vision оберемо класичний твердопаливний котел виробництва Hidronix Premium Automatic 20кВт.

Таблиця 7.1 Витрати на встановлення обладнання

	Ціна, грн	Вартість встановлення, грн	Загальна вартість, грн
Піролізний котел, 20кВт	111 600,00	5000	116 600,00
Буферна ємність, 1000л	41 915,00	3000	44 915,00
Разом:			161 515,00
Класичний котел, 20кВт	52 800,00	5000	57 800,00

Аналізуючи дані таблиці 7.1 можна дійти висновку, що система опалення з використанням буферної ємності та піролізного твердопаливного котла дорожча, ніж система з використанням класичного твердопаливного котла без буферної ємності. Різниця у вартості складає: $161515 - 57800 = 103715$ грн, або $(161515 / 57800) \cdot 100 = 279\%$, або в 2,8 разів дорожче.

7.3 Експлуатаційні витрати та енергоефективність

Додавання буферної ємності дозволяє зменшити експлуатаційні витрати, оскільки система працює ефективніше та менше залежить від періодів активного

навантаження. Це призводить до зменшення зносу обладнання та зниження потреби в технічному обслуговуванні.

Використання буферної ємності дозволяє зберігати надлишкову теплову енергію, що отримана під час періодів низького споживання. Це дозволяє економити паливо та зменшувати витрати на його закупівлю.

Система з теплоаккумулятором є значно більш екологічно чистою, оскільки вона використовує згоряння палива при вищій температурі, що призводить до значного зменшення викидів. Крім того, утворюється менше золи та дьогтю, що дозволяє рідше чистити димохід та заощаджувати на його обслуговуванні. Ще однією перевагою є подовження терміну служби котла при використанні його з теплоаккумулятором (зменшення часу роботи та перегріву). З іншого боку, буферна ємність зберігає теплову енергію від згоряння деревини, що призводить до економії приблизно 30% палива протягом опалювального сезону. Таким чином, у таблиці 7.2 демонструється, як вдосконалена система сприяє ефективнішому використанню палива.

Таблиця 7.2 Різниця витрати палива та викидів у атмосферу

	Витрата деревини / сезон, складометр	Вартість палива, грн	Вага палива (береза вол. 30%), кг	Викиди в атмосферу, кг
Класичний котел, 20кВт	21	39 000,00	9450	178
Піролізний котел з теплоакум., 20кВт	11,3	20 985,00	5085	96

Розглядаючи таблицю 4.2, можна відзначити, що при застосуванні звичайного котла витрачається 21 складометр або 9,45 тонн деревини за сезон, при цьому утворюється 0,178 тонн викидів в атмосферу (CO₂, NO₂, SO₂, тверді частинки). У контексті системи з буферною ємністю витрати деревини становлять 11,3 складометрів або 5,085 тонн, а викиди складають 0,096 тонн. Таким чином, застосування буферної системи призводить до екологічної вигоди у вигляді зменшення викидів на 46%. Крім того, економічний ефект також є значущим, оскільки щорічна економія складає $39\,000 - 20\,985 = 18\,015$ гривень.

Проаналізувавши інформацію, можемо зробити наступні висновки:

1. Протягом опалювального сезону є можливість економії до 46% дров, що

дорівнює 9,7 складометри або 4,365 тонн твердого палива, вартістю 18 015 грн.

2. При використанні теплоаккумулятора та піролізу при спалюванні палива досягається зменшення рівня шкідливих викидів у атмосферу на величину 82 кг за сезон.

3. Найголовнішим з економічної точки зору аспектом є те, що при даних розрахунках та економії в 18 015 грн на рік, можна підрахувати термін окупності піролізного котла та буферної ємності. Окупність приблизно відбудеться через $103\,517 / 18\,015 = 5,7$ років, що є непоганим показником при великому часі експлуатації та враховуючи те, що дана система опалення розрахована в першу чергу на комфорт та зручність експлуатації.

7.4 Фактичний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності капіталовкладень E_ϕ :

$$E_\phi = \frac{1}{T_\phi} = \frac{B_2 - B_1}{K_1 - K_2} = \frac{\Delta B}{\Delta K} \quad > < E_n,$$

де E_n – нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності капіталовкладень.

Аналогічно:
$$E_\phi = \frac{(s_2 - s_1) \cdot W}{K_1 - K_2} \quad > < E_n.$$

(Для всіх галузей промисловості $E_n = 0,12$; для енергетики $E_n = 0,15$).

Фактичний термін окупності T_ϕ :

$$T_\phi = \frac{K_1 - K_2}{B_2 - B_1} = \frac{\Delta K}{\Delta B} \quad < > T_n,$$

де K_1, K_2 – капіталовкладення по 1-му і 2-му порівнюваним варіантам, причому $K_1 > K_2$, грн;

B_1, B_2 – річні витрати виробництва за тими ж варіантами, причому $B_2 > B_1$, грн/рік; T_n – нормативний термін окупності, роки.

Якщо економія отримана за рахунок зниження собівартості, то:

$$T_\phi = \frac{K_1 - K_2}{(s_2 - s_1) \cdot W} \quad < > T_n, \quad s_w = \frac{B_w}{W_{\text{відп.}}} = \frac{B_w}{W_{\text{вир}} - W_{\text{с.н.}}}, \text{ [грн / кВт·год]},$$

де s_1, s_2 – собівартість одиниці продукції по 1-му і 2-му варіантам, причому $s_2 > s_1$;

W – річний випуск продукції (теплоти).

(Для всіх галузей промисловості $T_n = 8$ років; для енергетики $T_n = 6,7$ років).

Ефектом від проведених заходів може слугувати відвернутий збиток у результаті проведених природоохоронних заходів, а саме, перехід на безпечніший вид палива, завдяки якому зменшаться викиди шкідливих речовин у атмосферу.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						92
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Дана магістерська дисертація являє собою реальний проект системи опалення та гарячого водопостачання приватного будинку за адресою м. Южноукраїнськ, Вознесеньського району, Миколаївської області. У процесі розробки цього проекту було проведено глибокий аналіз сучасних технологій опалення, з фокусом на використанні піролізного твердого палива та резервного електроекотла для забезпечення ефективності та надійності опалювальної системи.

Проект розроблено з урахуванням вимог зручності експлуатації, енергоефективності та вартості експлуатації системи опалення. Обрана система опалення дозволяє використовувати піролізне тверде паливо, виконуючи процес піролізу, що в результаті призводить до вищої температури горіння та ефективнішого використання енергії.

У результаті проведених розрахунків та аналізу було виявлено, що обрана система опалення дозволяє досягти високої ефективності при оптимальному споживанні твердого палива. Враховуючи фактори енергоефективності та вартості, вибір твердопаливного котла виявився раціональним рішенням для приватного будинку.

Застосування сучасних технологій автоматизації та регулювання управління системою опалення дозволяє забезпечити комфортний та стабільний температурний режим у будинку. Важливу роль відведено деталізації автоматизації системи опалення. Була взята до уваги не лише оптимізація енергоспоживання, але й можливість вдалого взаємодії із зовнішніми системами, такими як датчики температури, програмні додатки та інші джерела інформації.

Запропонована система опалення має потенціал для успішної експлуатації протягом багатьох років, забезпечуючи власникам будинку ефективне та економічне опалення.

Для теплових та гідравлічних розрахунків використовувалися програмні комплекси систем автоматизованого проектування та програм по підбору обладнання системи опалення.

Загалом, розроблений проект "Проектування системи опалення приватного будинку" відповідає поставленим завданням і є актуальним у контексті сучасних тенденцій в галузі опалення та енергоефективності. Результати даної дисертації можуть слугувати підґрунтям для подальших досліджень та реалізації систем опалення в приватних будинках з урахуванням індивідуальних потреб та вимог власників.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

В даній дисертації було виконано такий обсяг робіт:

1. Розраховано теплові втрати приміщень включно з витратами на нагрів інфільтраційного повітря;
2. підібрано опалювальні прилади такі як радіатори та розрахована водяна тепла підлога;
3. розраховано обладнання топкової, таке як твердопаливний та електрокотел, буферна ємність, бойлер ГВП.
4. встановлено, що використання піролізного твердопаливного котла в комплексі з буферною ємністю та системою автоматики зменшує відносні затрати палива на опалення та збільшує його ефективність.
5. розраховано гідравлічний опір системи, зроблений на основі цього розрахунок трубопроводів, арматури та циркуляційних насосів системи опалення та ГВП.
6. підібрано обладнання для системи автоматизації опалення та приготування гарячої води
7. у розділі з охорони праці розглянуто питання безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Розроблені у проекті технічні рішення відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних та інших чинних норм, забезпечуючи безпечні умови експлуатації будинку для життя та здоров'я людей.

При розробці дисертації дотримано вимог таких нормативних документів:

- ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція і кондиціонування";
- ДБН В.2.2-15:2015 "Житлові будинки. Основні положення";
- ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель";
- ДСТУ-Н Б.В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія";
- ДСТУ Б.А.2.4-12:2009 "Правила виконання робочої документації тепломеханічних рішень котелень".

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						94
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5–67:2013 «Опалення вентиляція і кондиціонування». – Чинний від 2014 – 01 – 01. Київ: Інститут «УкрНДІспецбуд», 2014. – 174 с.
2. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
3. ДБН В.2.6-31:2016 «ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ». Чинний від 2017 -05-01. – Київ: Мінрегіон України, 2017. – 31 с.
4. Програма для гідравлічного розрахунку «KAN SET 7.2». Режим доступу: <https://ua.sankom.net/download/trial-versions> (09.11.2023).
5. Водяна тепла підлога. Каталог обладнання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rehau.com/ua-uk/montaznyky-ta-proektanty/sanitaerinstallation-handwerker-und-bauunternehmer/vodyana-tepla-pidloha>
6. Розумне опалення. Danfoss Icon. Каталог обладнання [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.danfoss.com/uk-ua/products/dhs/smart-heating/smart-heating/danfoss-icon/#tab-overview>
7. Твердопаливні котли. Каталог обладнання [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://romstal.ua/uk/catalog/1126-tverdotoplivnye-kotly/>
8. Електричні котли. Каталог обладнання [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://romstal.ua/uk/catalog/1191-elektricheskie-kotly/>
9. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб./ М.Ф.Боженко, В.П.Сало, – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 192 с.
10. Розширювальні баки для систем опалення. Каталог обладнання [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://romstal.ua/uk/catalog/1084-rasshiritelnye-baki-otopleniye/filter/brand-varem/>
11. Онлайн програма для підбору насосів – DAB pumps selector. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://dna.dabpumps.com/StartMain.aspx>
12. ДБН В.2.5-27-2006. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд» - ВАТ Київпромелектропроект, 2006
13. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.– Міністерство праці та соціальної політики України, 2001 – 80ст

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						95
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Чинні від 2013-05-01 – К.: Держбуд України, 2003. – 42 с.
15. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція, кондиціонування/ Мінрегіон України.- Офіційне видання, 2013. - 147с.
16. ДБН В.1.1.7–2002: Пожежна безпека об'єктів будівництва (зі змінами чинні з 1 червня 2007 року) / Мінрегіонбуд України, 2009., - 172с.
17. ДБН В.2.5-28-2006: Природне і штучне освітлення (зі змінами від 11 квітня 2008 р.) / Мінрегіонбуд України ,2008., - 55с.
18. ДБН А.3.2-2-2009: Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення/ Мінрегіонбуд України ,2012., - 94с.
19. ДСТУ 2293-93. ССБП. Охорона праці. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1993. – 15 с. Чинний від 06.12.93.
20. Інструкція з експлуатації теплових мереж. Авт: М.М. Апарцев, Е.Д. Камінская та ін.- Складена цехом теплофікації ОРГРЭС.- М., Енергія, Москва, /1971г., - 343с.

					КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

А.1 Розрахунок тепловтрат приміщень першого поверху в програмі KAN OZC

Розрахунок тепловтрат для приміщення 101 (гараж)

Приміщення: 101	$\theta_i = 17,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 1824 \text{ Вт}$	Гараж 101
Площа і об'єм:	A= 28,34	V= 89,3	
Відмітка та висота:	Lf= 0,00	Hi= 3,15	
Поверх: Поверх	Тип приміщення: гараж		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	n ₅₀ = 7,0	
Опалення:	Конвекційне	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,o} =$	fRH= 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	nmin= 0,50	Vmin= 44,6	
Інфільтроване повітря:	Vinfv= 37,5	Vm,infv=	
Припливне повітря:	Vsu,min=	Vsu=	
Повітря що видаляється:	Vex,min=	Vex=	
Вентиляційне повітря:	n= 0,5	Vv= 44,6	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні: 101

>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θ_e	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	$\Delta\theta$	Uk	HT	ФТ
			$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	м; м ²	м	шт.		$^{\circ}$	м ²	К	Вт/м ² · К	W/K	Вт
0	ДАХ	Г	-20	-20,0	33,00	1,00	1		0	36,1	37,0	0,185	6,68	247
0	СТ ЗОВН	Сх	-20	-20,0	19,81	1,00	1		90	22,4	37,0	0,257	5,77	213
0	ВІКНО	Сх	-20	-20,0	0,95	1,00	1	1,00	90	1,0	37,0	1,500	1,43	53
0	ВІКНО	Сх	-20	-20,0	0,95	1,00	1	1,00	90	1,0	37,0	1,500	1,43	53
0	СТ ЗОВН	Пвд	-20	-20,0	8,36	1,00	1		90	11,3	37,0	0,257	2,90	107
0	ДВ ВХ	Пвд	-20	-20,0	8,21	1,00	1	1,00	90	8,2	37,0	1,500	12,31	456
0	СТ ЗОВН	З	-20	-20,0	7,29	1,00	1		90	8,7	37,0	0,257	2,23	82
0	СТ ВН К300		17	17,0	14,95	1,00	1		90	15,0	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН450		24	24,0	6,04	1,00	1		90	6,0	-7,0	0,468	-0,54	-20
0	СТ ВН450		22	22,0	8,38	1,00	1		90	8,4	-5,0	0,468	-0,53	-20
0	ДВ ВН		17	17,0	1,58	1,00	1		90	1,6	0,0	2,600	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,52	1,00	1		90	1,5	-5,0	2,600	-0,53	-20
0	ПІДЛ ГРУНТ		7	7,0	33,00	1,00	1		0	29,9	10,0	0,370	2,99	111

Проектні втрати тепла через теплопередачу ФТ, [Вт]:	1263
Проектні втрати тепла на вентиляцію ФV, [Вт]:	561
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh:	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi = (\Phi_T + \Phi_V) \cdot fh$, [Вт]:	1824
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження Φ_{HL} , [Вт]:	1824
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його площі $\Phi_{HL,f}$, [Вт/м ²]:	64,4
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його об'єму $\Phi_{HL,V}$, [Вт/м ³]:	20,4
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачею HT, [Вт/К]:	34,13
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/К]:	15,17

Розрахунок тепловтрат для приміщення 102 (топкова)

Приміщення: 102	$\theta_i = 17,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 878 \text{ Вт}$	Топкова 102
Площа і об'єм:	A= 15,72	V= 49,5	
Відмітка та висота:	Lf= 0,00	Hi= 3,15	
Поверх: Поверх	Тип приміщення: Топкова		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	n ₅₀ = 7,0	
Опалення:	Конвекційне	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,o} =$	fRH= 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	nmin= 0,30	Vmin= 14,9	
Інфільтроване повітря:	Vinfv= 20,8	Vm,infv=	
Припливне повітря:	Vsu,min=	Vsu=	
Повітря що видаляється:	Vex,min=	Vex=	
Вентиляційне повітря:	n= 0,4	Vv= 20,8	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні:102														
>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θе	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	Δθ	Uk	HT	ФТ
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м² · К	W/K	Вт
0	ДАХ	Г	-20	-20,0	19,14	1,00	1		0	21,1	37,0	0,185	3,91	145
0	СТ ЗОВН	Пвн	-20	-20,0	14,98	1,00	1		90	17,1	37,0	0,257	4,63	171
0	ВІКНО	Пвн	-20	-20,0	1,52	1,00	1	1,00	90	1,5	37,0	1,500	2,39	89
0	СТ ЗОВН	Сх	-20	-20,0	11,67	1,00	1		90	13,5	37,0	0,257	3,47	128
0	ВІКНО	Сх	-20	-20,0	0,94	1,00	1	1,00	90	0,9	37,0	1,500	1,41	52
0	СТ ВН К300		17	17,0	14,95	1,00	1		90	15,0	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН450		24	24,0	4,72	1,00	1		90	4,7	-7,0	0,468	-0,42	-15
0	СТ ВН450		22	22,0	7,92	1,00	1		90	7,9	-5,0	0,468	-0,50	-19
0	ДВ ВН		17	17,0	1,58	1,00	1		90	1,6	0,0	2,600	0,00	0
0	ПІДЛ ГРУНТ		7	7,0	19,14	1,00	1		0	17,2	10,0	0,381	1,77	65

Проектні втрати тепла через теплопередачу ФТ, [Вт]:	616
Проектні втрати тепла на вентиляцію ФV, [Вт]:	262
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh:	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi=(\Phi_T+\Phi_V) \cdot fh$, [Вт]:	878
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH}=A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження ФНL, [Вт]:	878
Показник ФНL приміщ., віднес. до його площі ФНL,f, [Вт/м²]:	55,9
Показник ФНL приміщ., віднес. до його об'єму ФНL,V, [Вт/м³]:	17,7
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачою HT, [Вт/К]:	16,66
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/К]:	7,07

Розрахунок тепловтрат для приміщення 103 (прихожа)

Приміщення: 103	θi = 22,0 °C	ФНL = 790 Вт	Коридор 103
Площа і об'єм:	A= 12,20	V= 36,3	
Відмітка та висота:	Lf= 0,00	Hi= 2,98	
Поверх: Поверх	Тип приміщення: Коридор		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	n50= 7,0	
Опалення:	Підлогове	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	Δθi,o=	fRH= 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	nmin= 0,50	Vmin= 18,2	
Інфільтроване повітря:	Vinfv= 15,3	Vm,infv=	
Припливне повітря:	Vsu,min=	Vsu=	
Повітря що видаляється:	Vex,min=	Vex=	
Вентиляційне повітря:	n= 0,5	Vv= 18,2	θv= -20,0

Огородження в приміщенні:103														
>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θе	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	Δθ	Uk	HT	ФТ
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м² · К	W/K	Вт
0	СТ ЗОВН	Пвд	-20	-20,0	12,64	1,00	1		90	13,2	42,0	0,257	3,39	142
0	ВІКНО	Пвд	-20	-20,0	1,06	1,00	1	1,00	90	1,1	42,0	1,500	1,60	67
0	ДВ ВХ	Пвд	-20	-20,0	2,30	1,00	1	1,00	90	2,3	42,0	1,500	3,45	145
0	СТ ВН К300		22	22,0	1,88	1,00	1		90	1,9	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		22	22,0	2,57	1,00	1		90	2,6	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН160		17	17,0	10,63	1,00	1		90	10,6	5,0	1,079	1,37	57
0	СТ ВН180		24	24,0	2,24	1,00	1		90	2,2	-2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		24	24,0	7,09	1,00	1		90	7,1	-2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН450		17	17,0	8,38	1,00	1		90	8,4	5,0	0,468	0,47	20
0	ДВ ВН		17	17,0	1,52	1,00	1		90	1,5	5,0	2,600	0,47	20
0	ПЕРЕКР		24	24,0	1,61	1,00	1		0	1,6	-2,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	12,98	1,00	1		0	13,0	0,0	0,530	0,00	0
0	ПІДЛ ГРУНТ		5	4,7	14,63	1,00	1		0	13,5	17,3	0,340	1,89	79

Проектні втрати тепла через теплопередачу ΦT , [Вт]:	530
Проектні втрати тепла на вентиляцію ΦV , [Вт]:	259
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення f_h :	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi = (\Phi T + \Phi V) \cdot f_h$, [Вт]:	790
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження Φ_{HL} , [Вт]:	790
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його площі $\Phi_{HL,f}$, [Вт/м²]:	64,8
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його об'єму $\Phi_{HL,V}$, [Вт/м³]:	21,7
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачею HT , [Вт/К]:	12,63
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV , [Вт/К]:	6,18

Розрахунок тепловтрат для приміщення 104 (санвузол)

Приміщення: 104	$\theta_i = 24,0$ °C	$\Phi_{HL} = 206$ Вт	Санвузол 104
Площа і об'єм:	A= 5,41	V= 16,1	
Відмітка та висота:	Lf= 0,00	Hi= 2,98	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Санвузол		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	n ₅₀ = 7,0	
Опалення:	Підлогове	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,o}$ =	f _{RH} = 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	n _{min} = 0,50	V _{min} = 8,1	
Інфільтроване повітря:	V _{infv} = 0,0	V _{m,infv} =	
Припливне повітря:	V _{su,min} =	V _{su} =	
Повітря що видаляється:	V _{ex,min} =	V _{ex} =	
Вентиляційне повітря:	n= 0,5	V _v = 8,1	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні:104

>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θ_e	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	$\Delta\theta$	Uk	HT	ΦT
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м²·К	W/K	Вт
0	СТ ВН180		22	22,0	2,24	1,00	1		90	2,2	2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	7,09	1,00	1		90	7,1	2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	7,05	1,00	1		90	7,1	2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН450		17	17,0	4,72	1,00	1		90	4,7	7,0	0,468	0,35	15
0	СТ ВН450		17	17,0	6,04	1,00	1		90	6,0	7,0	0,468	0,45	20
0	СТ ВН450		22	22,0	7,10	1,00	1		90	7,1	2,0	0,468	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,46	1,00	1		90	1,5	2,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	6,98	1,00	1		0	7,0	2,0	0,530	0,00	0
0	ПІДЛ ГРУНТ		4	3,8	7,01	1,00	1		0	7,0	20,2	0,353	1,13	50

Проектні втрати тепла через теплопередачу ΦT , [Вт]:	85
Проектні втрати тепла на вентиляцію ΦV , [Вт]:	120
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення f_h :	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi = (\Phi T + \Phi V) \cdot f_h$, [Вт]:	206
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження Φ_{HL} , [Вт]:	206
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його площі $\Phi_{HL,f}$, [Вт/м²]:	38,0
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його об'єму $\Phi_{HL,V}$, [Вт/м³]:	12,8
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачею HT , [Вт/К]:	1,94
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV , [Вт/К]:	2,74

Розрахунок тепловтрат для приміщення 105/109 (вітальня)

Приміщення: 109	$\theta_i = 22,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 2124 \text{ Вт}$	Вітальня 109
Площа і об'єм:	A= 44,86	V= 133,7	
Відмітка та висота:	Lf= 0,00	Hi= 2,98	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Вітальня		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	$n_{50} = 7,0$	
Опалення:	Підлогове	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,o} =$	$f_{RH} = 0,0$
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	$n_{min} = 0,50$	$V_{min} = 66,8$	
Інфільтроване повітря:	$V_{infv} = 56,1$	$V_{m,infv} =$	
Припливне повітря:	$V_{su,min} =$	$V_{su} =$	
Повітря що видаляється:	$V_{ex,min} =$	$V_{ex} =$	
Вентиляційне повітря:	$n = 0,5$	$V_v = 66,8$	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні:109

>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θ_e	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	$\Delta\theta$	Uk	HT	ФТ
			$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	м; м ²	м	шт.		$^{\circ}$	м ²	К	Вт/м ² · К	W/K	Вт
0	СТ ЗОВН	Пвн	-20	-20,0	23,02	1,00	1		90	24,6	42,0	0,257	6,63	279
0	ВІКНО	Пвн	-20	-20,0	1,26	1,00	1	1,00	90	1,3	42,0	1,500	1,99	84
0	СТ ЗОВН	З	-20	-20,0	14,24	1,00	1		90	15,6	42,0	0,257	4,02	169
0	ВІКНО	З	-20	-20,0	5,56	1,00	1	1,00	90	5,6	42,0	1,500	8,34	350
0	СТ ВН К300		22	22,0	1,88	1,00	1		90	1,9	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		22	22,0	3,66	1,00	1		90	3,7	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		22	22,0	2,57	1,00	1		90	2,6	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		17	17,0	5,84	1,00	1		90	5,8	5,0	1,287	0,89	38
0	СТ ВН К300		22	22,0	2,71	1,00	1		90	2,7	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		22	22,0	11,22	1,00	1		90	11,2	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН180		24	24,0	7,05	1,00	1		90	7,1	-2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН450		22	22,0	5,71	1,00	1		90	5,7	0,0	0,468	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,48	1,00	1		90	1,5	0,0	2,600	0,00	0
0	ДВ ВН		24	24,0	1,46	1,00	1		90	1,5	-2,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	17,30	1,00	1		0	17,3	0,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		20	20,0	7,76	1,00	1		0	7,8	2,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	1,14	1,00	1		0	1,1	0,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	23,32	1,00	1		0	23,3	0,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		24	24,0	0,10	1,00	1		0	0,1	-2,0	0,530	0,00	0
0	ПІДЛ ГРУНТ		5	4,7	49,79	1,00	1		0	46,8	17,3	0,310	5,96	250

Проектні втрати тепла через теплопередачу Φ_T , [Вт]:	1169
Проектні втрати тепла на вентиляцію Φ_V , [Вт]:	954
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення f_h :	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi = (\Phi_T + \Phi_V) \cdot f_h$, [Вт]:	2124
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження Φ_{HL} , [Вт]:	2124
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його площі $\Phi_{HL,f}$, [Вт/м ²]:	47,3
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його об'єму $\Phi_{HL,V}$, [Вт/м ³]:	15,9
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачею HT, [Вт/К]:	27,84
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/К]:	22,73

Розрахунок тепловтрат для приміщення 106 (кабінет)

Приміщення: 106	$\theta_i = 22,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 671 \text{ Вт}$	Кабінет 106
Площа і об'єм:	A= 11,69	V= 34,8	
Відмітка та висота:	Lf= 0,00	Hi= 2,98	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Кабінет		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	$n_{50} = 7,0$	
Опалення:	Підлогове	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,o} =$	$f_{RH} = 0,0$
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	$n_{min} = 0,50$	$V_{min} = 17,4$	
Інфільтроване повітря:	$V_{infv} = 9,8$	$V_{m,infv} =$	
Припливне повітря:	$V_{su,min} =$	$V_{su} =$	
Повітря що видаляється:	$V_{ex,min} =$	$V_{ex} =$	
Вентиляційне повітря:	$n = 0,5$	$V_v = 17,4$	$\theta_v = -20,0$

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						100
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Огородження в приміщенні:106														
>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θе	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	Δθ	Uk	HT	ФТ
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м² · K	W/K	Вт
0	СТ ЗОВН	Пвн	-20	-20,0	12,48	1,00	1		90	13,7	42,0	0,257	3,70	155
0	ВІКНО	Пвн	-20	-20,0	1,84	1,00	1	1,00	90	1,8	42,0	1,500	2,90	122
0	СТ ЗОВН	Сх	-20	-20,0	3,30	1,00	1		90	4,2	42,0	0,257	1,07	45
0	СТ ВН К300		22	22,0	11,22	1,00	1		90	11,2	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН450		22	22,0	5,71	1,00	1		90	5,7	0,0	0,468	0,00	0
0	СТ ВН450		17	17,0	7,92	1,00	1		90	7,9	5,0	0,468	0,44	19
0	СТ ВН450		24	24,0	7,10	1,00	1		90	7,1	-2,0	0,468	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,48	1,00	1		90	1,5	0,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		24	24,0	14,60	1,00	1		0	14,6	-2,0	0,530	0,00	0
0	ПІДЛ ГРУНТ		5	4,7	14,74	1,00	1		0	13,5	17,3	0,352	1,96	82

Проектні втрати тепла через теплопередачу ФТ, [Вт]:	423
Проектні втрати тепла на вентиляцію ФV, [Вт]:	249
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh:	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi=(\Phi_T+\Phi_V) \cdot fh$, [Вт]:	671
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH}=A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження ФНL, [Вт]:	671
Показник ФНL приміщ., віднес. до його площі ФНL,f, [Вт/м²]:	57,4
Показник ФНL приміщ., віднес. до його об'єму ФНL,V, [Вт/м³]:	19,3
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачою HT, [Вт/К]:	10,06
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/К]:	5,92

Розрахунок тепловтрат для приміщення 107 (комора)

Приміщення: 107	θi = 17,0 °C	ФНL = 89 Вт	Комора 107
Площа і об'єм:	A= 5,10	V= 15,2	
Відмітка та висота:	Lf= 0,00	Hi= 2,98	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Комора		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	n50= 7,0	
Опалення:	Підлогове	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	Δθi,o=	fRH= 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	nmin= 0,50	Vmin= 7,6	
Інфільтроване повітря:	Vinfv= 4,3	Vm,infv=	
Припливне повітря:	Vsu,min=	Vsu=	
Повітря що видаляється:	Vex,min=	Vex=	
Вентиляційне повітря:	n= 0,5	Vv= 7,6	θv= -20,0

Огородження в приміщенні:107														
>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θе	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	Δθ	Uk	HT	ФТ
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м²·K	W/K	Вт
0	СТ ЗОВН	Сх	-20	-20,0	2,11	1,00	1		90	2,9	37,0	0,257	0,75	28
0	СТ ЗОВН	Пвд	-20	-20,0	5,42	1,00	1		90	6,4	37,0	0,257	1,64	61
0	ВІКНО	Пвд	-20	-20,0	0,88	1,00	1	1,00	90	0,9	37,0	1,500	1,32	49
0	СТ ВН К300		22	22,0	5,84	1,00	1		90	5,8	-5,0	1,287	-1,02	-38
0	СТ ВН160		22	22,0	10,63	1,00	1		90	10,6	-5,0	1,079	-1,55	-57
0	СТ ВН450		22	22,0	11,26	1,00	1		90	11,3	-5,0	0,468	-0,71	-26
0	ДВ ВН		22	22,0	1,48	1,00	1		90	1,5	-5,0	2,600	-0,52	-19
0	ПЕРЕКР		24	24,0	6,89	1,00	1		0	6,9	-7,0	0,530	-0,69	-26
0	ПІДЛ ГРУНТ		7	7,0	6,92	1,00	1		0	6,3	10,0	0,355	0,61	23

Проектні втрати тепла через теплопередачу ФТ, [Вт]:	-6
Проектні втрати тепла на вентиляцію ФV, [Вт]:	96
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh:	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi=(\Phi_T+\Phi_V) \cdot fh$, [Вт]:	89
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH}=A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження ФНL, [Вт]:	89
Показник ФНL приміщ., віднес. до його площі ФНL,f, [Вт/м²]:	17,5
Показник ФНL приміщ., віднес. до його об'єму ФНL,V, [Вт/м³]:	5,9
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачою HT, [Вт/К]:	-0,17
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/К]:	2,58

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ				Арк.
									101
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Розрахунок тепловтрат для приміщення 108 (кухня)

Приміщення: 108	$\theta_i = 22,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 1760 \text{ Вт}$	Кухня 108
Площа і об'єм:	A= 16,01	V= 47,7	
Відмітка та висота:	Lf= 0,00	Hi= 2,98	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Кухня		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	$n_{50} = 7,0$	
Опалення:	Підлогове	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,o} =$	fRH= 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	$n_{min} = 1,50$	$V_{min} = 71,5$	
Інфільтроване повітря:	$V_{infv} = 20,0$	$V_{m,infv} =$	
Припливне повітря:	$V_{su,min} =$	$V_{su} =$	
Повітря що видаляється:	$V_{ex,min} =$	$V_{ex} =$	
Вентиляційне повітря:	$n = 1,5$	$V_v = 71,5$	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні: 108

>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θ_e	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	$\Delta\theta$	Uk	HT	ФТ
			$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	м; м ²	м	шт.		$^{\circ}$	м ²	К	Вт/м ² ·К	W/K	Вт
0	СТ ЗОВН	Пвд	-20	-20,0	13,15	1,00	1		90	14,4	42,0	0,257	3,71	156
0	ВІКНО	Пвд	-20	-20,0	3,12	1,00	1	1,00	90	3,1	42,0	1,500	4,68	197
0	СТ ЗОВН	З	-20	-20,0	11,15	1,00	1		90	12,3	42,0	0,257	3,17	133
0	ВІКНО	З	-20	-20,0	1,52	1,00	1	1,00	90	1,5	42,0	1,500	2,28	96
0	СТ ВН К300		22	22,0	3,66	1,00	1		90	3,7	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		22	22,0	2,71	1,00	1		90	2,7	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН450		17	17,0	11,26	1,00	1		90	11,3	5,0	0,468	0,63	26
0	ДВ ВН		17	17,0	1,48	1,00	1		90	1,5	5,0	2,600	0,46	19
0	ПЕРЕКР		22	22,0	18,79	1,00	1		0	18,8	0,0	0,530	0,00	0
0	ПІДЛ ГРУНТ		5	4,7	18,98	1,00	1		0	17,0	17,3	0,381	2,66	112

Проектні втрати тепла через теплопередачу Φ_T , [Вт]:	739
Проектні втрати тепла на вентиляцію Φ_V , [Вт]:	1022
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh:	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi = (\Phi_T + \Phi_V) \cdot fh$, [Вт]:	1760
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження Φ_{HL} , [Вт]:	1760
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його площі $\Phi_{HL,f}$, [Вт/м ²]:	110,0
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його об'єму $\Phi_{HL,V}$, [Вт/м ³]:	36,9
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачою HT, [Вт/К]:	17,59
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/К]:	24,32

А.2 Розрахунок тепловтрат приміщень другого поверху в програмі KAN OZC

Розрахунок тепловтрат для приміщення 201 (хол)

Приміщення: 201	$\theta_i = 22,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 762 \text{ Вт}$	Хол 201
Площа і об'єм:	A= 20,14	V= 57,9	
Відмітка та висота:	Lf= 3,30	Hi= 2,87	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Хол		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	$n_{50} = 7,0$	
Опалення:	Конвекционное	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,o} =$	fRH= 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	$n_{min} = 0,50$	$V_{min} = 29,0$	
Інфільтроване повітря:	$V_{infv} = 16,2$	$V_{m,infv} =$	
Припливне повітря:	$V_{su,min} =$	$V_{su} =$	
Повітря що видаляється:	$V_{ex,min} =$	$V_{ex} =$	
Вентиляційне повітря:	$n = 0,5$	$V_v = 29,0$	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні:201														
>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θe	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	Δθ	Uk	HT	ФТ
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м²·K	W/K	Вт
0	ДАХ	Г	-20	-20,0	23,35	1,00	1		0	23,9	42,0	0,185	4,42	186
0	СТ ЗОВН	Пвн	-20	-20,0	6,54	1,00	1		90	7,0	42,0	0,257	1,88	79
0	ВІКНО	Пвн	-20	-20,0	1,27	1,00	1	1,00	90	1,3	42,0	1,500	1,99	84
0	СТ ВН К300		22	22,0	3,98	1,00	1		90	4,0	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		22	22,0	4,65	1,00	1		90	4,7	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		24	24,0	7,36	1,00	1		90	7,4	-2,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		24	24,0	10,82	1,00	1		90	10,8	-2,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	4,06	1,00	1		90	4,1	0,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		20	20,0	6,51	1,00	1		90	6,5	2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	8,29	1,00	1		90	8,3	0,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	11,30	1,00	1		90	11,3	0,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН450		22	22,0	0,51	1,00	1		90	0,5	0,0	0,468	0,00	0
0	СТ ВН450		24	24,0	4,12	1,00	1		90	4,1	-2,0	0,468	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,44	1,00	1		90	1,4	0,0	2,600	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,52	1,00	1		90	1,5	0,0	2,600	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,46	1,00	1		90	1,5	0,0	2,600	0,00	0
0	ДВ ВН		24	24,0	1,54	1,00	1		90	1,5	-2,0	2,600	0,00	0
0	ДВ ВН		20	20,0	1,30	1,00	1		90	1,3	2,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	23,32	1,00	1		0	23,3	0,0	0,530	0,00	0

Проектні втрати тепла через теплопередачу ФТ, [Вт]:	348
Проектні втрати тепла на вентиляцію ФV, [Вт]:	413
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh:	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi = (\Phi_T + \Phi_V) \cdot fh$, [Вт]:	762
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження ФНL, [Вт]:	762
Показник ФНL приміщ., віднес. до його площі ФНL,f, [Вт/м²]:	37,8
Показник ФНL приміщ., віднес. до його об'єму ФНL,V, [Вт/м³]:	13,2
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачою HT, [Вт/К]:	8,30
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/К]:	9,84

Розрахунок тепловтрат для приміщення 202 (санвузол)

Приміщення: 202	θ _i = 24,0 °C	ФНL = 810 Вт	Санвузол 202
Площа і об'єм:	A= 11,65	V= 33,5	
Відмітка та висота:	Lf= 3,30	Hi= 2,87	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Санвузол		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	n ₅₀ = 7,0	
Опалення:	Підлогове	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	Δθ _{i,c} =	f _{RH} = 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	n _{min} = 0,50	V _{min} = 16,7	
Інфільтроване повітря:	V _{infv} = 9,4	V _{m,infv} =	
Припливне повітря:	V _{su,min} =	V _{su} =	
Повітря що видаляється:	V _{ex,min} =	V _{ex} =	
Вентиляційне повітря:	n= 0,5	Vv= 16,7	θv= -20,0

Огородження в приміщенні:202														
>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θe	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	Δθ	Uk	HT	ФТ
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м² · K	W/K	Вт
0	ДАХ	Г	-20	-20,0	14,70	1,00	1		0	16,4	44,0	0,185	3,04	134
0	СТ ЗОВН	Пвн	-20	-20,0	12,08	1,00	1		90	13,6	44,0	0,257	3,66	161
0	ВІКНО	Пвн	-20	-20,0	1,84	1,00	1	1,00	90	1,8	44,0	1,500	2,90	128
0	СТ ЗОВН	Сх	-20	-20,0	10,82	1,00	1		90	12,1	44,0	0,257	3,12	137
0	СТ ВН К300		22	22,0	10,82	1,00	1		90	10,8	2,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН450		22	22,0	4,12	1,00	1		90	4,1	2,0	0,468	0,00	0
0	СТ ВН450		22	22,0	8,26	1,00	1		90	8,3	2,0	0,468	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,54	1,00	1		90	1,5	2,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	14,60	1,00	1		0	14,6	2,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	0,10	1,00	1		0	0,1	2,0	0,530	0,00	0

Проектні втрати тепла через теплопередачу ΦT , [Вт]:	560
Проектні втрати тепла на вентиляцію ΦV , [Вт]:	250
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення f_h :	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi = (\Phi T + \Phi V) \cdot f_h$, [Вт]:	810
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження Φ_{HL} , [Вт]:	810
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його площі $\Phi_{HL, f}$, [Вт/м²]:	69,6
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його об'єму $\Phi_{HL, V}$, [Вт/м³]:	24,2
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачою HT , [Вт/К]:	12,72
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV , [Вт/К]:	5,69

Розрахунок тепловтрат для приміщення 203/204 (спальня)

Приміщення: 204	$\theta_i = 22,0$ °C	$\Phi_{HL} = 1226$ Вт	Спальня 204
Площа і об'єм:	$A = 19,92$	$V = 57,3$	
Відмітка та висота:	$L_f = 3,30$	$H_i = 2,87$	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Спальня		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	$n_{50} = 7,0$	
Опалення:	Конвекционное	Без пониження температури теп	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	$\theta_h =$	$\Delta\theta_{i,o} =$	$f_{RH} = 0,0$
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	$n_{min} = 0,50$	$V_{min} = 28,6$	
Інфільтроване повітря:	$V_{infv} = 24,1$	$V_{m, infv} =$	
Припливне повітря:	$V_{su, min} =$	$V_{su} =$	
Повітря що видаляється:	$V_{ex, min} =$	$V_{ex} =$	
Вентиляційне повітря:	$n = 0,5$	$V_v = 28,6$	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні: 204

>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θ_e	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	$\Delta\theta$	Uk	HT	ΦT
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м²·К	W/K	Вт
0	ДАХ	Г	-20	-20,0	23,92	1,00	1		0	26,4	42,0	0,185	4,88	205
0	СТ ЗОВН	Сх	-20	-20,0	19,85	1,00	1		90	21,7	42,0	0,257	5,58	234
0	ВІКНО	Сх	-20	-20,0	0,73	1,00	1	1,00	90	0,7	42,0	1,500	1,10	46
0	СТ ЗОВН	Пвд	-20	-20,0	11,30	1,00	1		90	12,8	42,0	0,257	3,29	138
0	ВІКНО	Пвд	-20	-20,0	3,07	1,00	1	1,00	90	3,1	42,0	1,500	4,61	194
0	СТ ВН К300		22	22,0	2,82	1,00	1		90	2,8	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		22	22,0	4,65	1,00	1		90	4,7	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	8,29	1,00	1		90	8,3	0,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		24	24,0	10,79	1,00	1		90	10,8	-2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН450		24	24,0	8,26	1,00	1		90	8,3	-2,0	0,468	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,46	1,00	1		90	1,5	0,0	2,600	0,00	0
0	ДВ ВН		24	24,0	1,50	1,00	1		90	1,5	-2,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		24	24,0	6,98	1,00	1		0	7,0	-2,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	2,83	1,00	1		0	2,8	0,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	12,98	1,00	1		0	13,0	0,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	1,14	1,00	1		0	1,1	0,0	0,530	0,00	0

Проектні втрати тепла через теплопередачу ΦT , [Вт]:	817
Проектні втрати тепла на вентиляцію ΦV , [Вт]:	409
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення f_h :	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi = (\Phi T + \Phi V) \cdot f_h$, [Вт]:	1226
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження Φ_{HL} , [Вт]:	1226
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його площі $\Phi_{HL, f}$, [Вт/м²]:	61,5
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його об'єму $\Phi_{HL, V}$, [Вт/м³]:	21,4
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачою HT , [Вт/К]:	19,45
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV , [Вт/К]:	9,74

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

Розрахунок тепловтрат для приміщення 205 (санвузол)

Приміщення: 205	$\theta_i = 24,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 386 \text{ Вт}$	Санвузол 205
Площа і об'єм:	A= 6,88	V= 19,8	
Відмітка та висота:	Lf= 3,30	Hi= 2,87	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Санвузол		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	n ₅₀ = 7,0	
Опалення:	Підлогове	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,o}$ =	fRH= 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	n _{min} = 0,50	V _{min} = 9,9	
Інфільтроване повітря:	V _{infv} = 5,5	V _{m,infv} =	
Припливне повітря:	V _{su,min} =	V _{su} =	
Повітря що видаляється:	V _{ex,min} =	V _{ex} =	
Вентиляційне повітря:	n= 0,5	Vv= 9,9	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні:205

>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θ_e	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	$\Delta\theta$	Uk	HT	ФТ
			$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	м; м ²	м	шт.		$^{\circ}$	м ²	К	Вт/м ² ·К	W/K	Вт
0	ДАХ	Г	-20	-20,0	8,83	1,00	1		0	9,3	44,0	0,185	1,73	76
0	СТ ЗОВН	Пвд	-20	-20,0	6,48	1,00	1		90	6,9	44,0	0,257	1,77	78
0	ВІКНО	Пвд	-20	-20,0	0,88	1,00	1	1,00	90	0,9	44,0	1,500	1,32	58
0	СТ ВН К300		22	22,0	7,36	1,00	1		90	7,4	2,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	10,79	1,00	1		90	10,8	2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН450		22	22,0	12,29	1,00	1		90	12,3	2,0	0,468	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,50	1,00	1		90	1,5	2,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	1,61	1,00	1		0	1,6	2,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		17	17,0	6,89	1,00	1		0	6,9	7,0	0,530	0,58	26
0	ПЕРЕКР		24	24,0	0,23	1,00	1		0	0,2	0,0	0,530	0,00	0

Проектні втрати тепла через теплопередачу ФТ, [Вт]:	238
Проектні втрати тепла на вентиляцію ФV, [Вт]:	148
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh:	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi=(\Phi_T+\Phi_V) \cdot fh$, [Вт]:	386
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH}=A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження Φ_{HL} , [Вт]:	386
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його площі $\Phi_{HL,f}$, [Вт/м ²]]:	56,1
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його об'єму $\Phi_{HL,V}$, [Вт/м ³]]:	19,5
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачею HT, [Вт/К]:	5,40
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/К]:	3,36

Розрахунок тепловтрат для приміщення 206 (спальня)

Приміщення: 206	$\theta_i = 22,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 1063 \text{ Вт}$	Спальня 206
Площа і об'єм:	A= 15,63	V= 44,9	
Відмітка та висота:	Lf= 3,30	Hi= 2,87	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Спальня		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	n ₅₀ = 7,0	
Опалення:	Конвекционное	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,o}$ =	fRH= 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	n _{min} = 0,50	V _{min} = 22,5	
Інфільтроване повітря:	V _{infv} = 18,9	V _{m,infv} =	
Припливне повітря:	V _{su,min} =	V _{su} =	
Повітря що видаляється:	V _{ex,min} =	V _{ex} =	
Вентиляційне повітря:	n= 0,5	Vv= 22,5	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні: 206														
>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θ _e	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	Δθ	Uk	HT	ФТ
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м²·K	W/K	Вт
0	ДАХ	Г	-20	-20,0	19,05	1,00	1		0	21,0	42,0	0,185	3,89	163
0	СТ ЗОВН	Пвд	-20	-20,0	12,74	1,00	1		90	14,3	42,0	0,257	3,68	155
0	ВІКНО	Пвд	-20	-20,0	3,14	1,00	1	1,00	90	3,1	42,0	1,500	4,70	198
0	СТ ЗОВН	З	-20	-20,0	10,78	1,00	1		90	12,2	42,0	0,257	3,13	131
0	ВІКНО	З	-20	-20,0	1,50	1,00	1	1,00	90	1,5	42,0	1,500	2,26	95
0	СТ ВН К300		22	22,0	3,98	1,00	1		90	4,0	0,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН К300		20	20,0	10,37	1,00	1		90	10,4	2,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН450		24	24,0	12,29	1,00	1		90	12,3	-2,0	0,468	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,52	1,00	1		90	1,5	0,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	18,79	1,00	1		0	18,8	0,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	0,23	1,00	1		0	0,2	0,0	0,530	0,00	0

Розрахунок тепловтрат для приміщення 207 (гардероб)

Приміщення: 207		$\theta_i = 20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{NL} = 318\text{ Вт}$	Гардероб 207	
Площа і об'єм:		A= 6,43		V= 18,5	
Відмітка та висота:		Lf= 3,30		Hi= 2,87	
Поверх: Поверх		Тип помещения: Гардероб			
Параметри об'єкта:		Тип: Одноквартирне		Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:		Середня		n ₅₀ = 7,0	
Опалення:		Конвекционное		Без пониж. темп. теплоносія	
Параметри пониж. темп. теплоносія:		Th=		$\Delta\theta_{i,o}$ =	
Система вентиляції:		Природна індивідуальна			
Гігієнічні вимоги:		n _{min} = 0,50		V _{min} = 9,3	
Інфільтроване повітря:		V _{infv} = 5,2		V _{m,infv} =	
Припливне повітря:		V _{su,min} =		V _{su} =	
Повітря що видаляється:		V _{ex,min} =		V _{ex} =	
Вентиляційне повітря:		n= 0,5		Vv= 9,3	
				$\theta_v = -20,0$	

Огородження в приміщенні: 207														
>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θ _e	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	Δθ	Uk	HT	ФТ
			°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	К	Вт/м²·K	W/K	Вт
0	ДАХ	Г	-20	-20,0	7,91	1,00	1		0	8,5	40,0	0,185	1,57	63
0	СТ ЗОВН	З	-20	-20,0	6,91	1,00	1		90	7,3	40,0	0,257	1,89	75
0	ВІКНО	З	-20	-20,0	0,90	1,00	1	1,00	90	0,9	40,0	1,500	1,35	54
0	СТ ВН К300		22	22,0	10,37	1,00	1		90	10,4	-2,0	1,287	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	6,51	1,00	1		90	6,5	-2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	10,37	1,00	1		90	10,4	-2,0	0,990	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,30	1,00	1		90	1,3	-2,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	7,76	1,00	1		0	7,8	-2,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		20	20,0	0,15	1,00	1		0	0,1	0,0	0,530	0,00	0

Проектні втрати тепла через теплопередачу ФТ, [Вт]:													192
Проектні втрати тепла на вентиляцію ФV, [Вт]:													126
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh:													1,00
Загальні проектні втрати тепла Φ=(ФТ+ФV)·fh, [Вт]:													318
Надлишок теплової потужності Φ _{RH} =A·f _{RH} , [Вт]:													0
Проектне теплове навантаження Φ _{NL} , [Вт]:													318
Показник Φ _{NL} приміщ., віднес. до його площі Φ _{NL,f} , [Вт/м²]:													49,4
Показник Φ _{NL} приміщ., віднес. до його об'єму Φ _{NL,V} , [Вт/м³]:													17,2
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачею HT, [Вт/К]:													4,80
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/К]:													3,15

Розрахунок тепловтрат для приміщення 208 (спальня)

Приміщення: 208	$\theta_i = 22,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{HL} = 1042 \text{ Вт}$	Спальня 208
Площа і об'єм:	A= 14,93	V= 42,9	
Відмітка та висота:	Lf= 3,30	Hi= 2,87	
Поверх: Поверх	Тип помещения: Спальня		
Параметри об'єкта:	Тип: Одноквартирне	Тип конструкції: Середня	
Ступінь герметичності:	Середня	n ₅₀ = 7,0	
Опалення:	Конвекционное	Без пониж. темп. теплоносія	Індивідуальне рег.
Параметри пониж. темп. теплоносія:	Th=	$\Delta\theta_{i,c} =$	fRH= 0,0
Система вентиляції:	Природна індивідуальна		
Гігієнічні вимоги:	n _{min} = 0,50	V _{min} = 21,5	
Інфільтроване повітря:	V _{infv} = 18,0	V _{m,infv} =	
Припливне повітря:	V _{su,min} =	V _{su} =	
Повітря що видаляється:	V _{ex,min} =	V _{ex} =	
Вентиляційне повітря:	n= 0,5	V _v = 21,5	$\theta_v = -20,0$

Огородження в приміщенні:208

>	Символ	Ор.	Приміщення або θ	θ_e	L або A	H	N	Fsh	Кут	Ac	$\Delta\theta$	Uk	HT	ФТ
			$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	м; м ²	м	шт.		$^{\circ}$	м ²	К	Вт/м ² ·К	W/K	Вт
0	ДАХ	Г	-20	-20,0	17,51	1,00	1		0	19,4	42,0	0,185	3,59	151
0	СТ ЗОВН	Пвн	-20	-20,0	12,75	1,00	1		90	14,3	42,0	0,257	3,87	163
0	ВІКНО	Пвн	-20	-20,0	3,12	1,00	1	1,00	90	3,1	42,0	1,500	4,91	206
0	СТ ЗОВН	З	-20	-20,0	9,78	1,00	1		90	11,1	42,0	0,257	2,86	120
0	ВІКНО	З	-20	-20,0	1,52	1,00	1	1,00	90	1,5	42,0	1,500	2,28	96
0	СТ ВН180		22	22,0	4,06	1,00	1		90	4,1	0,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		20	20,0	10,37	1,00	1		90	10,4	2,0	0,990	0,00	0
0	СТ ВН180		22	22,0	11,30	1,00	1		90	11,3	0,0	0,990	0,00	0
0	ДВ ВН		22	22,0	1,44	1,00	1		90	1,4	0,0	2,600	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	17,30	1,00	1		0	17,3	0,0	0,530	0,00	0
0	ПЕРЕКР		22	22,0	0,21	1,00	1		0	0,2	0,0	0,530	0,00	0

Проектні втрати тепла через теплопередачу Φ_T , [Вт]:	736
Проектні втрати тепла на вентиляцію Φ_V , [Вт]:	307
Корегуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення f_h :	1,00
Загальні проектні втрати тепла $\Phi = (\Phi_T + \Phi_V) \cdot f_h$, [Вт]:	1042
Надлишок теплової потужності $\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$, [Вт]:	0
Проектне теплове навантаження Φ_{HL} , [Вт]:	1042
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його площі $\Phi_{HL,f}$, [Вт/м ²]:	69,8
Показник Φ_{HL} приміщ., віднес. до його об'єму $\Phi_{HL,V}$, [Вт/м ³]:	24,3
Коефіцієнт проектних втрат тепла, викликаних теплопередачою HT , [Вт/К]:	17,52
Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV , [Вт/К]:	7,30

Додаток Б

Розрахунок радіаторів опалення за допомогою програми KAN SET 7.2

Сис	Тип	Приміщення	Сим.	Символ	Розмір	Φ_{pr} %	Φ_{HL} Вт	Φ_{HL} кВт	Φ_p Вт	Φ_p кВт	Φ_r Вт
		102		РМСТАЛ 22-50V	0,500 м	100	878	0,9	677	0,7	713
		101	A	РМСТАЛ 22-50V	0,700 м	50	912	0,9	869	0,9	925
		101	B	РМСТАЛ 22-50V	0,700 м	50	912	0,9	869	0,9	912
		204	A	РМСТАЛ 22-50V	0,500 м	50	613	0,6	535	0,5	586
		204	B	РМСТАЛ 22-50V	1,000 м	50	613	0,6	535	0,5	913
		206		РМСТАЛ 22-50V	1,000 м	100	1063	1,1	1017	1,0	1064
		207		РМСТАЛ 22-50V	0,400 м	100	318	0,3	300	0,3	375
		208		РМСТАЛ 22-50V	1,000 м	100	1042	1,0	940	0,9	1091
		201		РМСТАЛ 22-50V	0,600 м	100	762	0,8	699	0,7	697

Приміщення	Φ_r кВт	Φ_{def} Вт	Φ_{def} кВт	θ_s °C	$\Delta\theta_r$ K	Q м³/год	Q л/хв	Q л/с	Δp кПа	V л
102	0,7	-36	-0,0	79,38	16,24	0,0386	0,6440	0,0107	0,01	2,56
101	0,9	-56	-0,1	78,79	20,28	0,0401	0,6680	0,0111	0,01	3,59
101	0,9	-43	-0,0	78,13	20,00	0,0401	0,6678	0,0111	0,01	3,59
204	0,6	-51	-0,1	78,97	19,13	0,0270	0,4492	0,0075	0,00	2,56
204	0,9	-379	-0,4	78,01	29,80	0,0269	0,4476	0,0075	0,00	5,13
206	1,1	-47	-0,0	76,38	20,03	0,0466	0,7774	0,0130	0,01	5,13
207	0,4	-75	-0,1	72,81	23,60	0,0139	0,2318	0,0039	0,00	2,05
208	1,1	-152	-0,2	77,72	20,94	0,0458	0,7628	0,0127	0,01	5,13
201	0,7	1	0,0	78,20	18,30	0,0335	0,5582	0,0093	0,00	3,08

Де Φ_{pr} – проектна частка теплової потужності у %;

Φ_{HL} – проектна тепловіддача опалювального приладу;

Φ_p – необхідна проектна тепловіддача опалювального приладу після врахування теплонадходжень;

Φ_r – реальна тепловіддача опалювального приладу, що передається до приміщення;

Φ_{def} – дефіцит або надлишок теплової потужності опалювального приладу

θ_s – реальна температура теплоносія що подається в опалювальний прилад;

$\Delta\theta_r$ – реальне охолодження теплоносія в опалювальному приладі;

Q – об'ємна витрата теплоносія, що протікає через опалювальний прилад;

Δp – гідравлічний опір опалювального приладу;

V – об'єм опалювального приладу.

					КП.МД.24.144.2139.ПЗ	Арк.
						108
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		Пози- ція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виготовлювач	Одини- ця вимірю- вання	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Примітка			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Інв. № ориг. Підпис і дата Замість інв. №		24	Кран кульовий зі штуцером 1/2" для зливу		485ROM040E	Bianchi	шт.	2					
		25	Група безпеки 1" 3 бар для котлів до 50 кВт		1210415	Herz	шт.	2					
		26	Поворотний клапан HRE3, PN6, DN25/10 вн.різ		065Z0419	Danfoss	шт.	1					
			Автоматика топкової										
		27	Термостат BRC накладний на трубопровід		39T 0016	Imit	шт.	1					
		28	Електропривод AMB162 5 Нм 230В 120с 3-х поз.		082H0223	Danfoss	шт.	1			Для клапана HRE3		
		29	Трьохпозиційний сервомотор		M66341	Meibes	шт.	1			Для змішувальної групи радіаторного опалення		
		30	Цифровий кімнатний термостат Kontrolia HT15 LCD		39T 0552	Romstal	шт.	1					
		31	Погодозалежний регулятор		WT100	Salus	шт.	1					
		32	Сервопривод 230 В 3-х позиційний з термостатом		M66341.37	Meibes	шт.	1			Для змішувальної групи підлогового опалення		
			Опалювальні прилади		266242-001	Rehau	шт.	6					
		33	Сталевий радіатор 22тип 500x400мм нижнє підкл.		34 VR6504	Romstal	шт.	1					
		34	Сталевий радіатор 22тип 500x500мм нижнє підкл.		34 VR6505	Romstal	шт.	2					
		35	Сталевий радіатор 22тип 500x600мм нижнє підкл.		34 VR6506	Romstal	шт.	1					
		36	Сталевий радіатор 22тип 500x700мм нижнє підкл.		34 VR6507	Romstal	шт.	2					
		37	Сталевий радіатор 22тип 500x1000мм нижнє підкл.		34 VR6510	Romstal	шт.	3					
		38	Вузол нижн. підключення RLV-KB кутовий 1/2"x3/4"		003L0394	Danfoss	шт.	6					
		39	Вентильна вставка RA-N G 1/2 А для радіаторів з		013G0372+	Danfoss	шт.	9					
			нижнім підключенням		013G0951								
		40	Комплект радіаторний RAS-CK+RLV-KB 1/2" кутовий		013G5276	Danfoss	шт.	3					
		41	Труба Rautherm S 17x2,0 ММ для теплої підлоги		136140-240	Rehau	м	750					
		42	Колектор латунний 1" BB, тип FHF, 8 виходів		088U0528	Danfoss	шт.	1					
		43	Колектор латунний 1" BB, тип FHF, 2 вихода		088U0522	Danfoss	шт.	1					
			Автоматика опалення										
		44	Контролер Icon Master 10 каналів 24В		088U1141	Danfoss	шт.	1					
		45	Модуль додатки Icon App		088U1101	Danfoss	шт.	1					
		46	Кімнатний терморегулятор Icon 24V, вбудов. 80x80		088U2125	Danfoss	шт.	7					
		47	Шлюз Danfoss Ally		014G2400	Danfoss	шт.	1					
		48	Радіаторний електронний терморегулятор Ally		014G2420	Danfoss	шт.	6					
												Лист 2	
							Зм.	Кіл. уч	Лист	№Док.	Підп.	Дата	
							КПІ.МД.24.144.2139.ПЗ						