

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення "Електрифікація та інформаційні системи"

Кафедра “Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка”

До захисту допущено
завідувач кафедрою

Інна НЕЗДВЕЦЬКА

“ _____ ” _____ 2024 року

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

спеціальність: 141 “ Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ”

на тему: “ Система забезпечення температурного режиму приміщень
приватного будинку на базі інфрачервоних технологій у поєднанні із
рекуперацією повітря ”

Виконав: студент IV курсу, групи Е-41

спеціальності

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

_____ Володимир МОЛЧАН

Керівник проекту _____ Богдан АНТИПЧУК

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Житомир – 2024 року

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення "Електрифікація та інформаційні системи"
Кафедра "Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка"
галузь знань 14 "Електрична інженерія"
спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"
освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри
Інна НЕЗДВЕЦЬКА

_____ "____" _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Молчану Володимирі Віталійовичу

1. Тема дипломного проекту " Система забезпечення температурного режиму приміщень приватного будинку на базі інфрачервоних технологій у поєднанні із рекуперацією повітря " та керівник дипломного проекту Антипчук Богдан Олександрович, затверджені наказом навчального закладу від 25 жовтня 2023 року, №434у.
2. Строк подання студентом проекту "___" червня 2024 року.
3. Вихідні дані до роботи: план приватного будинку.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - Вступ;
 - Огляд існуючих технічних рішень;
 - Система забезпечення температурного режиму приміщень приватного будинку на базі інфрачервоних технологій;
 - Резервне живлення системи інфрачервоного опалення приватного будинку;
 - Обґрунтування економічної ефективності;
 - Охорона праці;
 - Висновки.
5. Перелік візуального та графічного матеріалу:
 - Схема електрична структурна. Система інфрачервоного опалення приватного будинку у поєднанні із рекуперацією повітря.

- Схема електрична принципова. Підключення терморегуляторів до інфрачервоних керамічних нагрівних панелей із системою рекуперації повітря.
- Схема електрична принципова. Резервне живлення системи інфрачервоного опалення приватного будинку у поєднанні із рекуперацією повітря.
- Схема електрична принципова. Щит системи інфрачервоного опалення приватного будинку у поєднанні із рекуперацією повітря.

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступ	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 1	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 2	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 3	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 4	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Розділ 5	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
Висновки	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	
ГЧ та технічна документація.	Антипчук Б. О.– викладач спеціальних дисциплін	25 жовтня 2023р.	

7. Дата видачі завдання “25” жовтня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ.	9.11.2023р.	
2.	Розділ 1	30.11.2023р.	
3.	Розділ 2	20.12.2023р.	
4.	Розділ 3	29.01.2024р.	
5.	Розділ 4	29.02.2024р.	
6.	Розділ 5	27.03.2024р.	
7.	Висновки	10.04.2024р.	
8.	Графічна частина та технічна документація	29.05.2024р.	

Студент: _____ Володимир МОЛЧАН

Керівник проекту: _____ Богдан АНТИПЧУК

[illegible]

“ Система забезпечення температурного режиму приміщень приватного будинку на базі інфрачервоних технологій у поєднанні із рекуперацією повітря ”

РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається з 91 листів пояснювальної записки, яка включає п'ять розділів та графічну частину виконану на 4 листах формату А1 креслярського паперу.

У першому розділі цього дипломного проекту було здійснено порівняльний аналіз сучасних систем опалення, що дозволило обґрунтувати переваги інфрачервоних систем опалення порівняно з традиційними системами.

У другому розділі були розглянуті можливі варіанти технічної реалізації системи інфрачервоного опалення. З них був обраний найвигідніший з точки зору економічної ефективності та специфіки завдання, поставленого в дипломному проекті.

У третьому розділі було проведено детальний огляд існуючих технічних рішень резервне живлення системи інфрачервоного опалення приватного будинку. Вибір та розрахунок резервного живлення інфрачервоної системи опалення.

У четвертому розділі було проведено розрахунок економічної ефективності розробленої системи інфрачервоного опалення, враховуючи витрати на впровадження, та період окупності.

У п'ятому розділі описано заходи безпеки під час виконання електромонтажних робіт, а також основні правила та процедури надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ	11
1.1 Порівняння водяного, повітряного і електричного опалення будинку	11
1.2 Системи інфрачервоного опалення ,які монтуються в підлогу	16
1.3 Системи інфрачервоного опалення ,які кріпляться на стелю	18
1.4 Системи інфрачервоного опалення ,які кріпляться на стіни	21
1.5 Обґрунтування вибору електричної системи інфрачервоного опалення для обігріву приватного будинку	22
2 СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПРИМІЩЕНЬ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ ІНФРАЧЕРВОНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	23
2.1 Розрахунок теплових втрат приватного будинку та електричної потужності для реалізації інфрачервоної системи опалення	23
2.2 Розрахунок кількості та вибір моделі інфрачервоних керамічних панелей	33
2.3 Особливості монтажу інфрачервоних керамічних панелей	36
2.4 Вибір типу та розрахунок кількості терморегуляторів	38
2.5 Розрахунок кількості та вибір типу рекуператорів повітря	43
3.РЕЗЕРВНЕ ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМИ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОПАЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ	52
3.1Огляд існуючих технічних рішень	52
3.2 Розрахунок резервного живлення інфрачервоної системи опалення	60
4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	68

					ДП.141.041.015.ПЗ																
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ																
Розробив		Молчан В.В.																			
Перевір		Антипчук Б.О.																			
Н. Контр.		Антипчук Б.О.																			
Затв.		Лавріщев О.О.			ЖАТФК, Гр. Е-41																
					<table><tr><td colspan="2">Літ.</td><td colspan="2">Арк.</td><td colspan="2">Аркушів</td></tr><tr><td colspan="2">У</td><td colspan="2">6</td><td colspan="2">91</td></tr></table>					Літ.		Арк.		Аркушів		У		6		91	
Літ.		Арк.		Аркушів																	
У		6		91																	

4.1 Розрахунок капітальних затрат на реалізацію інфрачервоної системи опалення	68
4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на реалізацію інфрачервоної системи опалення	71
4.3 Розрахунок терміну окупності розробленої системи інфрачервоного опалення	74
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	78
5.1 Охорони праці під час виконання електромонтажних робіт	78
5.2 Перша допомога при ураженні електричним струмом	82
ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	85
ДОДАТКИ	87

ВСТУП

Кожен господар приватного будинку, в першу чергу, спантеличений питанням оснащення свого житла ефективною, а головне, економічною системою опалення. А в умовах постійного зростання тарифів за тепло в рахунках за комунальні послуги, встановлення економічної системи опалення набуває особливої актуальності.

Одним із сучасних видів опалення, що відрізняються безпекою та економічністю, є інфрачервоне тепло. Такий вид опалення відомий людству вже не один десяток років і за кордоном широко використовується для обігріву різних приміщень, хоча в нашій країні інфрачервоне тепло тільки набуває популярності.

Засноване інфрачервоне опалення на принципі випромінювання інфрачервоних хвиль довгого діапазону, які найбільш безпечні для людини і ефективні при обігріві приміщень.

До переваг інфрачервоного тепла, в порівнянні з традиційними системами опалення, можна віднести його наступні властивості:

- за допомогою інфрачервоного опалення можна обігріти будь-які приміщення з самим різним призначенням. Це можуть бути і житлові та виробничі приміщення, як маленькій площі, так і великих габаритів з високими стелями і слабкою теплоізоляцією. Використання інфрачервоних обігрівачів можливо також і на відкритих майданчиках;
- на відміну від інших опалювальних приладів, інфрачервоний обігрівач не випалює кисень і не сушить повітря, що дозволяє створювати комфортний мікроклімат в житлових приміщеннях;

					<i>ДП.141.041.015.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВСТУП</i>		
<i>Розробив</i>	<i>Молчан В.В.</i>						
<i>Перевір</i>	<i>Антипчук Б.О.</i>						
<i>Н. Контр.</i>	<i>Антипчук Б.О.</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Лавріщев О.О.</i>						
						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
						<i>У</i>	<i>8</i>
							<i>91</i>
						<i>ЖАТФК, гр. Е-41</i>	

- в інфрачервоних обігрівачах відсутні обертові або рухомі деталі, таким чином вони абсолютно безшумні;
- інфрачервоні обігрівачі позбавлені хімічних і змащувальних компонентів, що робить їх абсолютно безпечними з точки зору екології;
- інфрачервоні обігрівачі не використовують повітря у ролі носія тепла, що виключає рух частинок пилу в процесі обігріву, а це особливо актуально для людей, які страждають на алергічні захворюваннями;
- інфрачервоні обігрівачі, на відміну від інших нагрівальних приладів, здатні досить швидко і рівномірно нагріти приміщення;
- більшість обігрівачів інфрачервоного типу встановлюється під стелею або монтується в сам стелю, що дозволяє істотно заощадити на просторі;
- обігрівачі інфрачервоного типу мають досить великий термін експлуатації і можуть прослужити своїм власникам більше 20 років;
- монтаж інфрачервоної опалювальної системи можна здійснити самостійно за кілька годин, не вдаючись до допомоги фахівців;
- споживання електроенергії інфрачервоними обігрівачами приблизно в половину менше, ніж у обігрівачів іншого типу.

Незважаючи на суттєві переваги, системи інфрачервоного опалення, як, втім, і всі сучасні винаходи, не позбавлені недоліків, до яких можна віднести наступні:

- установка інфрачервоної опалювальної системи можлива в приміщеннях, де висота стель не нижче 2,5 метрів;
- установка декількох інфрачервоних обігрівачів в будинку і використання їх як єдиних джерел тепла тягне за собою значні рахунки за електрику;

- також досить важко вписати стельові інфрачервоні обігрівачі в існуючий інтер'єр приміщення;
- ну і звичайно ж досить висока вартість інфрачервоного опалювального обладнання робить його доступним не для всіх.

Таким чином впливає, що встановлення інфрачервоного опалювального обладнання в приватному будинку зажадає значних вкладень на етапі покупки, але в процесі експлуатації значно заощадить бюджет і довго і ефективно прослужити своїм господарям.

					ДП.141.041.015.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

1.1 Порівняння водяного, повітряного і електричного опалення будинку

Опалення – це одна з основних складових сучасного комфортного будинку. При виборі системи, яка забезпечить теплом приватний будинок або котедж необхідно враховувати безліч складових: ціну на обладнання та монтаж системи, вартість експлуатації, доступність палива, а також всілякі позитивні і негативні моменти.

Почнемо огляд з водяної системи опалення (див. рис.1.1). Цей вид опалення, можна навіть назвати класичним – настільки він популярний. Являє собою замкнуту систему. Вода, нагрівається котлом, по спеціальних трубопроводах проходить до радіаторів, віддає тепло повітрю, і вже охолоджена повертається назад. Таким чином відбувається прогрів приміщення.

Основні складові такої системи:

- котел (бувають електричні, газові, рідко- та твердопаливні);
- трубопровід;
- батареї.

До основних недоліків водяного опалення відносять:

- високі поточні витрати на обігрів при роботі з газовим або електричним котлом через високі тарифи;
- загроза прориву і затоплення через пошкодження системи водяної теплої підлоги, труб або радіаторів;

					ДП.141.041.015.ПЗ							
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата								
Розробив	Молчан В.В.				ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ					Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір	Антипчук Б.О.									У	11	91
Н. Контр.	Антипчук Б.О.									ЖАТФК, гр. Е-41		
Затв.	Лавріщев О.О.											

- високі вимоги до проектування систем, обслуговування та ремонту газових котлів і твердопаливних котлів, необхідність мати документацію для установки електродкотла;
- загроза замерзання води в трубах і радіаторах у зимовий період, коли будинок не опалюється;
- недовгий термін експлуатації котельного обладнання: до 10-15 років;
- монтаж проводять тільки кваліфіковані фахівці.

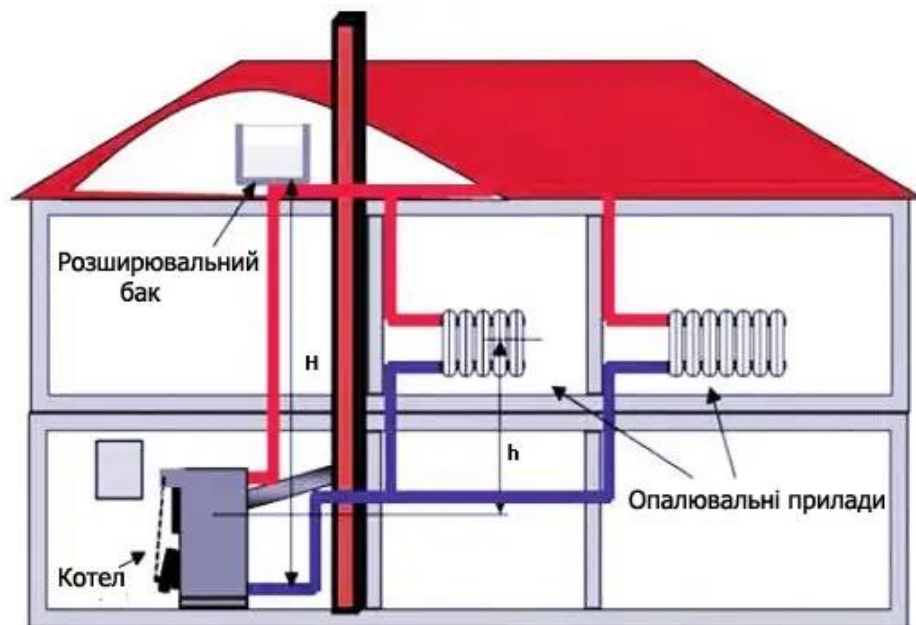


Рисунок 1.1 – Водяне опалення приватного будинку

Наступний вид опалення повітряне (див. рис.1.2). Основний теплоносій в цьому виді систем – повітря. Терморегуляція відбувається шляхом надходження теплого повітря безпосередньо в приміщення. У цій системі немає пічок, радіаторів та інших масивних установок. Обігрів будинку не обмежений зоною навколо батарей, за рахунок чого відсутні перепади температур.

Повітряне опалення буває двох видів:

- гравітаційне (прямоточне) – принцип дії передбачає природний рух повітря, за рахунок різниці температур.

- системи примусової вентиляції (рециркуляційні) – основною відмінністю є електричний вентилятор, який розподіляє повітря рівномірно по повітропроводам.

Теплогенератори – серце системи. Вони діляться по виду палива, на якому працює пальник і по максимальній потужності. Останній параметр є найважливішим, оскільки залежить від опалювальної площі. Теплогенератори бувають стаціонарні і мобільні.

Принцип роботи починається з пальника в теплогенераторі, який подає паливо, яке згорає в камері згоряння. Незалежно від типу палива пальники мають уніфіковані розміри, завдяки чому можуть бути взаємозамінними. Для роботи дизельного пальника необхідний бак, паливний привід для рідкого палива і фільтри. Газові – зручні тим, що можуть підключатися як до магістралі, так і до балонів зі скрапленням газом. Холодне повітря нагрівається в теплообміннику і відправляється по повітряні шляхопроводи в приміщення, а продукти згоряння виводяться в димар.

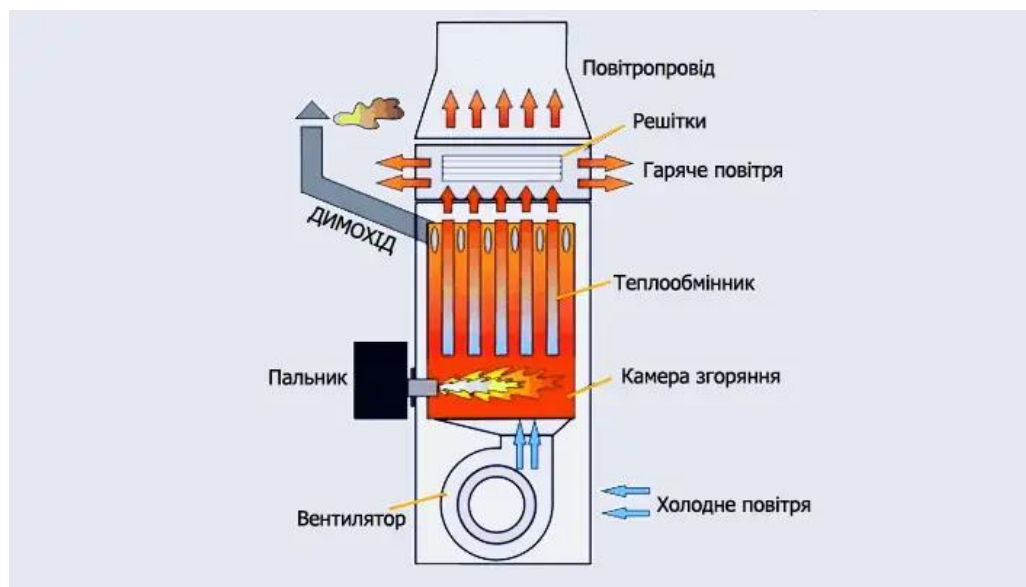


Рисунок 1.2 – Повітряне опалення

Системи електричного опалення працюють по головному принципу – перетворення електричної енергії в теплову. Найчастіше використовуються

три основні типи опалення будинку: електроконвектори та системи інфрачервоного обігріву.

Електричне конвекторне опалення будинку просте в управлінні і ефективне (див. рис.1.3). Воно використовується в якості самостійних систем опалення та як додаткові – разом з централізованим опаленням. Єдиною і основною умовою роботи даного пристрою є наявність постійного і безперебійного підключення до мережі. Конвекторне опалення зручне при відсутності газових магістралей. В основу роботи приладу покладено принцип природної циркуляції повітря: холодне повітря з приміщення потрапляє в електроконвектор, де нагрівається і в збільшеному обсязі повертається в приміщення. Гарячі і холодні повітряні маси постійно заміщаються, підвищуючи таким чином температуру в приміщенні. Потужність конвекторів буває від 0,5 до 3,0 кВт. Габаритні розміри: товщина близько 0,8 см, довжина до 2,5 м, в залежності від потужності пристрою. Оптимальне розташування приладу – не вище 1 метра над підлогою або під вікном. Необхідна кількість конвекторів, їх потужність і розташування, як і в будь-якій іншій системі опалення, залежить від площі будинку.

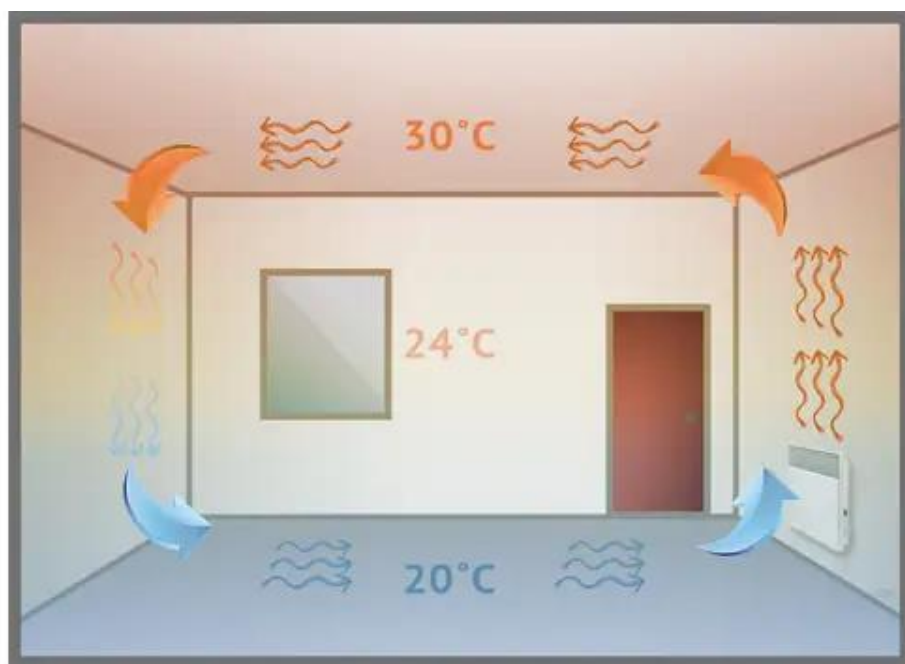


Рисунок 1.3 – Конвекторне електричне опалення

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.141.041.015.ПЗ

Аркуш

14

Недоліки електрично конвекторного опалення:

- нагріте повітря швидко остиває і конвектору потрібно часто вмикатися для підтримання постійної комфортної температури, що в результаті позначається на кількості витраченої електроенергії на обігрів;
- висушує повітря і спалює кисень;
- температура повітря під стелею завжди вище, ніж температура повітря біля підлоги, чи посередині приміщення.

Опалення будинку інфрачервоними панелями (див. рис.1.4). Інфрачервоні обігрівачі, за останні кілька років, стали одним із найпопулярніших видів опалювальних приладів. Їх принцип дії ґрунтується на передачі тепла в навколишнє середовище за допомогою інфрачервоного випромінювання. Це тепло поглинається навколишніми поверхнями і предметами, які віддають його в повітря. Саме завдяки цьому принципу дії, інфрачервоні панелі отримали популярність – мінімізуються витрати електроенергії на обігрів простору під стелею.

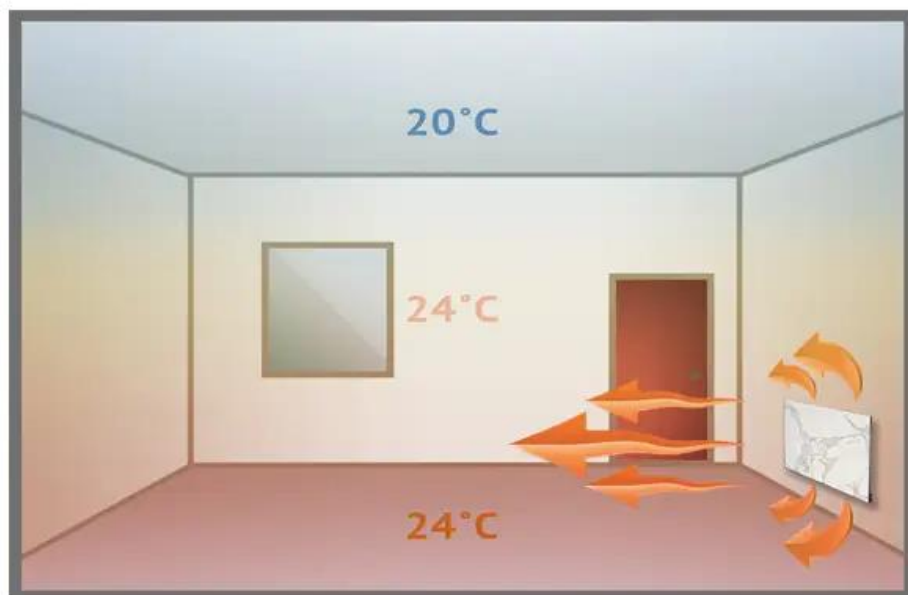


Рисунок 1.4 – Опалення будинку інфрачервоними панелями

Важливим параметром, на який варто звернути увагу, при виборі такого типу обігрівача є довжина хвилі – цей параметр впливає на область застосування приладу і його вплив на організм людини:

- довгохвильові інфрачервоні панелі можуть використовуватися в житлових приміщеннях – безпечні для людей і тварин. Можуть застосовуватися як основна, так і як додаткова система опалення. Довгі хвилі дозволяють теплу глибше проникати в предмети, і відповідно довше віддавати його в приміщення.
- короткохвильові обігрівачі можуть бути використані в приміщеннях де людина перебуває недовго (сходові клітини, коридори і т.д.), в житлових приміщеннях їх застосування не рекомендується.

Далі ми розглядаємо тільки довгохвильові. На відміну від конвекторів, які сушать повітря – інфрачервоні нагрівачі не спалюють кисень. Їх можна встановлювати в дитячих кімнатах, так як вони безпечні, не виділяють неприємних запахів і працюють безшумно. На сучасному ринку представлені інфрачервоні обігрівачі з вбудованими термостатами або виносними термостатами. Цей пристрій дозволяє знижувати витрати на електроенергію: датчик реагує на зміну температури в приміщенні, після чого терморегулятор, включає або виключає прилад. Таким чином, один раз налаштувавши зручний для вас температурний режим, немає необхідності вимикати пристрій з мережі. З'єднавши кілька електричних панелей між собою і підключивши на виносний регулятор, ви отримуєте систему опалення. У більшості панельних обігрівачів передбачена технологія запобігання перегріву, захист від перепадів напруги. Тому сама інфрачервона панель може працювати і без регулятора, як звичайна електробатарея.

1.2 Системи інфрачервоного опалення ,які монтуються в підлогу

Системи інфрачервоного обігріву, які монтуються в підлогу – це ефективна і зручна система обігріву приміщення. А інфрачервоний підігрів

підлоги відрізняється простотою монтажу, високою ефективністю і ще кількома особливостями.

Існує два основних види систем інфрачервоної теплої підлоги:

- плівкові;
- стрижневі.

Плівкові являють собою тонку плівку з графітовими нагрівальними елементами (див рис. 1.5). Такі системи хороші тим, що витрачають відносно небагато електроенергії при роботі.



Рисунок 1.5 – Плівкова інфрачервона підлога

Плівкова тепла підлога користується більшою популярністю, ніж стрижнева, бо має більш низьку вартість. Крім того, плівкова підлога нагрівається набагато швидше, ніж водяна або кабельна система підігріву і не боїться вологи або механічних впливів. Плівкова система встановлюється набагато простіше, але її не можна монтувати під меблі, тобто її монтують лише на відкритих ділянках підлоги. Під інфрачервону плівку обов'язково потрібно встановлювати шар теплоізоляції та спеціальну підкладку для вирівнювання.

Стрижневі інфрачервоні системи теплої підлоги (див. рис. 1.6) складаються з гнучких карбонових стрижнів, які монтуються в бетонну основу підлоги. Стрижневі системи без побоювання можна встановлювати під меблі. Однак, якщо мова йде про стрижневу систему, то для її встановлення потрібно повністю перестилати підлогу і заново заливати бетонну стяжку, що в свою чергу ускладнює її монтаж.



Рисунок 1.6 – Стрижнева інфрачервона підлога

Інфрачервона тепла підлога є непоганим варіантом обігріву приміщення в якості основної системи опалення, однак при цьому слід звернути основну увагу на її електричну потужність. Якщо таку систему використовувати в якості єдиного обігрівального приладу, то його потужність має становити не менше 100 Вт на квадратний метр підлоги.

1.3 Системи інфрачервоного опалення ,які кріпляться на стелю

Інфрачервоного опалення ,яке кріпляться на стелю (див рис. 1.7). Тепло випромінююча пластина нагрівається до температури, при якій утворюються хвилі певної довжини. Обігрівач рівномірно розподіляє тепло по стінах, поверхнях і предметів в кімнаті. Предмети, які нагріті «сонячним» теплом, стають теплоносіями, і поступово нагрівають повітря в приміщенні. ІЧ-тепло

не поглинається повітрям, тому не утворюються теплі шари повітря, які «відлітають» в стельову зону.

Завдяки ефективності випромінювання, інфрачервоне тепло може використовуватися навіть в приміщеннях, де не можна уникнути руху повітряної маси: наприклад, в гаражі без теплоізоляції перегородок або на складі.

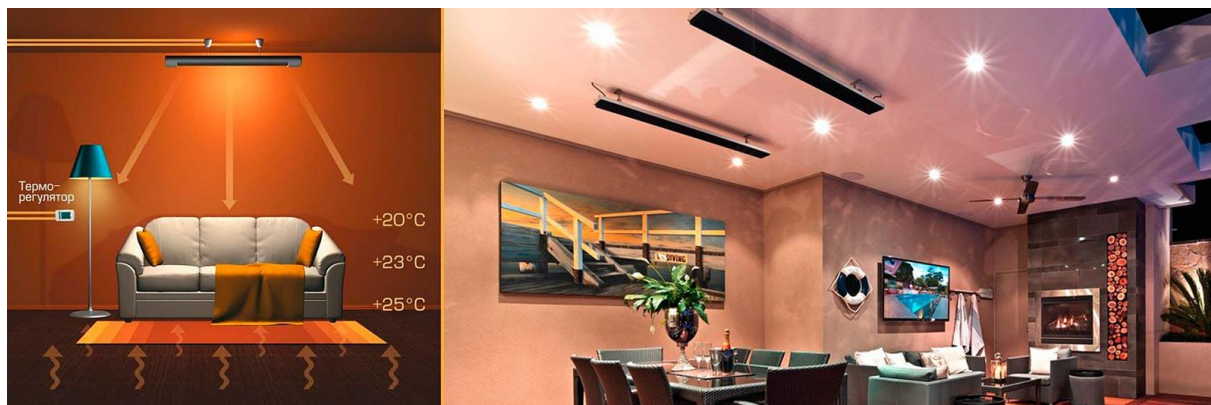


Рисунок 1.7 – Інфрачервоне опалення ,які кріпляться на стелю

Температура у стелі дорівнює температурі у підлоги – такий спосіб обігріву дозволяє заощадити енергоспоживання до 70%. Такого результату можна досягти тільки при використанні стельових інфрачервоних обігрівачів. Традиційні способи опалення не справляються з такими завданнями.

Монтаж інфрачервоні електричні обігрівачі встановлюють на певній висоті. Якщо стелі в приміщенні дуже високі, можна опустити випромінювачі на необхідний рівень за допомогою підвісів. Мінімальна висота стель – не нижче 2,5 метрів.

Слід розмістити прилади на стелі таким чином, щоб обігрівач був спрямований на вільні простори поля і стін. Вибираючи місце для інфрачервоного обігрівача, пам'ятайте, що його найкраще монтувати над вікном або уздовж найхолодніших стін, як правило зовнішніх. Стелі з полівінілхлориду не підходять для інфрачервоного «сусідства».

Інфрачервоні системи знаходяться на відстані, недоступному для тварин і дітей. Фізіотерапевтичні випромінювачі перешкоджають появі надмірної вологості, зайвої вогкості.

Інфрачервоний обігрів може стати основним джерелом тепла в будинку, або використовуватися тільки в певних випадках. Тому, вибираючи модель опалювального пристрою, слід врахувати, з якою метою буде використовуватися випромінювач.

Інфрачервоний обігрівач як основний теплоносій підбирають, виходячи з формули 100 Вт на 1 м². При висоті стель більше 3,5 метрів, можна збільшити мінімальну потужність квадратного метра до 120-130 Вт.

На вибір опалювального приладу впливають такі параметри як:

- товщина стін, стан зовнішнього утеплення;
- скління, щільність притиску стулок у віконній рамі;
- характеристики стельового перекриття;
- установка стельового інфрачервоного обігрівача.

Основною перевагою ІЧ-обладнання є простий монтаж. Щоб зафіксувати прилад на стелі, найкраще підходять кріплення в комплектації з пристроєм. Хороші кріпильні елементи – це жорсткі кронштейни або сталеві ланцюги. При вбудованому монтажі слід виключити контакт поверхонь, що нагріваються в процесі роботи, з легкозаймистими і горючими матеріалами. Контакти електричної проводки мають бути надійні ізольовані.

Стельові ІЧ-обігрівачі:

- Не займають зайвого простору в приміщенні;
- Найбільш комфортні для експлуатації;
- Гріють нижню частину кімнати і підлогу;
- Не «спалюють» кисень;
- Термін служби – до 25 років;
- Естетичність і привабливість приладу;
- Високий ККД перетворення електроенергії в тепло.

1.4 Системи інфрачервоного опалення ,які кріпляться на стіни

Настінні інфрачервоні обігрівачі (див рис. 1.7) виділяють тепло, що не поглинається повітрям. Промені інфрачервоного світла проникають в поверхні, а також людську шкіру: таким чином, з'являється відчуття тепла і комфорту.

При нагріванні ІЧ-промені не сушать повітря і вирівнюють середній температурний режим, а це значно скорочує енергоспоживання електрики. Інфрачервоне опалення набагато вигідніше, ніж експлуатація конвекторів або камінів.

Особливістю роботи настінних електричних обігрівачів є довговічність нагрівального елементу: така перевага гарантує економічність. Дизайн обігрівачів різноманітний: починаючи від класичних варіантів в стриманому стилі до кольорових моделей різних форм. Особливою популярністю серед споживачів користуються інфрачервоні панелі-картини.

Конструкція плівкового обігрівача відрізняється простотою: дві плівки, спаяні між собою, кріплять на стіну. Вбудована вуглецева нитка дозволяє «перетворити» електрику в тепло. Як тільки поверхня прогрівається до +70 градусів, приміщення наповнюється теплом.



Рисунок 1.8 – Інфрачервоне опалення ,які кріпляться на стіни

Переваги плівкових настиінних панелей:

- зручність використання;
- безшумність, безперервність роботи;
- контроль перепадів напруги і захисту обігрівачів від перегріву;
- вологозахист деяких моделей обігрівачів, що дає можливість установки їх в ванною і душовою;
- доступність ціни;
- економічність споживання електроенергії;
- користь для здоров'я, збереження вологості повітря (максимальна температура повітря становить не більш +70 градусів).

1.5 Обґрунтування вибору електричної системи інфрачервоного опалення для обігріву приватного будинку

Найбільш ефективним видом опалення є інфрачервоне опалення. Цей вид опалення має певні переваги порівняно з іншими:

- пряме нагрівання;
- висока швидкість нагріву;
- економічність;
- відсутність конвекційних потоків повітря;
- локальний обігрів;
- безшумність роботи;
- екологічна чистота;
- широкі можливості по монтажу.

Керамічні інфрачервоні панелі як основний вид опалення найкраще підходять для встановлення в будинках без можливості підключення дешевого газу або використання твердопаливних котлів. У разі подальшого підвищення цін на газ стають однозначно вигіднішими економічно та функціонально зручними.

2 СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПРИМІЩЕНЬ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ ІНФРАЧЕРВОНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1 Розрахунок теплових втрат приватного будинку та електричної потужності для реалізації інфрачервоної системи опалення

Розрахунок необхідної теплової енергії полягає у визначенні, його теплових втрат. Від цього буде залежати вибір типу джерела теплової енергії, кількість, потужність, економічні затрати на її реалізацію.

Вважається, що спосіб опалення не впливає на теплотехнічний розрахунок, але, при детальному розгляді теплових процесів, виявляється, що в разі використання системи інфрачервоного опалення, є деякі відмінності від традиційного конвекційного опалення.

Одним з важливих етапів розрахунку системи інфрачервоного опалення приватного будинку є теплотехнічний розрахунок його огорожувальних конструкцій, після чого визначаються теплові втрати будинку та необхідна електрична потужність системи.

План приватного будинку для якого буде проводитись теплотехнічний розрахунок та розробка системи інфрачервоного електричного опалення зображено на рисунку 2.1. Даний будинок містить наступні кімнати: тамбур, хол, вітальня з кухонною прибудовою, ванна кімната, кімната 1, кімната 2, а їх геометричні розміри та площі теж вказано на рисунку 2.1.

					ДП.141.041.015.ПЗ				
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Молчан В.В.			СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПРИМІЩЕНЬ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ				
Перевір		Антипчук Б.О.							
Н. Контр.		Антипчук Б.О.							
Затв.		Лавріщев О.О.							
					Літ.	Арк.	Аркушів		
					У	23	91		
					ЖАТФК, гр. Е-41				

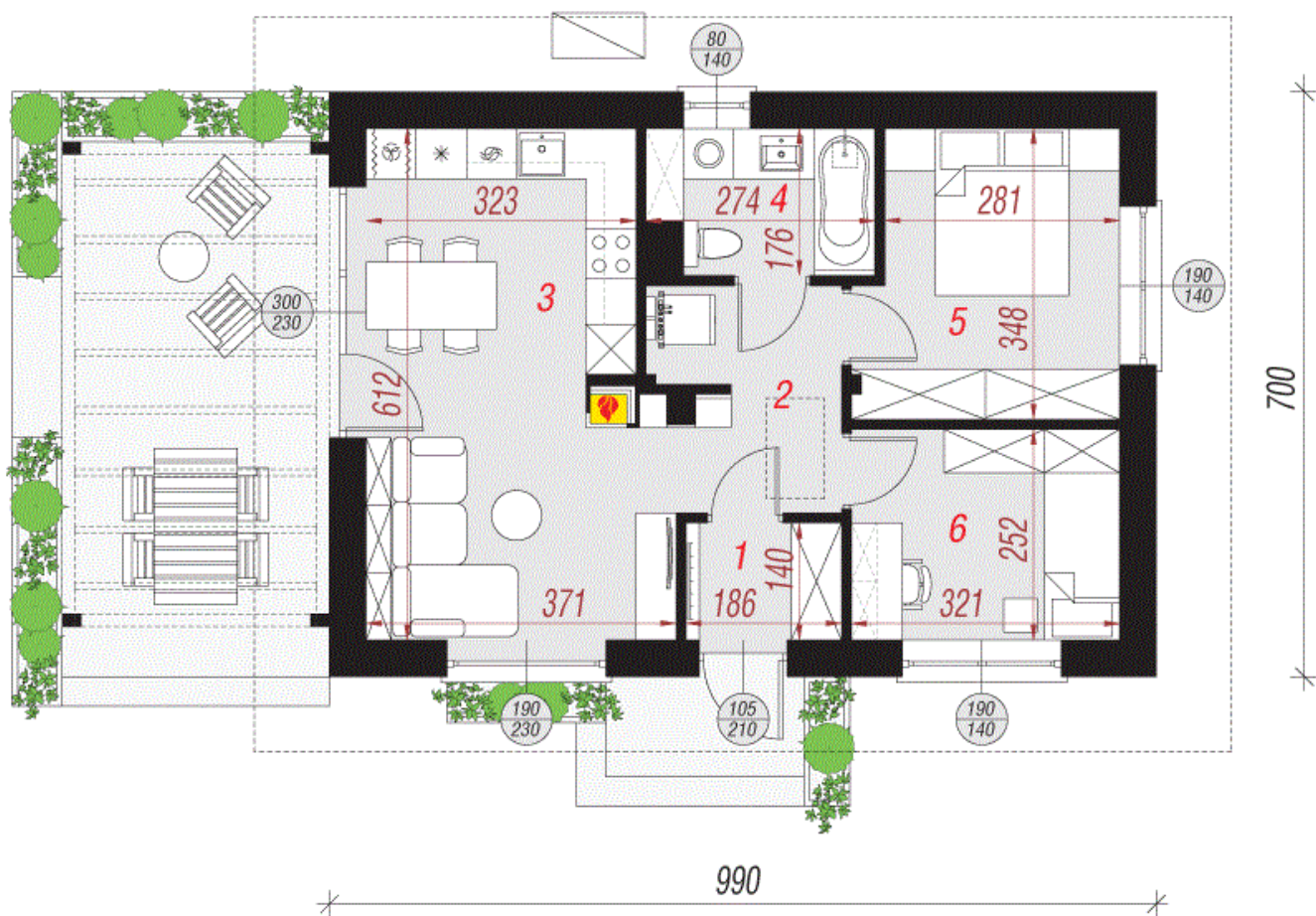


Рисунок 2.1—План приватного будинку

1 – тамбур; 2 – хол; 3 – вітальня з кухонною прибудовою; 4 – ванна кімната;
5 – кімната 1; 6 – кімната 2.

Всі необхідні вихідні дані для проведення теплотехнічного розрахунку та визначення електричної потужності системи опалення інфрачервоними керамічними нагрівними панелями для кожної із кімнат приватного будинку показано у таблиці 2.1. Ці данні необхідні для подальшого розрахунку теплових втрат приватного будинку та електричної потужності системи. Від цього буде залежати вибір моделі інфрачервоних панелей, їх необхідної кількості для кожної із кімнат, потужність системи інфрачервоного опалення та, відповідно, економічні затрати на реалізацію такої системи.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.141.041.015.ПЗ

Аркуш

24

Таблиця 2.1 – Вихідні дані приватного будинку

№	Найменування величини	Позначення	Значення	Одиниці виміру
1	2	3	4	5
Тамбур				
1	Площа приміщення	S	2,6	м ²
2	Висота	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура зовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _к	2,85	м ²
6	Площа вікон	S _в	---	м ²
7	Площа дверей (1,05м x 2,1м)	S _д	2,2	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		
Хол				
1	Площа приміщення	S	5,44	м ²
2	Висота	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура зовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _к	-	м ²
6	Площа вікон (1,46м x 1,42м)	S _в	-	м ²
7	Площа дверей (1,05м x 2,1м)	S _д	8,8	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		
Вітальня з кухонною прибудовою				
1	Площа приміщення	S	20,67	м ²
2	Висота	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура зовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _к	19,18	м ²
6	Площа вікон (1,9м x 2,3м), (3м x 2,3м)	S _в	11,27	м ²
7	Площа дверей (1,05м x 2,1м)	S _д	2,2	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		
ванна кімната				
1	Площа приміщення	S	4,82	м ²
2	Висота	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура зовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _к	5,73	м ²
6	Площа вікон (0,8м x 1,4м)	S _в	1,12	м ²
7	Площа дверей (1,05м x 2,1м)	S _д	2,2	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		

Продовження таблиці 2.1

№	Найменування величини	Позначення	Значення	Одиниці виміру
1	2	3	4	5
Кімната 1				
1	Площа приміщення	S	9,78	м ²
2	Висота	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура зовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _k	13,07	м ²
6	Площа вікон (1,9м x 1,4м)	S _w	2,66	м ²
7	Площа дверей (1,05м x 2,1м)	S _d	2,2	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		
Кімната 2				
1	Площа приміщення	S	8,09	м ²
2	Висота	h	2,5	м
3	Розрахункова температура в приміщенні	t _в	20	С ⁰
4	Розрахункова температура зовні в зимовий період	t _н	-15	С ⁰
5	Загальна площа стін, яка контактує з зовн. повітрям	A _k	11,67	м ²
6	Площа вікон (1,9м x 1,4м)	S _w	2,66	м ²
7	Площа дверей (1,05м x 2,1м)	S _d	2,2	м ²
8	Характеристика підлоги	бетон		

Проводимо теплотехнічний розрахунок кімнат приватного будинку визначивши, втрати теплової енергії через огорожувальні конструкції в кожній із них. Такі теплотехнічні втрати визначаються за формулою:

$$Q_a = \left(\left(\sum \frac{A_k}{R_k} \right) \right) \cdot (t_v - t_n) \cdot \left(1 + \sum b \right) \cdot n \cdot 10^{-3}, \quad (2.1)$$

де :

A_k – Загальна площа стін, яка контактує з зовнішнім повітрям в приміщенні, що опалюється (м²);

R_k – опір теплопередачі відповідної огорожуючої конструкції, він дорівнює значенню 1,8 у відповідності із [5];

t_v – розрахункова температура в середині приміщенні (С⁰);

t_n – розрахункова температура ззовні приміщення в зимовий період (С⁰);

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.141.041.015.ПЗ

Аркуш

26

Σb – коефіцієнт, який характеризує додаткові втрати тепла і вибирається у відповідності із [5], в нашому випадку він становить 0,05;

n – коефіцієнт, який вибирається згідно із [5] та в нашому випадку становить 0,8.

Отже будемо мати наступні дані по тепловим втратам:

$$Q_{a(\text{тамбур})} = \frac{2,85}{1,8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,046 \text{ кВт};$$

$$Q_{a(\text{віт. з кух. приб.})} = \frac{19,18}{1,8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,313 \text{ кВт};$$

$$Q_{a(\text{ванна кімн.})} = \frac{5,73}{1,8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,093 \text{ кВт};$$

$$Q_{a(\text{кімн. 1})} = \frac{13,07}{1,8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,213 \text{ кВт};$$

$$Q_{a(\text{кімн. 2})} = \frac{11,67}{1,8} \cdot (20 - (-15)) \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,19 \text{ кВт};$$

Для приміщення «хол» значення Q_a приймаємо рівне нулю, оскільки в цьому приміщенні відсутні стіни, які контактують з зовнішнім повітрям.

Потім визначимо теплові втрати які ідуть на нагрівання вентиляційного повітря в кожному із приміщень приватного будинку, їх можна визначити за формулою:

$$Q_{B1} = 0,337 \cdot S \cdot h \cdot (t_b - t_n) \cdot K \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

де:

S – загальна площа приміщення (м^2);

h – висота приміщення (м);

					ДП.141.041.015.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

K – кратність обміну повітря в приміщенні (ч^{-1});

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура в середині приміщенні ($^{\circ}\text{C}$);

$t_{\text{н}}$ – розрахункова температура ззовні приміщення в зимовий період ($^{\circ}\text{C}$).

Так як висота всіх приміщень в приватному будинку становить 2,5 м, тому кратність обміну повітря в кожному приміщенні у відповідності із [5] буде рівною 2 ч^{-1} . Отже використавши дані із таблиці 2.1 в формулу 2.2 будемо мати, що:

$$Q_{\text{В1 (тамбур)}} = 0,337 \cdot 2,6 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,153 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{В1 (хол)}} = 0,337 \cdot 5,44 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,32 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{В1 (віт. з кух. приб.)}} = 0,337 \cdot 20,67 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,219 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{В1 (ванна кімн.)}} = 0,337 \cdot 4,82 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,284 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{В1 (кімн. 1)}} = 0,337 \cdot 9,78 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,576 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{В1 (кімн. 2)}} = 0,337 \cdot 8,09 \cdot 2,5 \cdot (20 - (-15)) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,477 \text{ кВт}.$$

Далі продовжимо розрахунок, визначивши теплові втрати на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить в кімнату через двері за формулою:

$$Q_{\text{В2}} = 0,7 \cdot B \cdot (h + 0,8 \cdot p) \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot 10^{-3}, \quad (2.3)$$

де:

B – кількість дверних проходів або дверей в приміщенні (див. рис.2.1);

p – кількість осіб, які знаходяться в приміщенні.

Приватний будинок, для якого розробляється система інфрачервоного електричного опалення, розраховане на постійне проживання в ньому сім'ї, яка складається максимум із трьох чоловік, тому при розрахунку кімнати 1 коефіцієнт p приймається рівний числу 2, вітальня з кухонною прибудовою – рівний числу 3, кімната 2 – рівний 1, для решти кімнат – рівний 1.

Отже враховуючи вище зазначені особливості, отримаємо такі результати розрахунку за формулою 2.3:

$$Q_{B2 \text{ (тамбур)}} = 0,7 \cdot 2 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 1) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0,161 \text{ кВт};$$

$$Q_{B2 \text{ (хол)}} = 0,7 \cdot 4 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 1) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0,323 \text{ кВт};$$

$$Q_{B2 \text{ (віт. з кух. приб.)}} = 0,7 \cdot 1 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 3) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ кВт};$$

$$Q_{B2 \text{ (ванна кімн.)}} = 0,7 \cdot 1 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 1) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0,08 \text{ кВт};$$

$$Q_{B2 \text{ (кімн. 1)}} = 0,7 \cdot 1 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 2) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0,1 \text{ кВт};$$

$$Q_{B2 \text{ (кімн. 2)}} = 0,7 \cdot 1 \cdot (2,5 + 0,8 \cdot 1) \cdot (20 - (-15)) \cdot 10^{-3} = 0,08 \text{ кВт}.$$

Визначимо розрахункові теплові втрати Q_1 для кожної із кімнат приватного будинку за формулою:

$$Q_1 = Q_a + Q_{B1} + Q_{B2}, \quad (2.4)$$

де:

Q_a – втрати теплової енергії через огорожувальні конструкції кімнати приватного будинку, кВт;

Q_{B1} – теплові втрати на нагрівання вентиляційного повітря кімнати приватного будинку, кВт;

Q_{B2} – теплові втрати на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить в кімнату приватного будинку через дверні проходи, кВт.

Підставивши у формулу 2.4 отримані результати розрахунків по формулам 2.1, 2.2 та 2.3, будемо мати:

$$Q_{1 \text{ (тамбур)}} = 0,046 + 0,153 + 0,161 = 0,36 \text{ кВт};$$

$$Q_{1 \text{ (хол)}} = 0 + 0,32 + 0,323 = 0,643 \text{ кВт};$$

$$Q_{1 \text{ (віт. з кух. приб.)}} = 0,313 + 1,219 + 0,12 = 1,652 \text{ кВт};$$

$$Q_{1 \text{ (ванна кімн.)}} = 0,093 + 0,284 + 0,08 = 0,457 \text{ кВт};$$

$$Q_{1 \text{ (кімн. 1)}} = 0,213 + 0,576 + 0,1 = 0,889 \text{ кВт};$$

$$Q_{1 \text{ (кімн. 2)}} = 0,19 + 0,477 + 0,08 = 0,747 \text{ кВт}.$$

Терпер розрахуємо потужність теплового потоку, який надходить від систем освітлення та людей, які знаходяться в кімнатах приватного будинку за формулою:

$$Q_{\text{тп}} = 0,01 \cdot S, \quad (2.5)$$

де:

$Q_{\text{тп}}$ – потужність теплового потоку (кВт);

S – загальна площа приміщення (м²).

Підставивши у формулу 2.5 вихідні дані із таблиці 2.1 стосовно загальної площі кожної із кімнат приватного будинку будемо мати:

					ДП.141.041.015.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$Q_{\text{тп (тамбур)}} = 0,01 \cdot 2,6 = 0,026 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{тп (хол)}} = 0,01 \cdot 5,44 = 0,0544 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{тп (віт. з кух. приб.)}} = 0,01 \cdot 20,67 = 0,2067 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{тп (ванна кімн.)}} = 0,01 \cdot 4,82 = 0,0482 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{тп (кімн. 1)}} = 0,01 \cdot 9,78 = 0,0978 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{тп (кімн. 2)}} = 0,01 \cdot 8,09 = 0,0809 \text{ кВт}.$$

Враховуючи результати отримані за формулами 2.4 та 2.5, визначимо сумарні теплові втрати кожної із кімнат приватного будинку:

$$Q = Q_1 - Q_{\text{тп}}. \quad (2.6)$$

Отримаємо наступні результати:

$$Q_{\text{(тамбур)}} = 0,36 - 0,026 = 0,334 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{(хол)}} = 0,643 - 0,0544 = 0,5886 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{(віт. з кух. приб.)}} = 1,652 - 0,2067 = 1,4453 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{(ванна кімн.)}} = 0,457 - 0,0482 = 0,4088 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{(кімн. 1)}} = 0,889 - 0,0978 = 0,7912 \text{ кВт};$$

$$Q_{(\text{кімн. 2})} = 0,747 - 0,0809 = 0,6661 \text{ кВт.}$$

Визначимо електричну потужність системи інфрачервоного опалення в кожній із кімнат приватного будинку P , отже будемо враховувати результати отримані за формулою 2.6. Формула за якою розрахуємо електричну потужність наведена нижче:

$$P \geq 1,3 \cdot Q . \quad (2.7)$$

Отримаємо наступні результати розрахунку:

$$P_{(\text{тамбур})} \geq 1,3 \cdot 0,334 \geq 0,4342 \text{ кВт;}$$

$$P_{(\text{хол})} \geq 1,3 \cdot 0,5886 \geq 0,7651 \text{ кВт;}$$

$$P_{(\text{віт. з кух. приб.})} \geq 1,3 \cdot 1,4453 \geq 1,8788 \text{ кВт;}$$

$$P_{(\text{ванна кімн.})} \geq 1,3 \cdot 0,4088 \geq 0,5314 \text{ кВт;}$$

$$P_{(\text{кімн. 1})} \geq 1,3 \cdot 0,7912 \geq 1,0285 \text{ кВт;}$$

$$P_{(\text{кімн. 2})} \geq 1,3 \cdot 0,6661 \geq 0,8659 \text{ кВт.}$$

Загальну електрична потужність системи опалення приватного будинку настінними керамічними інфрачервоними нагрівними панелями визначимо за формулою:

$$P_{\text{заг}} = \sum P_i , \quad (2.8)$$

де:

P_i – електрична потужність системи інфрачервоного опалення конкретної кімнати приватного будинку, кВт.

Отже в результаті отримаємо:

$$P_{\text{заг}} = 0,4342 + 0,7651 + 1,8788 + 0,5314 + 1,0285 + 0,8659 = 5,5 \text{ кВт}.$$

2.2 Розрахунок кількості та вибір моделі інфрачервоних керамічних панелей

На сьогодні день існує широкий вибір настінних керамічних інфрачервоних нагрівних панелей для обігріву квартир, приватних будинків. Серед відомих в даній сфері виробників такого типу обігрівачів в Україні є наступні компанії: Africa, Ardesto, Klimat On, Teploceramic, Termoplaza, UDEN-S та інші. Однак, за співвідношенням ціни та якості, лідером на ринку України на даний момент є інфрачервоні панелі фірми Teploceramic.

Інфрачервоні панелі компанії-виробника Teploceramic можна використовувати в якості модулів для реалізації самостійної системи опалення в квартирі, будинку, на дачі, а тому вони підходять для виконання поставленого завдання в даному дипломному проєкті. Також, дані інфрачервоні панелі володіють наступним значним рядом переваг, а саме:

- швидкий та легкий монтаж;
- нагрів приміщення відбувається дуже швидко;
- встановлення системи опалення на базі таких панелей в 1,5 – 2 рази дешевше за традиційні опалювальні системи;
- не потребують витрат на щорічне технічне обслуговування.
- Пожежобезпечний. Нагрівач не боїться перепадів напруги. Він функціонує на постійній температурі і не перегрівається.

- Акумулятор тепла. Керамо-граніт має функцію збереження тепла. Після відключення електроприладу від мережі, приміщення продовжує обігріватися протягом 30-50 хвилин.
- Не потрібна проектна та дозвільна документація для установки панелі .

Компанія Terloceramic виготовляє настінні інфрачервоні електричні нагрівні панелі в універсальному виконанні (провід з вилкою) та під монтаж системи опалення (із виводами для підключення), що є також великим плюсом у нашому випадку, адже нас цікавить саме другий варіант.

Основні цінові та технічні характеристики інфрачервоних настінних електронагрівних панелей, які виробляються компанією Terloceramic наведені в таблиці 2.2.

З таблиці 2.2 бачимо, що номінальна потужність однієї панелі Terloceramic може становити 500 або 395 Вт, що, в свою чергу, теж дозволить оптимально підібрати їх необхідну кількість для кожної із кімнат приватного будинку для якого розробляється система інфрачервоного обігріву в даному дипломному проекті.

Таблиця 2.2 – Характеристики інфрачервоних панелей Terloceramic

Параметр та ціна	Terloceramic TCH 500	Terloceramic TC 395
Номінальна потужність, Вт	500	395
Номінальна напруга мережі, В	220	220
Площа обігріву приміщення з висотою 2,5 м, м ²	до 10	до 8
Об'єм обігріву, м ³	до 25	до 20
Робоча температура поверхні, С ⁰	90	90
Ширина, мм	600	600
Довжина, мм	600	600
Товщина, мм	45	14
Маса, кг	712	11
Кріплення	настінне	настінне
Середня вартість, грн	2500	1 549

Загальний вигляд інфрачервоної керамічної панелі Terloceramic та її будову показано на рисунку 2.2. Інфрачервона панель складається із

металевого корпусу, профільного теплообмінника, двох керамічних плит та терморегулятора.

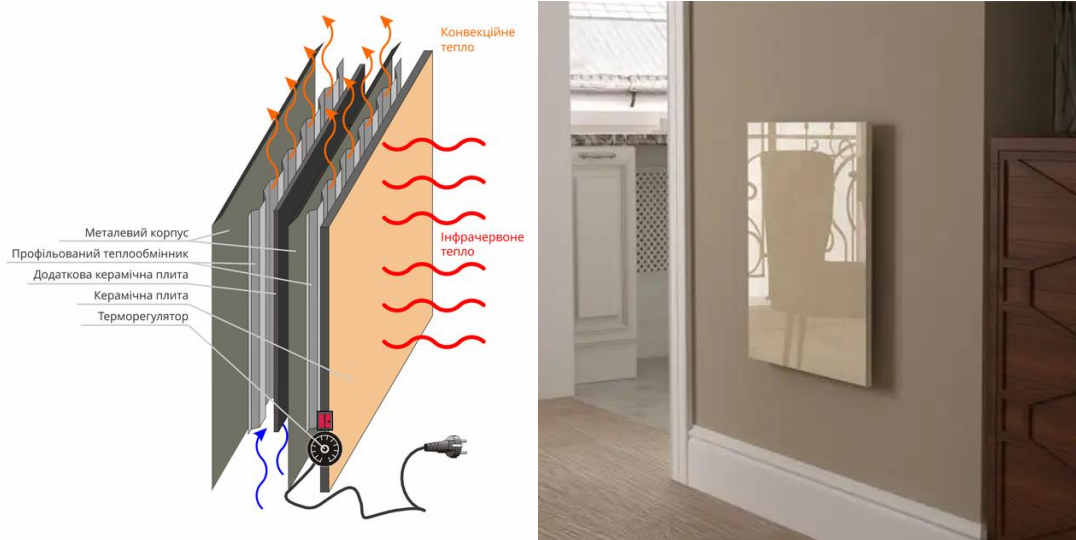


Рисунок 2.2 – Інфрачервона керамічна настінна панель компанії-виробника Terloceramic: а) зовнішній вигляд; б) будова

В підрозділі 2.1 даного дипломного проекту за формулою 2.7 ми визначили електричну потужність системи інфрачервоного опалення в кожній із кімнат приватного будинку, тому проведемо розрахунок необхідної кількості обраних інфрачервоних настінних панелей Terloceramic для кожної із кімнат будинку, при чому слід враховувати, що загальна електрична потужність інфрачервоних панелей в кімнаті не повинна бути меншою за розраховану електричну потужність інфрачервоної системи опалення конкретної кімнати, тобто:

$$\sum P_{\text{ІЧ_панелей}} \geq P, \quad (2.9)$$

де:

$\sum P_{\text{ІЧ_панелей}}$ – загальна потужність обраної кількості інфрачервоних панелей в конкретній приватного будинку, кВт;

P – розрахована електрична потужність системи інфрачервоного опалення кожної із кімнат приватного будинку, кВт.

Отже, використовуючи дані таблиці 2.2 та формулу 2.9, отримаємо результати по визначення кількості інфрачервоних панелей у кожній із кімнат приватного будинку, які для зручності зведені до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Визначення необхідної кількості інфрачервоних панелей

$P_{\text{кімнати}}, \text{кВт}$	Тип панелі	Кількість панелей	$P_{\text{ІЧ панелі}}, \text{кВт}$	$\sum P_{\text{ІЧ панелі}}, \text{кВт}$
тамбур				
0,4342	ТС 395	2	0,395	0,790
хол				
0,7651	ТС 395	2	0,395	0,790
вітальня з кухонною прибудовою				
1,8788	ТС 395	5	0,395	1,975
ванна кімната				
0,5314	ТС 395	2	0,395	0,790
кімната 1				
1,0285	ТС 395	3	0,395	1,185
кімната 2				
0,8659	ТС 395	3	0,395	1,185

Доцільно використати інфрачервоні панелі моделі ТС 395 тому, що володіють найкращими характеристиками ціна \ якість.

2.3 Особливості монтажу інфрачервоних керамічних панелей

Однією із переваг інфрачервоних настінних керамічних панелей є швидкий та легкий монтаж. Інфрачервоні настінні електричні нагрівні панелі фірми Terpolceramicс монтуються на стіну, як і було задумано виробником.

Найважливішою особливістю монтажу таких панелей є те, що їх необхідно встановлювати на висоті від підлоги не меншій за 20 см. Це необхідно для того, щоб холодні повітряні потоки могли знизу потрапити в простір між інфрачервоною панеллю та стіною, де вони будуть нагріті її задньою поверхнею.

Ми знаємо, що нагріте повітря легше за холодне, а тому воно піднімається вгору. Впливає, що для вільного виходу нагрітого повітря потрібно, щоб і над обігрівачем теж був вільний простір який становить, приблизно, тіж самі 20 см. Якщо присутні певні обмеження обумовлені малою

висотою стіни наприклад, під підвіконням, то встановлювати керамічну панель можна на мінімально можливій відстані від підлоги до підвіконня.

Припустимо, що ми хочемо розмістити інфрачервоні панелі на стелю, через це порушиться принцип кругообігу нагрітих та охолоджуючих мас повітря і ефективність їх роботи суттєво понизиться.

Найкраще місце для встановлення інфрачервоних електричних нагрівних керамічних панелей – це сама холодна стіна в приміщенні, яка межує з зовнішнім повітрям, так як задня поверхня обігрівача буде прогрівати стіну, створюючи так звану «теплову завісу», яка запобігає втратам тепла із середини приміщення.

Монтуються інфрачервоні обігрівачі дуже швидко. Виробник комплектує інфрачервоні нагрівні керамічні панелі шаблоном (див. рис. 2.3) та набором кріплень, який слід закріпити на стіні в місці монтажу клейкою стрічкою та просвердлити чотири отвори діаметром 8 мм в місцях, вказаних на шаблоні, після цього шаблон треба зняти. В просвердлені отвори встановлюються дюбеля та пригвинчують металеві кріплення шурупами (див. рис. 2.4), потім встановлюється сама інфрачервона керамічна нагрівна панель.



Рисунок 2.3 – Настінний шаблон для монтажу електричних інфрачервоних нагрівних панелей Terloceramic



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд кріплень для монтажу електричних інфрачервоних нагрівних панелей

2.4 Вибір типу та розрахунок кількості терморегуляторів

Для досягнення комфортної температури в приміщенні недостатньо просто увімкнути інфрачервону систему опалення. Це пов'язано з тим, що кліматичне обладнання або не здатне самостійно визначати температурну ситуацію в приміщенні, або працює неефективно. Тому, щоб забезпечити оптимальну роботу інфрачервоної системи опалення, раціональне використання електроенергії та температурного режиму в приватного будинку, її вдосконалюють за допомогою терморегулятора.

Принцип роботи терморегулятора дуже простий. Він просто порівнює фактичну температуру, виміряну вбудованим датчиком температури, із заданою температурою і приймає рішення про подачу або відключення живлення системи опалення в приміщенні (в даному випадку - електричної інфрачервоної системи опалення). Якщо температура в приміщенні відрізняється від заданої, реле терморегулятора вмикає навантаження і вимикає електроживлення при досягненні заданої температури.

Терморегулятор може підтримувати певне значення температури або певний температурний діапазон. На це впливають параметри гістерезису. Звичайно, сьогодні існує безліч типів і моделей термостатів з безліччю

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.141.041.015.ПЗ

Аркуш

38

додаткових функцій, таких як включення опалення за допомогою таймера або програмування роботи за певним розкладом, але цей простий принцип лежить в основі роботи термостата.

Залежно від принципу управління розрізняють два основних типи термостатів:

- механічний тип;
- цифровий тип.

Механічний тип має дуже просту конструкцію, яка мінімізує використання електричних ланцюгів (див. рис. 2.5). Його робота контролюється ручкою і, залежно від моделі, вимикачем. Бажана температура встановлюється поворотом ручки терморегулятора відповідно до шкали на корпусі. У таких пристроях використовується досить примітивний візуальний інтерфейс – світловий індикатор.

Цифрові терморегулятори (див. рис. 3.6) мають більш складну схемотехніку. Цифрові термостати завжди мають повноцінний візуальний інтерфейс – цифровий або рідкокристалічний екран, а робота задається кнопками (фізичними або сенсорними). Цифрові термостати характеризуються наявністю багатьох функцій, від блокування клавіш до програм роботи за розкладом, встановленим через Інтернет.



Рисунок 2.5 – Механічний терморегулятор



Рисунок 2.6 – Цифровий терморегулятор

Що стосується встановлення, то термостат слід встановлювати приблизно на половині висоти приміщення. Це необхідно для того, щоб середина кімнати була межею між потоком холодного повітря вниз і потоком теплого повітря вгору, щоб зменшити ймовірність виникнення помилки під час роботи.

Наразі існує два типи термостатів залежно від способу їх встановлення: розеткові та настінні (див. рис. 2.7).

Розеткові терморегулятори – найзручніший тип регуляторів. Це пристрій у вигляді невеликого блоку, який вставляється в розетку, а вилка від електронагрівача вже вставляється в сам регулятор.

Цей тип регулятора підходить для систем опалення з інфрачервоними нагрівальними панелями, але для великої кількості краще підійде слідуючий тип регулятора.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.141.041.015.ПЗ

Аркуш

40



а)



б)

Рисунок 2.7 – Типи регуляторів за способом монтажу: а) розетковий; б) настінний

Настінні контролери дещо складніші в установці, але корисні для керування великою кількістю нагрівальних елементів в системі електрообігрівача і можуть бути зручно розміщені на стіні. Їх можна прикрутити до стіни або вмонтувати в розподільну коробку і підключити до електронагрівача.

Настінний терморегулятор – ідеальний вибір для інфрачервоної системи електрообігріву в приватному будинку, але не так важливо, чи буде він механічним або цифровим.

Тому для встановлення та вдосконалення електричної інфрачервоної системи опалення вибором є настінний механічний терморегулятор від українського виробника terneo rol (див. рис. 2.8). Цей терморегулятор зарекомендував себе на українському ринку як відносно недорогий і якісний вибір серед багатьох інших моделей і варіантів настінних механічних терморегуляторів, які наразі доступні, і є значно дешевшим за цифрові моделі, хоча і поступається за деякими функціональними характеристиками.

Встановлення необхідної температури в приміщенні для обраної моделі термостата terneo rol здійснюється поворотом ручки регулятора до тих пір,

поки позначка налаштування не співпадає з необхідним значенням температури, зазначеним на шкалі. Поточний режим роботи терморегулятора відображається світлодіодом на передній панелі.



Рисунок 2.8 – Терморегулятор компанії-виробника terneo rol

Тепер визначимо необхідну кількість терморегуляторів для вдосконалення нашої системи інфрачервоного опалення. Для цього використаємо наступне співвідношення:

$$n_{\text{терморег.}} = n_{\text{кімнат}}, \quad (2.10)$$

де

$n_{\text{терморег.}}$ – кількість терморегуляторів;

$n_{\text{кімнат}}$ – кількість кімнат із елементами системи інфрачервоного опалення.

Отже у відповідності до співвідношення 2.10 та враховуючи, що кількість кімнат із елементами системи інфрачервоного опалення $n_{\text{кімнат}} = 6$, будемо мати:

$$n_{\text{терморег.}} = n_{\text{кімнат}} = 6 \text{ штук}$$

У відповідності до проведених розрахунків отриманих у підпункті 2.2 даного дипломного проекту, в більшості кімнат приватного будинку, для якого розробляється система інфрачервоного опалення, до терморегулятора буде підключено більше ніж одна інфрачервона панель. Тому для правильного підключення великої кількості інфрачервоних панелей до терморегулятора, слід скористатися схемою, показаною на рисунку 2.9.

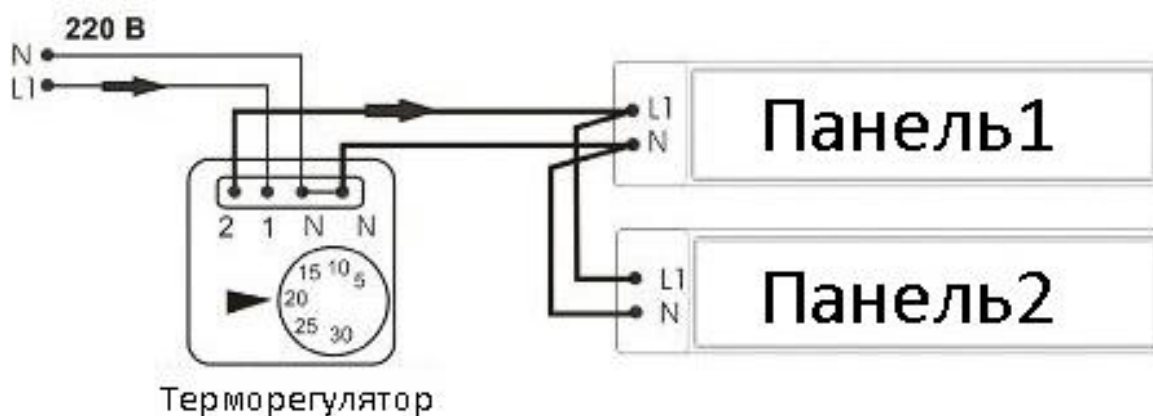


Рисунок 2.9 – Схема підключення інфрачервоних керамічних нагрівних панелей до терморегулятора

2.5 Розрахунок кількості та вибір типу рекуператорів повітря

Хороша вентиляція в квартирах і будинках – запорука гарного самопочуття і здоров'я людей, які там живуть. У таких приміщеннях комфортно, затишно і легко дихається. Для забезпечення хорошого мікроклімату в приміщенні можна використовувати рекуператори.

Теплові рекуператори – це пристрої, які повертають тепло в приміщення в холодну пору року і перешкоджають надходженню тепла влітку. У поєднанні з інфрачервоною системою опалення вони відмінно справляються з утриманням тепла назовні, забезпечуючи при цьому комфортний температурний режим і якісну вентиляцію в приміщенні. Це означає, що свіже, чисте повітря надходить у приміщення ще теплим, навіть коли рекуператор працює, що усуває потребу в додаткових ресурсах системи опалення та

позитивно впливає на економічну ефективність з точки зору використання електроенергії.

Перш ніж визначитися з найбільш підходящою моделлю рекуператора, необхідно детально розглянути, що таке рекуператори повітря для приватних будинків і квартир і як вони працюють. Принцип роботи таких пристроїв заснований на рекуперації енергії, тобто повторному використанні частини енергії повітря (див. рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Принцип рекуперації енергії повітря

При природному повітрообміні в приміщенні зовнішнє повітря надходить до приміщення, а забруднене повітря виводиться назовні. У холодну погоду відпрацьоване повітря забирає частину тепла з приміщення, а це означає, що частина тепла втрачається. У цьому полягає відмінність рекуператорів від природної вентиляції.

Рекуператор – це теплообмінник з двома камерами, розташованими в безпосередній близькості одна від одної. Через них одночасно проходять два потоки повітря – відпрацьоване і припливне. Вони не змішуються, але відбувається обмін теплом завдяки різній температурі. В результаті холодне повітря нагрівається, а припливне потрапляє в приміщення в нагрітому стані.

Однак, хоча рекуператори виконують функції припливу і витяжки повітря та теплообміну, вони не замінюють вентилятори або обігрівачі, а призначені для економії теплової енергії та зменшення тепловтрат у приміщенні.

З точки зору принципу роботи, рекуператори можна поділити на два типи, а саме:

- перехресні;
- роторні.

У перехресних рекуператорах (див. рис. 2.11) вхідний і вихідний повітряні потоки орієнтовані таким чином, що вони не контактують один з одним. Така конструкція повністю усуває проблему повернення частини поданої повітряної маси в приміщення, але ефективність таких рекуператорів нижча. Корпус (шахта) рекуператора цього типу має два вентиляційні канали з теплообмінними пластинами, виготовленими з алюмінію, міді або паперу, просоченого спеціальними складами. Один канал рекуператора виводить нагріте повітря назовні приміщення і передає частину тепла теплообміннику.

Свіже повітря з вулиці надходить через інший канал, забирає тепло від пластин теплообмінника і потрапляє в уже нагріте приміщення. Однак, конденсат на пластинах є неминучою проблемою в таких рекуператорах при зниженні температури. Тому разом з пластинами необхідно встановлювати спеціальні дренажі для відведення конденсату з пластин, щоб запобігти їх замерзанню. Це пов'язано з тим, що це призводить до зниження ефективності, яка і так нижча, ніж у роторних рекуператорів.

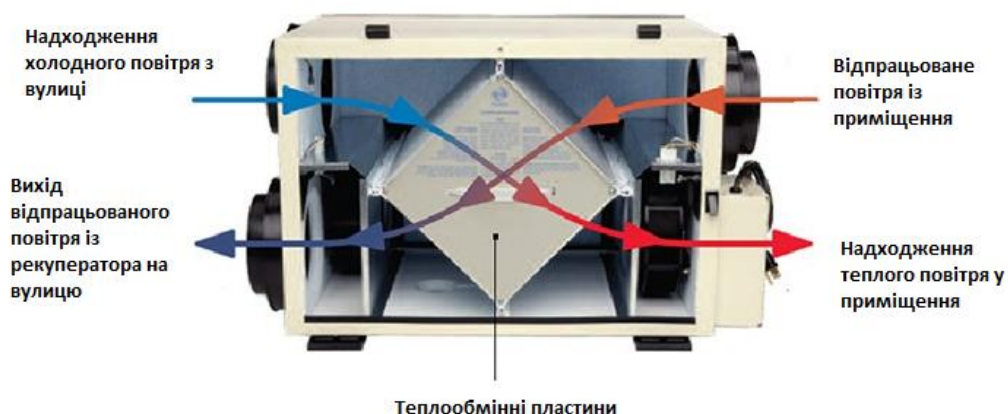


Рисунок 2.11 – Рекуператора перехресного типу

Крім того, для запобігання замерзання теплообмінника перехресні рекуператори оснащуються перепускним клапаном і теплоаккумулятором.

Деякі моделі оснащені спеціальними фільтруючими касетами з гігроскопічної целюлози. Вони поглинають і накопичують конденсат, а тепло використовують для зволоження повітря, щоб підтримувати оптимальний мікроклімат у приміщенні (за наявності датчиків вологості).

Роторні рекуператори (див. рис. 2.12) працюють наступним чином. Повітряні маси, що протікають по одному і тому ж шляху через сектори горизонтальних роторів, заповнених повітропроникним наповнювачем, по черзі або одночасно нагріваються і охолоджуються. Це підвищує коефіцієнт теплопередачі і загальну ефективність рекуператора, а також повністю усуває проблему утворення конденсату. При цьому частина відпрацьованого повітря змішується з припливним потоком і повертається в приміщення.

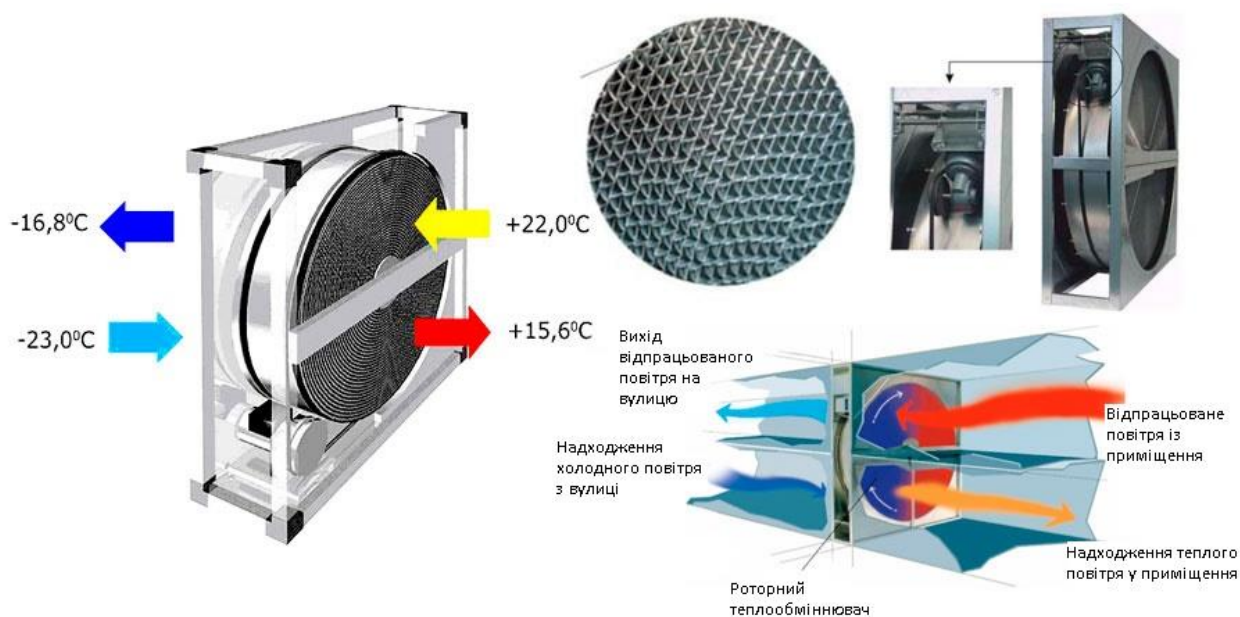


Рисунок 2.12 – Рекуператора роторного типу

Рекуператори роторного типу, які менш схильні до обмерзання, рекомендується використовувати в холодному кліматі, в той час як перехресні рекуператори є кращим вибором для більш теплого клімату. Тому, беручи до уваги вищесказане, ми оберемо для нашої роботи рекуператор роторного типу.

Перед тим, як розрахувати кількість роторних рекуператорів, необхідних для монтажу системи інфрачервоного опалення, і вибрати модель, необхідно визначитися з місцем установки в приватному будинку. Рекуператори повітря в основному є теплообмінниками і їх основним завданням є накопичення тепла, тому їх встановлюють в приміщеннях, де це дуже необхідно, тобто в спальнях, дитячих кімнатах, вітальнях, кухнях.

У нежитлових приміщеннях, таких як ванні кімнати та санвузли, немає сенсу розглядати питання встановлення рекуператорів. По-перше, ці приміщення опалюються менше, ніж житлові будинки, і тому мають меншу ефективність теплообміну. По-друге, оскільки в цих приміщеннях важливо видаляти забруднене або вологе повітря, з цим краще впорається вентилятор, а не рекуператор.

Отже, враховуючи вище сказане, розрахунок кількості роторних рекуператорів та вибір його моделі будемо проводити для кімнат нашого приватного будинку, а саме для: кімнати1, кімнати2, вітальні з кухонною прибудовою.

Найважливішим параметром рекуператора повітря є його продуктивність. Вона вимірюється в м³/год. Іншими словами, він показує, який об'єм повітря проходить через рекуператор за одиницю часу. Згідно з Державними санітарними нормами вимог до вентиляції житлових та спальних приміщень, існує дві норми витрати вентиляційного повітря: стосовно загальної площі приміщення та стосовно кількості людей в приміщенні. Ці норми наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Державні нормативні вимоги до вентиляції житлових та спальних приміщень

Умови	Норма витрати на 1 людину, м ³ /год	Норма витрати на 1 м ² площі, м ³ /(год*м ²)
Допустимі	15	2,2
Оптимальні	25	3,6
Підвищені допустимі	36	5,0

Для визначення ефективної продуктивності повітря рекуператора виходячи з кількості осіб, які знаходяться в приміщенні використовують формулу:

$$L_n = n \cdot q_p , \quad (2.11)$$

де:

L_n – ефективна продуктивність рекуператора за кількістю осіб, м³/год;

n – кількість осіб в приміщенні;

q_p – норма витрати на одну людину, м³/год.

Враховуючи те, що в будинку проживатиме сім'я із трьох чоловік, то при розрахунку ефективної продуктивності рекуператора за кількістю осіб в кімнаті1, кімнаті2, вітальні з кухонною прибудовою прийmemo те, що в кімнаті1 постійно може перебувати дві людини, кімнаті2 – одна людина, а у вітальні з кухонною прибудовою – три. Отже, враховуючи це будемо мати, що:

$$L_n \text{ (кімната1) допустима} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ м}^3/\text{год} ;$$

$$L_n \text{ (кімната1) оптимальна} = 2 \cdot 25 = 50 \text{ м}^3/\text{год} ;$$

$$L_n \text{ (кімната2) допустима} = 1 \cdot 15 = 15 \text{ м}^3/\text{год} ;$$

$$L_n \text{ (кімната2) допустима} = 1 \cdot 25 = 25 \text{ м}^3/\text{год} .$$

$$L_n \text{ (віт. з кух. приб.) допустима} = 3 \cdot 15 = 45 \text{ м}^3/\text{год} ;$$

$$L_n \text{ (віт. з кух. приб.) допустима} = 3 \cdot 25 = 75 \text{ м}^3/\text{год} .$$

Для визначення ефективної продуктивності повітря рекуператора виходячи з загальної площі приміщення використаємо формулу:

$$L_S = S \cdot q_b, \quad (2.12)$$

де:

L_S – ефективна продуктивність рекуператора за площею приміщення, м³/год;

q_p – норма витрати на одну людину, м³/год.

S – площа приміщення

Отже враховуючи дані таблиці 2.1 та 2.4, а також формулу 2.12, отримаємо наступні результати для кімнати1, кімнати2, вітальні з кухонною прибудовою нашого будинку:

$$L_{S \text{ (кімната1) допустима}} = 9,78 \cdot 2,2 = 21,516 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$L_{S \text{ (кімната1) оптимальна}} = 9,78 \cdot 3,6 = 35,208 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$L_{S \text{ (кімната2) допустима}} = 8,09 \cdot 2,2 = 17,798 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$L_{S \text{ (кімната2) допустима}} = 8,09 \cdot 3,6 = 29,124 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$L_{S \text{ (віт. з кух. приб.) допустима}} = 20,67 \cdot 2,2 = 45,474 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$L_{S \text{ (віт. з кух. приб.) допустима}} = 20,67 \cdot 3,6 = 74,412 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для остаточного вибору рекуператора роторного типу, визначимо середні показники його ефективної продуктивності за формулою:

$$L_{\text{сер}} = \frac{L_n + L_s}{2} . \quad (2.13)$$

Отримаємо:

$$L_{\text{сер (кімната1) допустима}} = \frac{30 + 21,516}{2} = 25,758 \text{ м}^3/\text{год} ;$$

$$L_{\text{сер (кімната1) оптимальна}} = \frac{50 + 35,208}{2} = 42,604 \text{ м}^3/\text{год} ;$$

$$L_{\text{сер (кімната2) допустима}} = \frac{15 + 17,798}{2} = 16,399 \text{ м}^3/\text{год} ;$$

$$L_{\text{сер (кімната2) оптимальна}} = \frac{25 + 29,124}{2} = 27,062 \text{ м}^3/\text{год} .$$

$$L_{\text{сер (віт. з кух. приб.) допустима}} = \frac{45 + 45,474}{2} = 45,237 \text{ м}^3/\text{год} ;$$

$$L_{\text{сер (віт. з кух. приб.) оптимальна}} = \frac{75 + 75,412}{2} = 75,206 \text{ м}^3/\text{год} .$$

За отриманими середніми показниками ефективної продуктивності рекуператора виберемо моделі роторних рекуператорів, які будуть встановлені у кімнаті 1, кімнаті 2, вітальні з кухонною прибудовою нашого приватного будинку.

При цьому будемо враховувати, що для кімнати 1 нам підійде рекуператор з ефективною продуктивністю від 25,758 м³/год до 42,604 м³/год, для кімнати 2 – рекуператор з ефективною продуктивністю від 16,399 м³/год до 27,062 м³/год, а для вітальні з кухонною прибудовою – рекуператор з ефективною продуктивністю від 45,237 м³/год до 75,206 м³/год

					ДП.141.041.015.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

З точки зору ціна / якість, оптимальним варіантом для нас був вибір роторного рекуператора Вентс Соло PA1-35A-9 Р якого ефективна продуктивність становить 46 м³/год, що потрапляє і навіть перевищує діапазони середньої ефективної продуктивності рекуператора. Зовнішній вигляд обраної моделі роторного рекуператора показано на рисунку 2.13, а його технічні показники зведено до таблиці 2.5.



Рисунок 2.13 – Рекуператор Вентс Соло PA1-35A-9 Р

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики рекуператора Вентс Соло PA1-35A-9 Р

Напруга живлення	220 В
Розмір патрубків	100 мм
Середня ефективна продуктивність	46 м³/год
Споживана потужність	1,36 Вт; -1,89 Вт
Довжина	300 - 580 мм
Кількість швидкостей	2
Режими роботи	рекуперація тепла; рекуперація холоду; тільки приток; тільки витяжка; приток та витяжка;
Рівень шуму	27 дБ(А); 32 дБ(А)
Клас енергоефективності	A
Клас захисту	IP 24
Середня ринкова ціна	3500 грн

3 РЕЗЕРВНЕ ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМИ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОПАЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

3.1 Огляд існуючих технічних рішень

На жаль, кожен домовласник стикається з проблемою забезпечення енергобезпеки та, у тому числі, безперебійного живлення об'єкта електроенергією. Особливо, ця проблема є актуальною за часів критичних подій у державі, а також для місць, для яких характерні перебої електропостачання або електроживлення є критично важливим.

При відключенні електроживлення на основному введенні всі споживачі електричної енергії відключаються. При цьому в приватному будинку, на відміну від квартири, відключаються також і всі системи життєзабезпечення, включаючи опалення та водопостачання. І, якщо без «світла» можна прожити, то без опалення (особливо взимку) важко. А якщо у квартирі передбачено індивідуальне опалення у вигляді встановленого газового котла, то і для такої квартири питання безперебійного живлення стає критичним. Тобто для приватного будинку з індивідуальним опаленням постійна наявність електроживлення є практично завданням життєзабезпечення.

Для цілей забезпечення постійного електроживлення об'єкта (особливо систем життєзабезпечення) за відсутності або тимчасового відключення централізованого електропостачання (основне введення) призначене резервне електропостачання.

Резервне електропостачання є системою з одного або декількох допоміжних джерел електрики.

Як універсальні автономні джерела резервного електропостачання використовуються такі пристрої:

					ДП.141.041.015.ПЗ			
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	РЕЗЕРВНЕ ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМИ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОПАЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ	Лім.	Арк.	Аркушів
Розробив		Молчан В.В.				У	52	91
Перевір		Антипчук Б.О.				ЖАТФК, Гр. Е-41		
Н. Контр.		Нездвецька І.В.						
Затв.		Лавріщев О.О.						

- бензиновий генератор;
- дизельний генератор;
- газовий генератор;
- ДБЖ (джерело безперебійного живлення);
- інвертор (інверторне джерело живлення);
- сонячна електростанція;
- вітрова електростанція.

Такі екзотичні джерела як гідрогенератори, не розглядаємо бо їх реалізація є досить важка та потребує наявності водойми в дворі.

Розглянемо бензогенератори (див. рис. 3.1) зазвичай призначені для вироблення електроенергії порівняно невеликих потужностей протягом кількох годин. Вони створюються з водяною чи навіть повітряною системою охолодження, оснащуються асинхронними генераторами.



Рисунок 3.1 – бензогенератор

Бензинові конструкції двигуни внутрішньої згорання не займають багато місця, компактні, зручні для перевезень.

Але для тривалого живлення потужних споживачів в екстремальних умовах експлуатації вони не підходять.

Даний тип електропостачання має певні переваги а саме :можливість працювати при мінусових температурах (розміщення на вулиці), невисокий шум при роботі (50-70 дБ), доступність палива, менш складне (ніж у

дизельного генератора) технічне обслуговування, наявність мобільних моделей, простіша і компактніша конструкція, менша вага, вартість генератора

Цей тип має певні недоліки: наявність вихлопних газів, вибухонебезпечність палива та його висока вартість, невеликий моторесурс та час безперервної роботи (зазвичай 5-7 годин через можливість перегріву двигуна, потрібна перерва в роботі мінімум 1 година), низький ККД (на 20-30% нижче) дизельного генератора) і, внаслідок цього, велика витрата палива. Для реалізації функції автоматичного введення резерву, що забезпечує автоматичний запуск пристрою при відключенні подачі електроживлення, потрібні додаткові витрати, до базового комплекту поставки не входить. Неможливість використання у квартирах.

Наступним розглянемо дизель генератори (див. рис. 3.2) для побутового застосування створюються потужнішими. Залежно від конструкції системи охолодження двигуна можуть бути розраховані на тривалу роботу.



Рисунок 3.2 – дизель генератор

Наявність функції аварійного вводу резерву, що забезпечує автоматичний запуск пристрою при відключенні подачі електроживлення, розширює можливості дизельних електростанцій у системах резервного живлення для дому та робить їхню експлуатацію комфортною.

Однак вони, як і бензинові двигуни, викидають в атмосферу продукти згоряння, створюють шум та вібрацію.

Деякі моделі мають додаткову функцію дистанційно вимикати у разі відсутності необхідності в його роботі та навпаки, здійснювати його запуск, а також моніторити залишки палива.

Дизель генератор має такі переваги: можливість роботи в будь-яких погодних умовах (на вулиці), значний моторесурс та час безперервної роботи (дизельгенератори призначені для постійної роботи), доступність палива (яке вибухобезпечно), вищий ККД та економічність (витрата палива в 1,2-1,5 разів менше, ніж у бензинових генераторів). Наявність великих потужностей.

Є також недоліки: наявність вихлопних газів, значний шум при роботі (70-110 дБ), складна конструкція, що вимагає більш кваліфікованого (і дорогого) технічного обслуговування, значну вагу, високу ціну (в 1,5-2 рази вище, ніж у бензинових генераторів). Крім того, запуск дизельної генераторної установки більш залежить від зовнішньої температури, що вимагає вжиття додаткових заходів (комплектація системами підігріву) при розміщенні генератора на вулиці. Аварійний ввід резерва, як і всіх генераторів – купується додатково. Неможливість використання у квартирах.

Ще один тип газогенератор (див. рис. 3.3) працює на природному чи зрідженому газі. Їх підключають до стаціонарної газової мережі або ємностей-сховищ скрапленого газу. Вартість їх експлуатації нижча, ніж у бензинових та дизельних станцій завдяки меншій ціні за газ.



Рисунок 3.3 – газогенератор

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.141.041.015.ПЗ

Аркуш

55

До того ж, викиди продуктів згоряння в атмосферу від цих двигунів відрізняються низьким вмістом шкідливих речовин.

В цього типу є свої переваги: значний моторесурс і найвищий (з генераторів) час безперервної роботи (для газових електростанцій постійного типу з рідинним охолодженням), менш шкідливі викиди в атмосферу (найменша з усіх генераторів наявність у вихлопних газах токсичних речовин та сажі), малOSHумна робота, високий ККД.

Цей тип має недоліки: має менш доступний вид палива (особливо магістральний газ), висока вартість (для станцій з водяним охолодженням). При цьому є недорогі моделі з повітряним охолодженням та часом безперервної роботи, порівнянним із бензиновими генераторами. Складна чи неможлива процедура введення пристрою в експлуатацію для будинків через бюрократичні та інші необхідні процедури. Неможливість використання у квартирах.

Далі розглянемо джерело безперебійного живлення (див. рис. 3.4) забезпечує резервне електроживлення за рахунок додаткових накопичувальних джерел – акумуляторних батарей. Крім резервування, виконують також функцію поліпшення якості електроживлення, забезпечуючи його характеристики заданих межах.



Рисунок 3.4 – джерело безперебійного живлення

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.141.041.015.ПЗ

Аркуш

56

Цей тип має певні переваги: функція автоматичного включення вбудована (не потрібні додаткові витрати на її реалізацію), екологічна чистота, стабілізація напруги живлення, захист від «стрибків» напруги (за основним введенням), фільтрація перешкод електромережі.

Є недоліки а саме: обмеження часу роботи, розміщення – тільки в технічних (через шум та необхідність охолодження) приміщеннях, шум при роботі (від вентилятора охолодження), значна вартість. Неможливо розміщувати на вулиці або в приміщеннях, що не опалюються та висока вартість.

Один з типів резервного електропостачання – інверторне джерело живлення (див. рис. 3.5) так само, як джерело безперебійного живлення, використовує для забезпечення резервного живлення акумуляторні батареї. Дуже важливим елементом такої системи є можливість розширення за допомогою підключення сонячного поля. При правильному доборі відповідності площі сонячних панелей та потужності споживачів, можливо забезпечити практично невичерпний час резервного електроживлення.



Рисунок 3.5 – інверторне джерело живлення

Переваги даного типу: автоматичне включення, розміщення в будь-яких опалювальних приміщеннях, безшумність роботи, екологічна чистота, проста стабілізація напруги, нескладне обслуговування, вартість. Розширення можливостей пристрою за допомогою підключення сонячних панелей. Можливість використання у квартирах.

Цей тип має недоліки: обмеження потужності 5 кВт, необхідність заміни акумуляторів, обмежений час автономної роботи – близько 24 годин (але значно більше, ніж у джерелах безпоробійного живлення аналогічної потужності). Неможливо розміщувати на вулиці, або у «холодних» приміщеннях.

Наступний тип сонячна електростанція (див. рис. 3.6) – обладнання, яке перетворює сонячну енергію на електричну. Складається із сонячних модулів, контролера заряду, акумуляторних батарей та інверторного блоку.

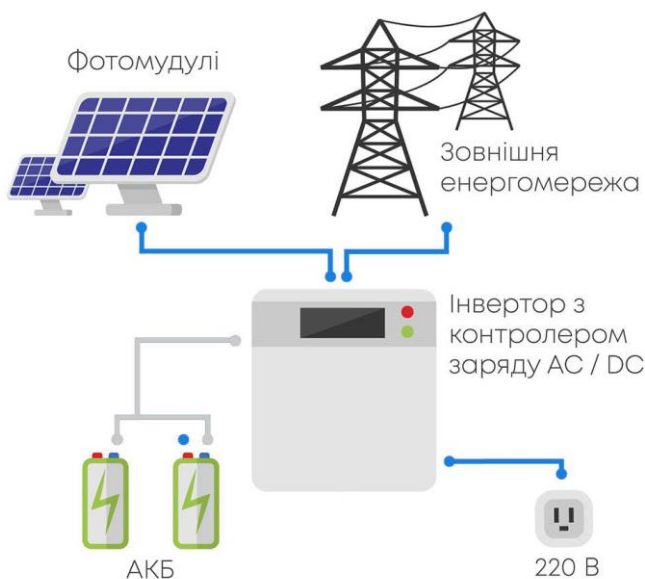


Рисунок 3.6 – сонячна електростанція

Переваги цього типу: необмежений час автономної роботи, постійне включення, доступність та безкоштовність палива, не потрібне часте обслуговування, безшумність, екологічна чистота.

Недоліки даного типу: залежність продуктивності від кліматичних умов та часу доби, потрібна площа (покрівлі) для розміщення сонячних модулів

відносно висока ціна. Залежність від часу доби повністю компенсується використанням акумуляторних батарей, які потрібно змінювати. Неможливість використання у квартирах багатоквартирних будинків.

Вітрогенератор (див. рис. 3.7) прилад для перетворення енергії вітру в електричну.



Рисунок 3.7 – вітрогенератор

Спочатку він перетворює кінетичну енергію вітру в механічну енергію ротора, а потім в електричну енергію.

Перша велика перевага – це стійкість енергії вітру. На відміну від викопних ресурсів, виробництво енергії вітром не споживає обмежених ресурсів.

Низькі викиди забруднюючих речовин від вітряних турбін також є важливим моментом. Порівняно з викопними енергіями, в яких енергетичні носії використовуються для отримання енергії шляхом згоряння, вітрові турбіни лише виділяють забруднюючі речовини до їх встановлення.

Як найважливіша форма виробництва електроенергії з відновлюваною енергією, енергія вітру також має переваги перед іншими формами виробництва відновлюваної енергії. Оскільки вітер майже завжди доступний у потрібних місцях і доступний безкоштовно.

Перший недолік – ненадійність виробництва енергії вітру. Вітрогенератор може виробляти електроенергію лише тоді, коли він рухається

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.141.041.015.ПЗ

Аркуш

59

вітром. Отже, генерація енергії вітру залежить від присутності вітру. Таким чином, не можна отримати надійно постійну кількість енергії.

Ще одним негативним аспектом у виробництві енергії вітру є той факт, що вітер як носій енергії не може зберігатися, а повинен перетворюватися безпосередньо в електрику.

Ще однією складністю є розташування вітрогенераторів. Встановлення у воді або на горах, де вітер особливо сильний, дуже складне.

Іншим пунктом критики, який часто піднімають проти енергії вітру, є загибель птахів лопатями ротора. Однак при встановленні вітрогенераторів особлива увага приділяється цьому моменту, щоб уникнути цього. Наприклад, порівняно зі скляними панелями, значно менше птахів гине від вітрогенераторів.

Отже виходячи з того, що ціни на різні альтернативні джерела енергії піднялись у зв'язку з бойовими діями в країні. З розглянутих вище варіантів нам найкраще підійде інверторне джерело живлення.

3.2 Розрахунок резервного живлення інфрачервоної системи опалення

Як згадувалося раніше, основною проблемою розробленої нами системи інфрачервоного опалення є її пряма залежність від наявності електроенергії. Оскільки наша система інфрачервоного опалення також є повною заміною традиційних систем опалення, ця проблема стає ще більш критичною і необхідно прийняти відповідні технічні рішення, які дозволять хоча б частково, якщо не повністю, вирішити її.

Звичайно, можна розробити систему резервного електропостачання на основі нетрадиційних джерел електричної енергії, але це негативно вплинуло б на термін окупності розробленої системи та всього дипломного проекту. Тому в якості резервного джерела живлення для системи інфрачервоного обігріву буде поставлено акумуляторну батарею разом з інвертором, що дозволить забезпечити живлення системи обігріву протягом чотирьох годин

без подачі електроенергії з основної електромережі, але це при умові, що система інфрачервоного опалення буде працювати безперервно, однак в нашій системі вже стоять терморегулятори, тому час роботи її від резервного живлення буде значно більшим, оскільки вона буде вмикатися лише при пониженні температури в конкретній кімнаті, а потім знову вимикатися, коли температура досягне значення встановленого на терморегуляторах.

Акумуляторні батареї – це багаторазове джерело живлення. Після підзарядки їх можна використовувати протягом певного періоду часу, встановленого виробником. Розряджені батареї можна легко зарядити за допомогою спеціального зарядного пристрою. Час зарядки пов'язаний з параметрами джерела живлення, а кількість циклів заряду і розряду безпосередньо залежить від типу і характеристик самого акумулятора.

Ємність акумулятора – це характеристика, яка відображає час, протягом якого акумулятор може повністю забезпечити живлення відповідного пристрою і гарантувати його автономну роботу при заданому навантаженні. Іншими словами, ємність акумулятора – це максимальна кількість електричної енергії, яку акумулятор може зберігати за один повний цикл заряджання. Вона впливає на вартість, використання та термін служби пристрою. Одиницею вимірювання ємності акумулятора є ампер-години (А-год) або міліампер-години (мА-год) для акумуляторів великої ємності.

Розрахунок слід розпочати із визначення загальної електричної потужності, яку має забезпечити розроблювана система. Для цього складемо таблицю 3.1 у якій перерахуємо навантаження змінного струму інфрачервоної системи опалення та рекуператорів приватного будинку, яке будемо жити системою резервного живлення в разі відключення основного джерела електроенергії.

Таблиця 3.1 – Навантаження споживачів приватного будинку

Споживач	Напруга живлення U, В	Потужність P, кВт	Струм I, А	Тривалість роботи за добу, год.	Спожита потужність за добу, кВт·год
Інфрачервоні панелі	220	6,715	30,5	4	26,86
Рекуператори	220	5,67	25	1	5,67
Разом		12,385			32,53

Для того, щоб визначити ємність акумуляторних батарей, яка необхідна для реалізації резервного живлення нашої системи інфрачервоного опалення, використаємо стандартну формулу:

$$C_{AB \text{ заг.}} = \frac{P_{\text{заг.}} \cdot t}{U \cdot k}, \quad (3.1)$$

де:

$C_{AB \text{ заг.}}$ – загальна ємність акумуляторних батарей резервного живлення, А·год;

$P_{\text{заг.}}$ – загальна електрична потужність системи інфрачервоного опалення, кВт;

t – час роботи акумуляторних батарей резервного живлення, год;

k – коефіцієнт, який відображає, яка частина ємності акумуляторних батарей використовується;

U – напруга акумуляторних батарей резервного живлення, В.

Значення коефіцієнта k , який компенсує ситуацію неповного заряду батареї за часту приймають 0,95, тобто 95 %.

Отже враховуючи отриманий результат за формулою 3.1, а також, що час роботи акумуляторних батарей резервного живлення $t = 4$ год., $k = 0,95$, а напруга акумуляторних батарей $U = 48$ В, будемо мати:

$$C_{AB \text{ заг.}} = \frac{32530 \cdot 4}{48 \cdot 0,95} = 713 \text{ А} \cdot \text{год.}$$

Наразі на українському ринку представлений досить широкий асортимент акумуляторів, але оскільки в приватному будинку є місце то вибір батареї не обмежується розміром. Однак, чим більша ємність, тим дорожчою стає батарея. Для встановлення резервного джерела живлення в моєму дипломному проекті я обрав оптимальний варіант з точки зору ємності та ціни - акумуляторну батарею BMS Eco Battery E-Wall 5 кВт (EW485) ємністю 104 А*год (див. рис. 3.8) ціна якої становить 53 750 грн. Технічні характеристики акумулятора наведено в таблиці 3.2. Цей варіант має значні переваги по рівняно з конкурентами.



Рисунок 3.8 – Акумуляторна батарея BMS Eco Battery E-Wall5 кВт (EW485)

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики акумуляторної батареї BMS Eco Battery E-Wall 5 кВт (EW485)

Тип:	Літій-іонні
Номинальна напруга, В:	48
Ємність, а. ч:	104
Номинальний струм заряду, а:	20
Максимальний струм заряду, А:	80
Номинальний струм розряду, а:	20
Максимальний струм розряду, А:	160
Запасена енергія, кВт * год:	5
Максимальна потужність навантаження, кВт:	4
Кількість циклів:	≥3000

Визначимо необхідну кількість таких батарей для реалізації резервного живлення інфрачервоної системи опалення приватного будинку за формулою:

$$n_{AB} = \frac{C_{AB \text{ заг.}}}{C_{AB}}, \quad (3.2)$$

де:

n_{AB} – кількість акумуляторних батарей для реалізації резервного живлення;

$C_{AB \text{ заг.}}$ – загальна ємність акумуляторних батарей резервного живлення, А·год;

C_{AB} – ємність обраної акумуляторної батареї для реалізації резервного живлення, А·год.

Отже будемо мати:

$$n_{AB} = \frac{713}{104} = 6,85 \text{ штук} \approx 7 \text{ штук}.$$

Для заряджання акумуляторів резервного живлення від основної електричної мережі оберемо зарядний пристрій виходячи із їх загальної ємності, яка визначається за формулою 3.3. Виходячи із даних технічного паспорта акумуляторної батареї напруга заряджання має становити 48-54 В.

Так як наші акумулятори будуть з'єднанні паралельно їх ємність збільшиться розрахуємо їх сумарну ємність за формулою:

$$C_{\text{АБзаг}} = C_{\text{АБ}} \cdot n_{\text{АБ}} \quad (3.3)$$

Отже будемо мати:

$$C_{\text{АБзаг}} = 104 \cdot 7 = 728 \text{ А} \cdot \text{год}.$$

Для нашого акумулятора в технічній документації рекомендований струм заряду який визначається за формулою:

$$I_{\text{заряду}} = 0,1 C_{\text{АБзаг}} \quad (3.4)$$

Отже будемо мати:

$$I_{\text{заряду}} = 0,1 \cdot 728 = 72,8 \text{ А}$$

Виробників таких зарядних пристроїв безліч, а нас цікавить в першу чергу ціна та якість, тому оберемо оптимальний варіант – це зарядний пристрій для акумуляторів LiFePO₄ 48V (58.4V)-80A-3840W-LED (див. рис. 3.9) технічні характеристики в таблиці 3.3. Він має середню ринкову вартість порядку 25 270 грн.



Рисунок 3.9 – Зарядний пристрій для акумуляторів LiFePO₄ 48V (58.4V)-80A-3840W-LED

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики зарядного пристрою LiFePO₄ 48V (58.4V)-80A-3840W-LED

Бренд	LogicPower
Країна реєстрації бренду	Україна
Тип	зарядний пристрій для акумулятора
Вхідна напруга	110-240
Вихідна напруга	48
Робоча напруга	220 В
Напруга повного заряду	58.4 В
Вихідна потужність	3840 Вт
Вихідний струм	80 А

У якості інвертора, для реалізації резервного живлення нашої системи інфрачервоного опалення, ми будемо використовувати значення її загальної електричної потужності, яке було становить та становить 12,385кВт. Враховуючи дану потужність, яка є доволі високою, чим вища потужність інвертора – тим він дорожчий, а відмовитись взагалі від нього ми не можемо, так як наші інфрачервоні панелі живляться від змінного струму. Тому оберемо інвертор компанії-виробника Fronius Symo 12.5-3-М номінальною потужністю 12,5 кВт (див. рис. 3.10) технічні характеристики наведені в таблиці 3.4, середня ціна якого становить 89000 грн.



Рисунок 3.10 – Інвертор Fronius Symo 12.5-3-M

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики інвертора Fronius Symo 12.5-3-M

Виробник:	Fronius (Австрія)
Тип:	Мережеві (ON-GRID)
Номінальна потужність, кВт:	12,5
Число фаз:	Трифазні
Діапазон вхідної напруги, В:	48
Вихідна напруга, В:	220/380
Вихідна частота, Гц:	50/60
ККД, %:	98

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.141.041.015.ПЗ

Аркуш

67

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Розрахунок капітальних затрат на реалізацію інфрачервоної системи опалення

В даному дипломному проєкті була розроблена система управління температурою в приватному будинку, яка поєднує в собі інфрачервону технологію та рекуперацію повітря. У зв'язку з цим необхідно визначити капітальні та експлуатаційні витрати на встановлення такої системи та розрахувати термін окупності. Також необхідно оцінити, чи є система економічно доцільною.

Важливо також оцінити вартість обладнання, яке буде використовуватися в системі. Слід також врахувати вартість обслуговування елементів системи протягом усього періоду використання системи (15 років) і вартість заміни елементів то слід враховувати, що заміна акумуляторних батарей здійснюється через 10 років роботи системи. Вартість обслуговування елементів системи приймається на рівні 1% від вартості обладнання.

Аналіз витрат повинен спочатку розрахувати загальну річну вартість TAC (Total Annualised Cost) системи відповідно до наведених нижче співвідношень:

$$TAC = \frac{TLCC}{CPWF}, \quad (4.1)$$

де:

TLCC (Total Life Cycle Cost) – загальна вартість системи за період її експлуатації;

CPWF (Cumulative Present Worth Factor) – сукупний фактор реальної вартості.

					ДП.141.041.015.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ		
Розробив		Молчан В.В.					
Перевір		Антипчук Б.О.					
Н. Контр.		Антипчук Б.О.					
Затв.		Лавріщев О.О.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
					У	68	91
					ЖАТФК, гр. Е-41		

В таблиці 4.1 наведено всі капітальні витрати для реалізації розробленої системи в даному дипломному проекті.

Таблиця 4.1 – Капітальні витрати проекту

№	Назва технічних матеріалів	кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Система інфрачервоного опалення				
1	ІЧ панель Terloceramic TC 395	17	1549 грн	26333 грн
3	Терморегулятор terneo rol	6	654 грн	3924 грн
4	Рекуператор повітря Вентс Соло PA1-35A-9 P	3	3500 грн	10500 грн
Всього по системі:				40757грн
Система резервного живлення				
4	Акумуляторна батарея BMS Eco Battery E-Wall5 кВт (EW485)	7	53750 грн	376250 грн
5	Зарядний пристрій LiFePO4 48V (58.4V)-80A-3840W-LED	1	25270 грн	25270 грн
6	Інвертор Fronius Symo 12.5-3-M	1	89000 грн	89000 грн
Всього по системі:				490520 грн
Всього загальна вартість				531277 грн

Капітальні вкладення — це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів та нематеріальних активів, які підлягають амортизації. Капітальні вкладення необхідні для впровадження запропонованої системи, вони є одним з найважливіших показників, що застосовуються для економічної оцінки ефективності системи.

Вартість монтажних-налагоджувальних робіт визначимо за формулою:

$$K_{MH} = \sum (C_i \cdot a \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{CM} \cdot K_{PP}, \quad (4.2)$$

де:

C_i — чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних) робіт;

a — годинна тарифна ставка і-го розряду, грн;

t_i — час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних) робіт, год.;

$K_D = 1,1 \dots 1,5$ – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

$K_{CM} = 1,22$ – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи;

$K_{IP} = 1,1 \dots 1,5$ – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

Вартість монтажно-налагоджувальних робіт будемо визначати відповідно до основних договірних цін і розцінок промислової групи компаній «БК Сервіс», яка займається монтажем та налагодженням систем електричного інфрачервоного опалення. Отже отримаємо, що:

$$K_{MH} = (2 \cdot 68,88 \cdot 13 + 2 \cdot 68,88 \cdot 9) \cdot 1,1 \cdot 1,22 \cdot 1,1 = 4473,9 \text{ грн.}$$

Транспортні витрати визначаються відповідно до тарифів перевізника ТОВ «Ларді», маси вантажу і відстані до складів постачальника. Згідно із розрахунками перевізника, доставка 4 вантажних місць загальною масою до 800 кг складе 8650 грн.

Отже, визначимо капітальні витрати на систему інфрачервоного опалення та її систему резервного живлення за формулою:

$$K = K_{OB} + K_{TP} + K_{MH}, \quad (4.3)$$

де:

K_{OB} – вартість устаткування по зведенню витрат (без ПДВ), грн.;

K_{TP} – транспортно-заготівельні й складські витрати, грн.;

K_{MH} – витрати на монтаж і налагодження встаткування, грн.

Отримаємо, що:

$$K_{\text{заг}} = 531277 + 8650 + 4473,9 = 544400,9 \text{ грн.}$$

					ДП.141.041.015.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Отже бачимо, що капітальні витрати на систему інфрачервоного опалення та її систему резервного живлення сумарно становлять 544400,9 грн.

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на реалізацію інфрачервоної системи опалення

Експлуатаційні витрати — це поточні витрати на експлуатацію й обслуговування об'єкта проектування за певний період, які виражені у грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічному устаткуванню відносять:

- а) амортизаційні відрахування (C_a);
- б) вартість спожитої електроенергії (C_e);
- в) основна й додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу та відрахування на соціальні заходи (C_z);
- г) витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування (C_T);
- д) інші витрати ($C_{ін}$).

У такий спосіб річні експлуатаційні витрати по об'єкті проектування становлять:

$$C = C_a + C_e + C_z + C_T + C_{ін} . \quad (4.4)$$

Розроблена в даному проекті система інфрачервоного опалення є повністю автономною і не вимагає постійної присутності оператора або обслуговуючого персоналу, тому всі планові роботи з обслуговування будуть проводитися господарем будинку. Таким чином статті витрат C_z та $C_{ін}$ дорівнюють нулю.

Амортизаційні відрахування нараховується виходячи із тривалості часу використання розробленої системи, очікуваного економічного прибутку, її

					ДП.141.041.015.ПЗ	Аркуш
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якісних технічних характеристик, фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Термін якісного використання впроваджуваного обладнання становить 15 років. Норма амортизації при прямолінійному методі, постійна протягом всього амортизаційного періоду і рівна:

$$H_a = \frac{\Phi_n}{\Phi_n \cdot T_n} \cdot 100\% , \quad (4.5)$$

де:

T_n – час якісного використання системи (амортизаційний період);

Φ_n – початкова ціна системи, грн.;

Отже матимемо:

$$H_{a \text{ заг}} = \frac{544400,9}{544400,9 \cdot 15} \cdot 100\% = 6,7 \% .$$

Тоді річні амортизаційні відрахування для розробленої системи визначимо за формулою:

$$C_a = \frac{\Phi_n \cdot H_a}{100} , \quad (4.6)$$

де:

Φ_n – початкова ціна системи, грн.;

H_a – норма амортизації, %.

Будемо мати, що:

$$C_{a \text{ заг.}} = \frac{544400,9 \cdot 6,7}{100} = 37563,66 \text{ грн ;}$$

Отже визначимо річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт. Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним працівникам та складають 1% від величини капітальних витрат:

$$C_T = 0,01 \cdot K , \quad (4.7)$$

де:

C_T – витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування, грн.;

K – капітальні витрати на систему інфрачервоного опалення та її систему резервного, грн.

Отримаємо:

$$C_{T \text{ заг}} = 0,01 \cdot 544400,9 = 5444 \text{ грн.};$$

Далі визначимо вартість спожитої електроенергії. Данна система працює в ходні пори року тому час роботи буде складати 6 місяців:

$$C_e = P \cdot n \quad (4.8)$$

де:

C_e – вартість спожитої електроенергії, грн.;

P – спожита потужність за добу, кВт·год;

n – кількість робочих днів (183 дні).

Отримаємо:

$$C_e = 32,53 \cdot 183 = 5952,99 \text{ грн}$$

Річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування розраховуємо за формулою 4.4, вони становлять :

$$C_{\text{заг}} = 37563,66 + 5952,99 + 0 + 0 + 5444 = 48959,99 \text{ грн.};$$

4.3 Розрахунок терміну окупності розробленої системи інфрачервоного опалення

У цьому розділі оцінюється доцільність розробленої системи опалення шляхом визначення терміну її окупності. Для того, щоб це зробити, порівняємо ціну на опалення нашого приватного будинку, план якого зображеного на рисунку 2.1, за допомогою системи традиційного опалення з ціною на електроенергію яку споживатиме розроблена система опалення з використанням інфрачервоних настильних панелей.

Так як у нас приватний будинок то доцільно порівнювати також з приватним будинком. Для традиційного опалення зазвичай використовують газові котли, їх підбирають по площі опалювального приміщення. У нашому випадку площа приміщення складає 69,3 м² на кожні 10м² потрібна потужність 2,5кВт таким чином нам потрібен котел приблизно 7кВт. Витрати котла такої потужності буде складати 0,8–1м³ на годину. Отже котел працює постійно тобто 24 години на добу 30 днів.

Отже визначимо суму в грн. за місяць, яку необхідно сплати опалюючи приватний будинок традиційною системою опалення:

$$M_{\text{Г.о.с.о.}} = V \cdot t \cdot n_{\text{днів}} \cdot T, \quad (4.10)$$

де:

$M_{\text{Г.о.с.о.}}$ – місячні витрати на газове опалення, грн.;

V – витрата газу на годину м³(приймемо 0,8);

t – час роботи системи, год./добу;

$n_{\text{в.заг.}}$ – кількість робочих днів системи за місяць;

					ДП.141.041.015.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

T – тарифна ставка на газ, яка споживається газовою системою опалення, вона на сьогодні становить 7,96 грн/м³.

Отримаємо, що:

$$M_{г.о.с.о.} = 0,8 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 7,96 = 4584,96 \text{ грн.} \quad (4.10)$$

Електрична потужність панелей в даному дипломному проекті інфрачервоної системи опалення становить 6,715 кВт, тому за годину своєї роботи вона споживає 6,715 кВт·год електроенергії. Така система працюватиме 4 години на добу. А також ми застосовуємо рекуператори які мають потужність 5,67 кВт які за годину своєї роботи споживатимуть 5,67 кВт·год електроенергії які працюватимуть 1–ну годину на добу.

Отже, визначимо суму в грн. за місяць, яку необхідно сплати опалюючи приватний будинок розробленою системою інфрачервоного опалення:

$$M_{гч с.о.} = (P_{ін.панел.} \cdot t + P_{рекуп.} \cdot t) \cdot n_{днів} \cdot E_{гч о.п.}, \quad (4.11)$$

де:

$M_{гч с.о.}$ – місячні витрати на опалення розробленою інфрачервоною системою опалення, грн.;

$P_{ін.панел.}$ –потужність системи з інфрачервоних панелей, кВт;

$P_{рекуп.}$ –потужність рекуператорів, кВт;

t – час роботи, год./добу;

$n_{в.заг.}$ – кількість робочих днів системи за місяць (приймаємо 30 днів);

$E_{гч о.п.}$ – тарифна ставка за електроенергію, яка споживається розробленою інфрачервоною системою опалення, вона на сьогодні становить 2,64 грн/кВт·год.

Матимемо, що:

$$M_{\text{ІЧ с.о.}} = (6,715 \cdot 4 + 5,67 \cdot 1) \cdot 30 \cdot 2,64 = 2576,38 \text{ грн.}$$

Обидві системи опалення, що традиційна, що інфрачервона, призначені для роботи в холодні місяці, як правило, це шість місяців (середина жовтня – по середню квітня), тому визначимо суму в грн. за шість місяців, яку необхідно сплати опалюючи приватний будинок газовою системою опалення та розробленою системою інфрачервоного опалення, тобто визначимо річні витрати за формулою:

$$M_{\text{с.о. рік}} = n_{\text{місяці}} \cdot M_{\text{с.о.}}, \quad (4.12)$$

де:

$M_{\text{с.о.}}$ – місячні витрати на опалення системою опалення, грн.;

$N_{\text{місяців}}$ – кількість робочих місяців системи опалення.

Отже, отримаємо:

$$M_{\text{Г.о.с.о.рік}} = 6 \cdot 4584,96 = 27509,76 \text{ грн.};$$

$$M_{\text{ІЧ.с.о.рік}} = 6 \cdot 2576,38 = 15458,28 \text{ грн.}$$

Виходячи з розрахунків бачимо, що система інфрачервоного опалення економічно вигідніша ніж газова система опалення, а заощадження становлять суму 12051,48грн.

Визначимо термін окупності нашої розробленої системи інфрачервоного опалення та її системи резервного живлення за формулою:

$$T = K_{\text{сис.}}/Y, \quad (4.13)$$

де:

$K_{\text{сис.}}$ – капітальні витрати на систему, грн.;

Y – річний прибуток системи, грн.

Отже матимемо, що:

$$T_{IЧ \text{ сист.оп.}} = 40757/12051,48 = 3,4 \text{ років};$$

$$T_{\text{сист.рез.жив.}} = 490520/12051,48 = 40,6 \text{ років};$$

$$T_{IЧ \text{ сист.оп+рез.жив.}} = 531277/12051,48 = 44 \text{ роки.}$$

Як бачимо з отриманого розрахунку, термін окупності системи інфрачервоного опалення становить 3,4 років, це дуже чудовий результат, однак разом із системою резервного живлення він зростає аж до 44, тобто система резервного живлення є економічно не вигідною із точки зору її монтажу – це, в першу чергу, пов'язано із тим, що із за військових дій в Україні обладнання для її реалізації доволі дороге, тому як вихід: можна не використовувати рекуператори під час відключення електроенергії також можна обмежитись меншою кількістю акумуляторних батарей, від чого вартість системи вразі зменшиться та використовувати резервне живлення у разі відключення електричної енергії не для всієї системи інфрачервоного опалення, а лише для певної її частини, яка, наприклад, обігріватиме тільки кімнати, тобто на час відключення електропостачання зробити теплу зону в приватному будинку.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Охорони праці під час виконання електромонтажних робіт

Електрика вже давно «приручена» людством, але при неправильному використанні вона продовжує становити небезпеку. Ось чому професія електромонтажника відноситься до категорії небезпечних – недотримання норм і правил можуть мати серйозні наслідки.

Справжній фахівець повинен досконально знати нормативну документацію, пов'язану з питаннями електробезпеки. Але часом навіть досвідченим електрикам буває нелегко запам'ятати абсолютно всі правила, розкидані у різних посібниках. Основні найбільш важливі рекомендації, які дозволять уникнути травм при проведенні основних електромонтажних робіт:

1) За можливості обов'язково знеструмлюйте об'єкт, на якому ведете роботи.

Звучить як азбучна істина, але нерідко електромонтажники порушують це правило. Буває лій багато разів підходити до вимикача, зручно відразу бачити результат робіт (подібне часто відбувається при відсутності заздалегідь складеної схеми), наводяться й інші аргументи. У підсумку монтаж під напругою, особливо без використання належного захисту, нерідко стає причиною електричних травм.

Важливо й те, як відключається електроживлення. Рекомендується відключати як всі фазові дроти, так і нейтральні. Сучасні захисні автомати мають зручні ручки управління, тому саме їх використовують для знеструмлення об'єкта. Нове покоління електриків стало відкидати рубильники, як громіздкі і архаїчні агрегати, припускаючи, що при напрузі до

					ДП.141.041.015.ПЗ					
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ			Лім.	Арк.	Аркушів
Розробив	Молчан В.В.							У	78	91
Перевір	Антипчук Б.О.									
Н. Контр.	Антипчук Б.О.							ЖАТФК, гр. Е-41		
Затв.	Лавріщев О.О.									

1000 В вони взагалі не потрібні. Але таке зневажливе ставлення до рубильників в корені невірно. Наявність рубильника дозволяє підвищити рівень безпеки при електромонтажних роботах. Рубильник надійніший в порівнянні з захисним автоматом (у якого можуть зварюватись контакти). Крім цього, наявність окремого перемикача, на який покладено тільки одна функція - відключення подачі електроенергії - виключає можливу плутанину і знижує вплив людського фактора.

2) Роботи під напругою повинні вестися з використанням захисних засобів

Іноді знеструмити об'єкт, на якому ведуться роботи, абсолютно неможливо. Деякі електрики сподіваються на високу якість ізоляції проводів і беруться за ізольовані ділянки незахищеними руками. Але навіть якщо провід новий і на його ізоляції немає тріщин, ніхто не застрахований від того, що рука зісковзне на оголену ділянку проводу.

Для монтажу під напругою до 1000 В основним засобом захисту є спеціальні гумові рукавички, при напрузі понад 1000 В вони є допоміжним засобом. У тому випадку, якщо електромонтажні роботи проводяться при низьких температурах, рукавички з утеплювального матеріалу одягаються під гумові.

Інші поширені засоби захисту – діелектричний килимок, діелектричні галоші (менше 1000 В), діелектричні ботильйони (1000 В і вище), ізолюючі штанги. Монтаж слід вести інструментами з ізольованими ручками. При цьому не допускається використання інструменту, в якого ручки насаджені на загострені кінці металевих частин.

Засоби захисту повинні обов'язково відповідати напрузі, під якою ведеться монтаж. Електроізольовані інструменти та засоби захисту обов'язково повинні проходити перевірку ізоляції в терміни, встановлені нормативними документами (зазвичай раз на рік). Ні в якому разі не користуйтеся інструментом і захисними засобами, щодо яких у вас виникли будь-які сумніви, наприклад, при огляді ви виявили тріщини, відколи або вибоїни.

3) Чітко дотримуйтесь рекомендацій щодо вибору одягу для електромонтажних робіт.

Наявність спецівок і касок, призначених саме для електромонтажних робіт – найважливіша вимога безпеки. Костюм для роботи під напругою 1 000 В і вище часто має струмопровідні вставки або навіть весь виконаний зі струмопровідного матеріалу. У тому випадку, якщо електромонтажник потрапить в електричний розряд, струм піде через спецівку в обхід його тіла.

Інша вимога до костюму електромонтажника – синтетичні матеріали при високій температурі, характерній для вольтової дуги, повинні не плавитися (розплавлена пластмаса потрапляє на шкіру та викликає сильний опік), а розщеплюватися (наприклад, обвуглюватися). В касках електромонтажників використовуються діелектричні матеріали.

4) Враховуйте ризик отримати механічні та хімічні травми, термічні опіки.

Еволюція професії електромонтажника відбувається в напрямку зменшення застосування нагріву, небезпечних механічних робіт і шкідливих хімічних речовин. Але сьогодні небезпека отримання опіків, механічних і хімічних травм ще зберігається. Тому не варто нехтувати засобами захисту (спеціальні окуляри, захисні щитки тощо).

5) Не працюйте з високою напругою поодиночі.

Поруч завжди повинна знаходитися людина, здатна надати вам першу допомогу в разі ураження струмом. Якщо ви тільки освоюєте професію електромонтажника, то перші кроки необхідно робити тільки під наглядом досвідченого фахівця.

6) Уникайте заплутаних переплетень проводів.

Будь-яка плутанина та безлад в розміщенні проводів – джерело потенційної загрози для безпеки електромонтажника. Використовуйте кабельні стяжки всюди, де це можливо, для отримання акуратної та гарної розводки кабелів.

7) Активно користуйтеся індикатором напруги.

Дроти, до яких ви будете торкатися голіруч, краще заздалегідь перевіряти дотиком індикатора напруги. Якщо він показує наявність небезпечної напруги, але ви припускаєте, що це всього лише струми витоку малої величини, не можна орієнтуватися тільки на припущення. Необхідно з'ясувати, з чим пов'язана поява напруги там, де її не повинно бути, усунути проблему й тільки після цього продовжити роботи. Для мережі 220 (230) В дуже зручна недорога індикаторна викрутка з неоновую лампою. Її переваги – відсутність батарейок і мінімальна ймовірність помилкового спрацювання від випромінювання побутових електроприладів, що стоять поруч. Якщо ви вирішили придбати більш дорогий електронний індикатор, то краще вибрати модель, в якій світлова індикація наявності напруги дублюється звуковою.

8) Ознайомтеся з планом електропроводки та проведіть пошук прихованих проводів.

Перед свердлінням стіни ознайомтеся з планом розміщення електропроводки всередині приміщення, при його відсутності проведіть обстеження за допомогою приладу для виявлення прихованої електропроводки.

Ця рекомендація має відношення до будь-яких ремонтних робіт у будівлі. Але для електромонтажників вона особливо актуальна, адже їм доводиться свердлити саме поблизу розеток, вимикачів та іншого електрообладнання, де проходять дроти, вмуровані в стіну.

З точки зору електробезпеки краще обрати дешевші та простіші прилади, що працюють на електростатичному принципі – вони дозволяють виявляти дроти, які знаходяться під напругою, але по ним не протікає струм, наприклад, в результаті обриву. Прилади, створені на електромагнітному принципі, більш точно знаходять місце проходження дротів, але вони визначають тільки справні дроти. Найкращий варіант – комбінований прилад, що поєднує в собі кілька методів виявлення проводів. Недоліком таких приладів є висока вартість та необхідність мати певну кваліфікацію для користувача.

9) При зварюванні та пайці робоче місце повинно бути вільним від легкозаймистих конструкцій.

При знаходженні легкозаймистих конструкцій в радіусі до 5 м необхідно накрити їх спеціальними захисними екранами.

10) Подбайте про якісне освітлення робочого місця.

Після відключення подачі електроенергії в місці проведення електромонтажних робіт доводиться користуватися лише джерелами світла з автономним живленням. Практика підведення окремої лінії для освітлення об'єкта, де ведуться роботи, поширена частіше на великих проектах. Зазвичай використовується налобний ліхтар на світлодіодах. Але для підтримання безпеки необхідне загальне освітлення, достатнє для впевненої орієнтації електромонтажника в просторі. Роботи часто можуть проводитися в такий час і в такому місці, для яких природного освітлення буде недостатньо.

Ось чому електромонтажник повинен мати при собі не тільки налобний ліхтар, що дає вузький пучок світла, але й досить потужний акумуляторний світлодіодний ліхтар. Освітленість повинна бути якомога більш рівномірною, ліхтар не повинен сліпити очі.

5.2 Перша допомога при ураженні електричним струмом

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання. Дотик до струмопровідних частин (мережі під напругою) у більшості випадків призводить до судом м'язів, тобто людина самостійно не в змозі відірватися від провідника. Тому необхідно швидко відключити ту частину електрообладнання, до якої доторкається людина. Будь-яке зволікання при наданні допомоги, а також невміння того, хто допомагає, надати кваліфіковану допомогу, призводить до загибелі людини, яка знаходиться під дією струму.

При звільненні потерпілих від струмопровідних частин або проводу в електроустановках напругою до 1000 В відключають струм, використовуючи

					ДП.141.041.015.ПЗ	Аркуш
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сухий одяг, палицю, дошку, шапку, сухі рукавиці, рукав одягу, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізольованими ручками, перерубують сокирою з дерев'яним сухим топорищем.

Потерпілого можна також відтягнути від струмопровідних частин за одяг, уникаючи дотику до навколишніх металевих предметів та до відкритих частин тіла потерпілого. Відтягуючи потерпілого за ноги, не можна торкатися його взуття, оскільки воно може бути сирым і стає провідником електричного струму. Той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавиці або обмотати їх шарфом, натягнути на них рукав піджака або пальта. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку тощо.

Після звільнення потерпілого від дії струму потрібно відразу ж надати йому необхідну медичну допомогу. Виділяють три стани людського організму внаслідок дії електроструму:

– I стан – потерпілий при свідомості. Слід забезпечити повний спокій, 2-3 годинне спостереження, виклик лікаря.

– II стан – потерпілий непритомний, але дихає. Людину покласти горизонтально, розстебнути комір і пасок, дати нюхати нашатирний спирт, викликати лікаря.

– III стан – потерпілий не дихає або дихає з перервами, уривчасто. Роблять штучне дихання і непрямий масаж серця.

Якщо потерпілий після звільнення від дії електричного струму і надання медичної допомоги прийшов до тями, його не слід одного відправляти додому або допускати до роботи. Такого потерпілого слід доставити в лікувальний заклад, де за ним буде встановлено спостереження, так як наслідки від впливу електричного струму можуть проявитися через кілька годин і привести до більш важких наслідків.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті було розроблено систему опалення приватного будинку на базі інфрачервоних технологій у поєднанні із рекуперацією повітря.

В ході реалізації даного дипломного проєкту було проведено порівняльний аналіз різних типів сучасних систем опалення та обґрунтовано вибір саме електричних інфрачервоних нагрівних керамічних панелей в якості основи для нашої розробленої системи опалення, розраховано необхідну електричну потужність для забезпечення якісного опалення приватного будинку у відповідності до якої було розраховано необхідну кількість інфрачервоних панелей, терморегуляторів, рекуператорів повітря, обґрунтовано вибір їх типів та виробників.

Враховуючи те, що інфрачервона система опалення розроблялася з метою повноцінної заміни традиційної системи опалення приватного будинку, то було прийнято рішення щодо розрахунку та розробки системи резервного живлення для неї, так як, її робота цілком і повністю залежить від наявності електроенергії в мережі її живлення.

З точки зору розрахованої економічної ефективності розробленої системи можна зробити висновок, що термін окупності системи інфрачервоного опалення без резервного живлення становить 3,4 років, однак разом із системою резервного живлення він зростає аж до 44 років, тобто система резервного живлення є економічно не вигідною, це, в першу чергу, пов'язано із тим, що із за військових дій в Україні обладнання для її реалізації доволі дороге тому, щоб повністю не відмовлятися від неї, то в якості альтернативи можна скористатися рекомендаціями наведеними у підрозділі 4.3 даного дипломного проєкту.

					ДП.141.041.015.ПЗ				
					ВИСНОВКИ				
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Молчан В.В.								
Перевір	Антипчук Б.О.								
Н. Контр.	Антипчук Б.О.								
Затв.	Лаврищев О.О.				ЖАТФК, гр. Е-41				
					Лім.	Арк.	Аркушів		
					У	84	91		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – Чинні від 2007-04-01. – К. Мінбуд України, 2006. – 119 с.
2. Korado. Опалення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://korado.com.ua/>
3. НПАОП 40.1-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів – К., 2001. – 41 с.
4. Боженко, М. Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: практикум для студентів напряму підготовки «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко, Ю. В. Шовкалюк ; НТУУ «КПІ».– Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 130 с.
5. Вибір акумуляторної батареї URL: <https://prel.prom.ua/a257262-vibir-akumulyatornoyi-batareyi.html> // (дата звернення 05.04.24).
6. Савченко О. О. Електричне обладнання будівель – навч. посібник / О. О. Савченко, Б. І. Щербатюк – К. Львівської політехніки, 2014 – 160 с.
7. Шульга М. О. Теплопостачання та вентиляція: навч. посібник / М. О. Шульга, О. О. Алексахін, Д. О. Шушляков; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х. : ХНУМГ, 2014. – 191 с.
8. ДСН 3.3.6.042-13. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – К., 1999. – 98 с
9. Веремійчук Ю. А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолюк О. С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення споживачів. Київ, Видавничий дім «Кий», 2020. 186 с. ISBN 987-617-7177- 12-7.

					<i>ДП.141.041.015.ПЗ</i>		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Молчан В.В.			<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ</i>		
Перевір		Антипчук Б.О.					
Н. Контр.		Нездвецька І.В.					
Затв.		Лавріщев О.О.					
						Лім.	Арк.
						У	85
						Аркушів	
						91	
						ЖАТФК, Гр. Е-41	

- 10.Оформлення конструкторської документації: навч. посіб. / В. В. Ванін, А. В. Бліок, Г. О. Гнітецька.– К. : Каравелла, 2003.– 160 с.
- 11.Клімов Р. О. Опалення. Вентиляція. Кондиціювання повітря / Р. О. Клімов, І. С. Долгополов – К. ДДТУ, 2016 – 102 с.
- 12.Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007]. - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
- 13.ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010. Будівельна кліматологія. – Чинні від 2011–11–01. – К. Мінбуд України, 2010. – 119 с.
- 14.Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).

Познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<i>Напівпровідникові елементи</i>		
VD1-VD4	1X4001	4	діод
VD5,VD10	KC156 Г	2	стабілітрон
VD6	1N4001	1	діод
VD7, VD11	світлодіод «LED»	2	зелений
VD8,VD9	1N4007	2	діод
VS1	TC106-10	1	семістор
VT1,VT2	BC547	2	транзистор
	<i>Інтегральні мікросхеми та операційні підсилювачі</i>		
DA1	MS6002	1	
DA2	KP1211EY1	1	
	<i>Конденсатори</i>		
C1,C2	100мкФ	2	полярний
C3,C4	100нФ	2	
C5	0,47мкФ	1	630В
C6	220 мкФ	1	полярний
C7	0,1 мкФ	1	
C8	220 мкФ	1	
C9	1000 нФ	1	
	<i>Резистори</i>		
R1	680 Ом	1	
R2, R3	8,2 кОм	2	
R4	10 кОм	1	
R5, R7	5,6 кОм	2	
R6	1МОм	1	
R9	10 кОм	1	
R10	4,7 кОм	1	
R11	1 кОм	1	

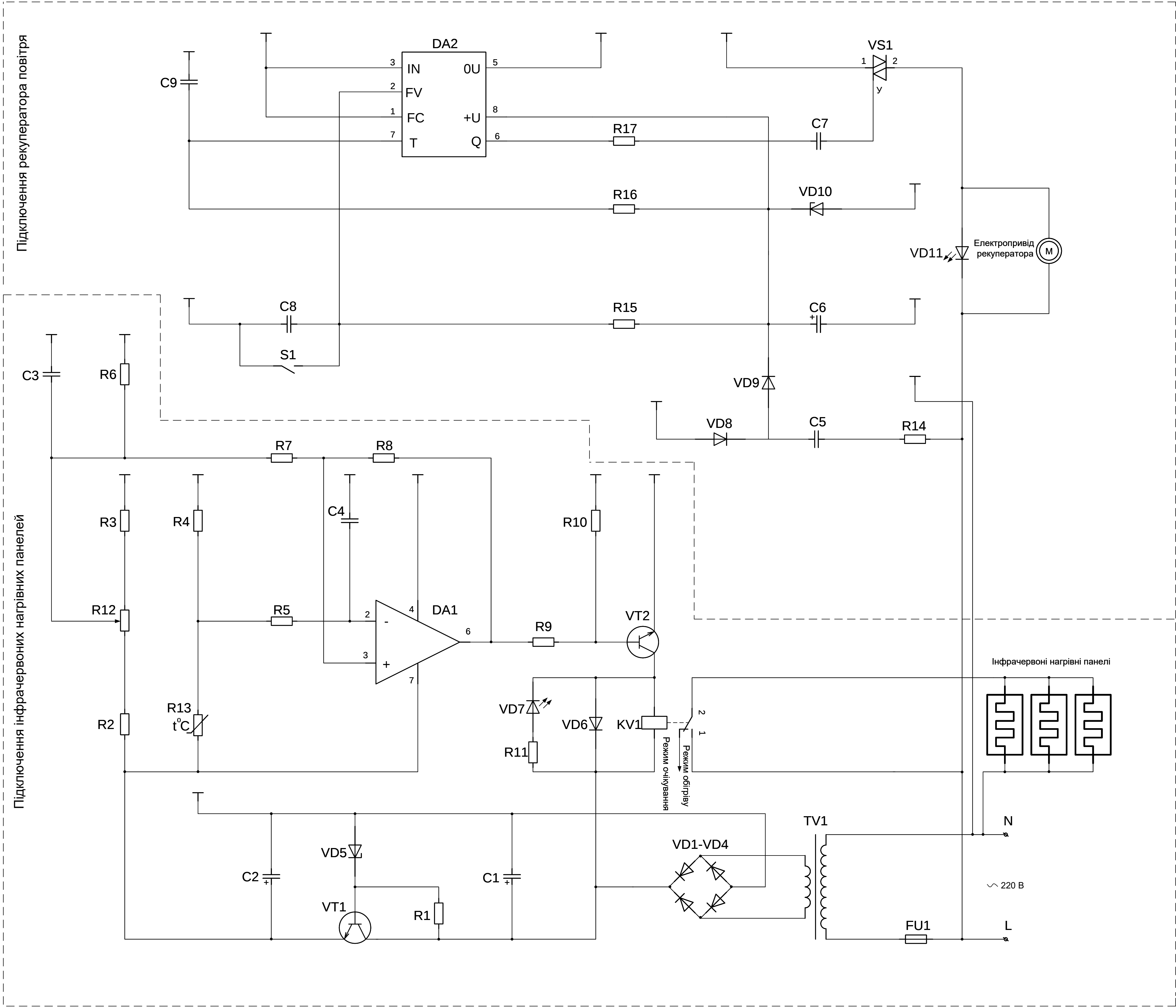
					ДП.141.041.015.ПЗ						
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Перелік елементів. Схема електрична принципова, підключення терморегуляторів до інфрачервоних керамічних нагрівних панелей із системою рекуперації повітря. (ДОДАТОК А)				Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Молчан В.В.								У	87	91
Перевір	Антипчук Б.О.										
Н. Контр.	Антипчук Б.О.								ЖАТФК, Гр. Е-41		
Зав.	Лавріщев О.О.										

[illegible]

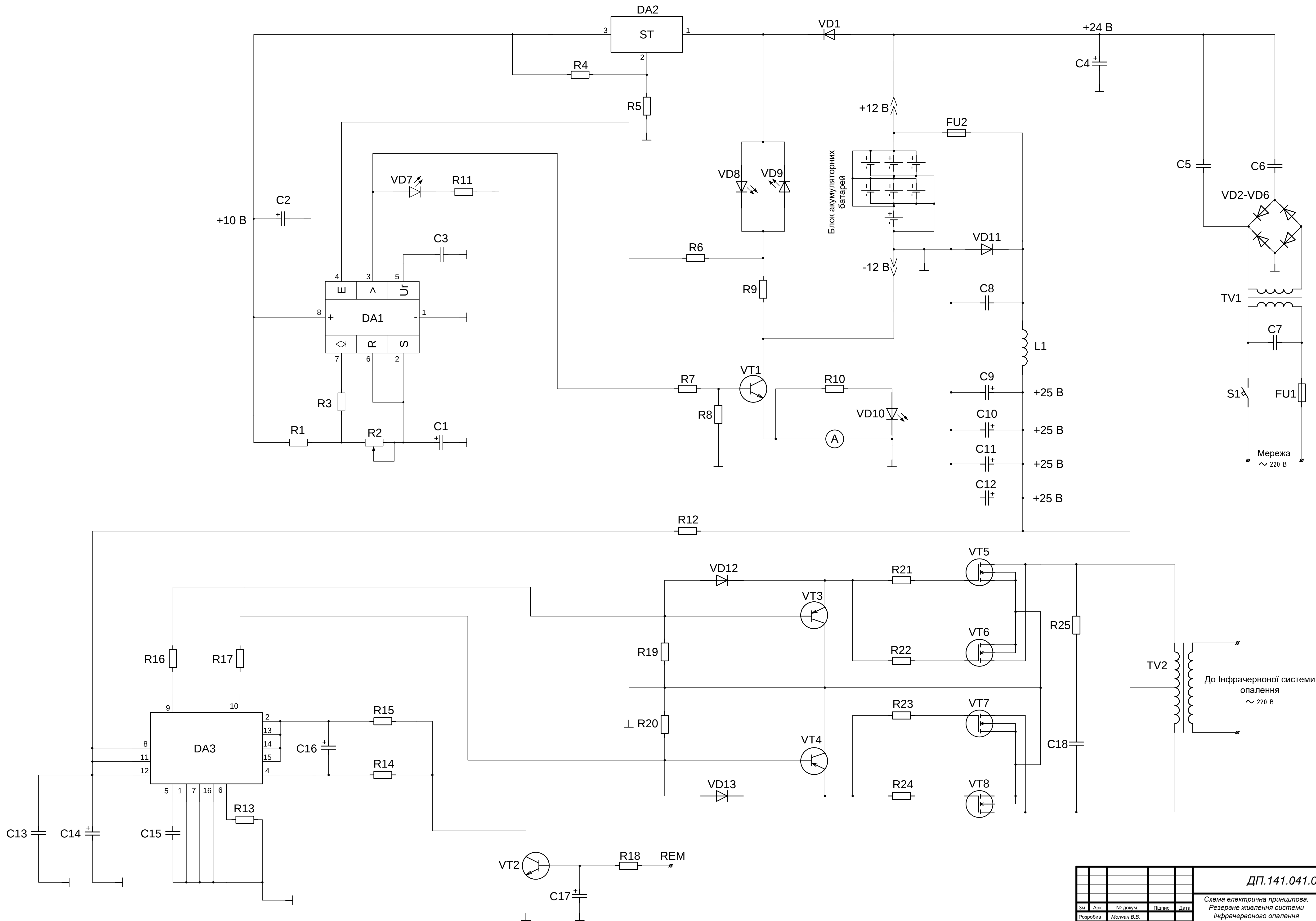
Познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<i>Напівпровідникові елементи</i>		
VD1	КД512Б	1	діод
VD2–VD6	КЦ405А	4	діод
VD7	АЛ307Б	1	світлодіод
VD8,VD9	L937GDD	2	світлодіод
VD10	АЛ307В	1	світлодіод
VD11	КД213А	1	діод
VD12,VD13	1N4148	2	діод
VT1	КТ829А	1	біполярний транзистор
VT2	BC546	1	біполярний транзистор
VT3,VT4	BC556	2	біполярний транзистор
VT5–VT8	IRF3205	4	польовий транзистор
	<i>Конденсатори</i>		
C1	1 мкФ	1	полярний
C2	10 мкФ / 16В	1	полярний
C3,C5–C7	0,01мкФ	4	
C4	3300 мкФ / 35В	1	полярний
C8	1 мкФ	1	
C9-C12	2200 мкФ / 25В	4	
C13	100 нФ	1	
C14,C16	22 мкФ	2	полярний
C15	1,2 нФ	1	
C17	22 мкФ	1	полярний
C18	10 нФ	1	
	<i>Запобіжники</i>		
FU1	GT-1	1	1А
FU2	СН	1	40А

					ДП.141.041.015.ПЗ						
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата							
Розробив	Молчан В.В.				Схема електрична принципова. Резервне живлення системи інфрачервоного опалення приватного будинку у поєднанні із рекуперацією повітря (ДОДАТОК Б)				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір	Антипчук Б.О.								У	89	91
Н. Контр.	Антипчук Б.О..								ЖАТФК, Гр. Е-41		
Затв.	Лавріщев О.О.										

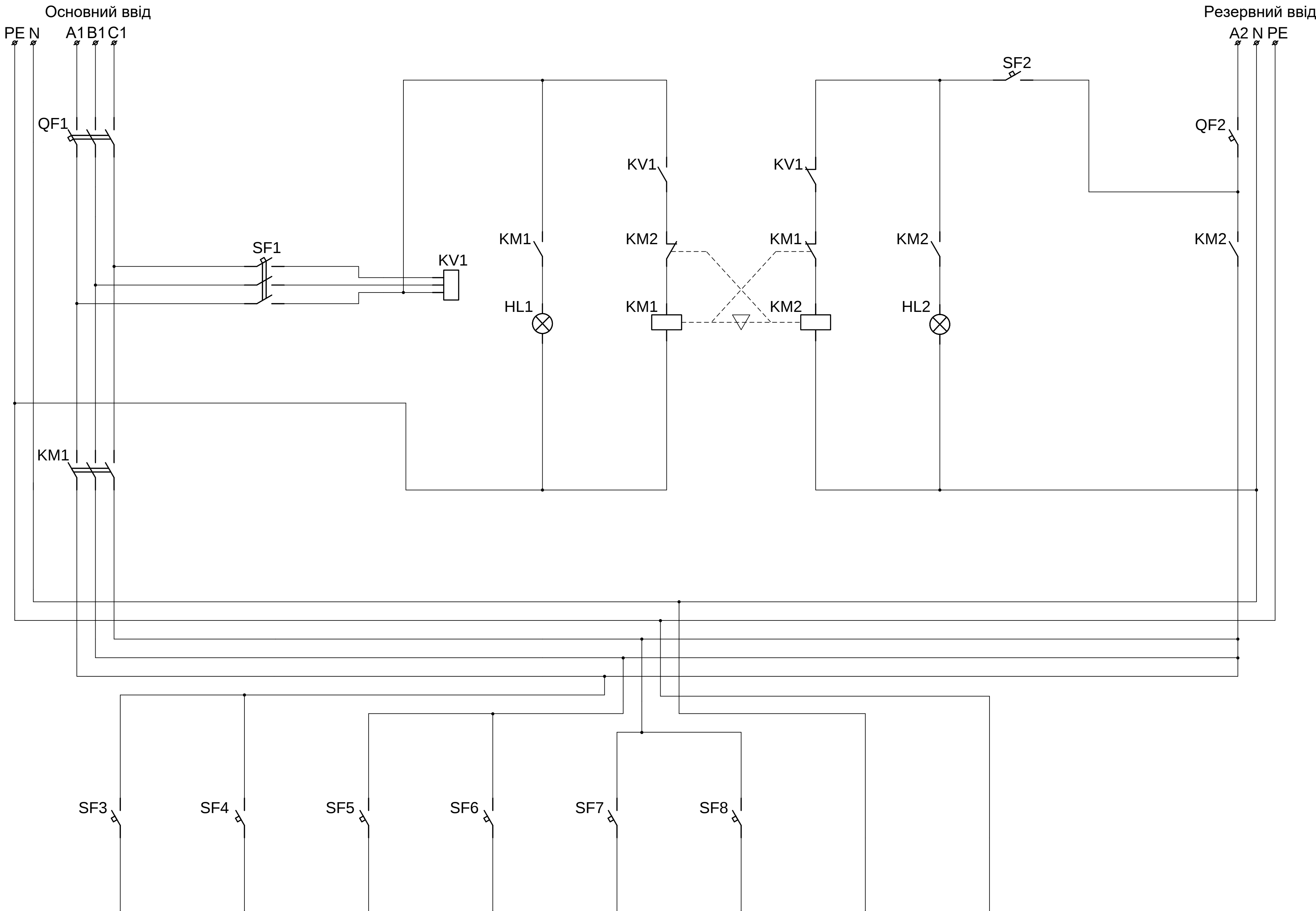
Познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Резистори		
R1	1,6 кОм	1	
R2	56 кОм	1	потенціометр
R3,R4	510 Ом	2	
R5,R11	1 кОм	2	
R6	910 Ом	1	
R7,R10	100 Ом	2	
R8	4,7 кОм	1	
R9	1,5 кОм	1	
R12,R14	10 кОм	2	
R13	15 кОм	1	
R15	47 кОм	1	
R16, R17	20 кОм	2	
R19,R20	1 кОм	2	
R21-24	10 кОм	4	
R25	56 МОм	1	
	Інтегральні мікросхеми та стабілізатори		
DA1	78L09	1	стабілізатор
DA2	KP1006	1	
DA3	TL454NC	1	
	Вимірвальне обладнання		
A	амперметр РА–1	1	5 А
	Трансформатори		
TV1	понижувальний	1	220B / 12B
TV2	підвищувальний	1	12B / 220B
ДП.141.041.015.IIЗ			
Аркуш 90			



ДП.141.041.015.E3					Літера			Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Схема електрична принципова. Підключення терморегуляторів до інфрачервоних керамічних нагрівних панелей із системою рекуперації повітря			у	
Розробив	Молчан В.В.							Аркуш 2	Аркуш 4
Перевірив	Антитич Б.О.								
Т. контр.									
Н. контр.	Антитич Б.О.								
Затвердив	Лаврицьке О.О.							ЖАТФК, Гр. Е-41	



ДП.141.041.015.E3					Літера			Маса			Масштаб		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Схема електрична принципова.			Резервне живлення системи інфрачервоного опалення приватного будинку у поєднанні із рекуперацією повітря			у		
Розробив	Молчан В.В.										Аркуш 3		
Перевірив	Антоніч Б.О.										Аркуш 4		
Т. контр.													
Н. контр.	Антоніч Б.О.												
Затвердив	Лаврицьке О.О.												



A1 (основний) / A2 (резерв)		B1 (основний) / A2 (резерв)		C1 (основний) / A2 (резерв)		N	PE
Вітальня з кухонною прибудовою	Хол	Ванна кімната	Кімната 1	Кімната 2	Тамбур	Загальне	Загальне
5 x Терloceramic TC 395 рекупeратор	2 x Терloceramic TC 395	2 x Терloceramic TC 395	3 x Терloceramic TC 395 рекупeратор	3 x Терloceramic TC 395 рекупeратор	2 x Терloceramic TC 395		

