

Київ – 2020 року

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

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Геннадій ВАРЛАМОВ
(підпис) «___» _____ 2020
р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Бузовері Дмитру Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)**

1. Тема проекту «Сонячна станція для теплонасосної системи тепlopостачання в м. Кривий Ріг»

керівник проекту Середа Володимир Володимирович, доцент, к. т. н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 р. №1168 - с

2. Термін подання студентом проекту 16.06.2020 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1) Географічний район – м. Кривий Ріг. Призначення приміщення – житлове. Розміри будинку 8,1х16х8 м х м х м
2) Тривалість опалювального періоду – $n=182$ доби. Розрахункова температура повітря для житлових приміщень – $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$. Розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення – $t_{p.o.}=\text{мінус } 24^{\circ}\text{C}$. Середня розрахункова температура за опалювальний період – $t_{cp.o.}=-0,2^{\circ}\text{C}$.
3) Кількість приладів гарячого водоспоживання – $N=4$. Кількість мешканців у будинку – $U=5$ чол. Температура холодної водопровідної води – $t_x=10^{\circ}\text{C}$. Температура гарячої води – $t_r=55^{\circ}\text{C}$.

4. Зміст пояснювальної записки: 1) Визначення енергетичних потреб будівлі.

2) Розрахунок системи тепlopостачання.

3) Розрахунок автономної сонячної станції.

4) Тепловий конструктивний розрахунок теплообмінного апарату.

5) Розрахунок розсолного контуру.

6) Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо).

1). Теплова схема системи тепlopостачання – 1 арк.

2). Компонівка обладнання системи тепlopостачання – 1 арк.

3). Компонівка обладнання сонячної станції – 2 арк.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Юрій ПОЛУКАРОВ, доцент		

7. Дата видачі завдання 19.05.20 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Визначення теплового навантаження	22.05.20 р.	
2.	Визначення електричних потреб	25.05.20 р.	
3.	Розрахунок природного охолодження	28.05.20 р.	
4.	Розрахунок системи ГВП	29.05.20 р.	
5.	Вибір основного обладнання	02.06.20 р.	
6.	Охорона праці	05.06.20 р.	
7.	Креслення	06.06.20 р.	
7.1	Теплова схема системи теплопостачання	28.05.20 р.	
7.2	Компоновка обладнання системи теплопостачання	02.06.20 р.	
7.3	Компоновка обладнання сонячної станції	06.06.20 р.	
8.	Оформлення пояснювальної записки	10.06.20 р.	

Студент

(підпис)

Дмитро БУЗОВЕРЯ
(ім'я, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Володимир СЕРЕДА
(ім'я, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: «Сонячна станція для теплонасосної системи теплопостачання в м. Кривий Ріг»

Київ – 2020 року

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Сонячна станція для теплонасосної системи тепlopостачання в м. Кривому Розі»: пояснювальна записка на 60 с., 12 рис., 16 табл., 8 бібліографічних найменувань; 2 дод.; 4 кресленики ф. А1, 2 – ф. А2.

Мета проекту – розрахувати та спроектувати сонячну електростанцію для електрозабезпечення теплонасосної системи тепlopостачання, яка також зможе накопичувати енергію для можливого використання її у нічний час (наприклад для підзарядки електроавтомобіля) та у періоди проблем з енергопостачанням.

Використані методики теплотехнічних, теплових, гідравлічних та електричних розрахунків обладнання системи тепlopостачання та електричного устаткування.

Наведені результати розрахунків теплових втрат будівлі у холодний період року, витрати теплової енергії на гаряче водопостачання та надходжень теплоти і вологи до приміщень у теплий період року.

За результатами розрахунків потреб теплоти та електроенергії будівлі вибране обладнання сонячної станції, контурів опалення, природного охолодження та гарячого водопостачання. Сонячна станція включає в себе: фотоелектричні елементи, інвертор, акумулятори, контролер. Теплонасосна система тепlopостачання складається з: ґрунтового теплового насосу, буферної ємності, баку – акумулятора, пластинчастого теплообмінника контуру природного охолодження та інших допоміжних пристроїв.

На кресленнях наведені електрична схема сонячної станції, тепла схема та компоновка обладнання теплонасосної системи тепlopостачання та компоновка сонячних модулів на даху будинку і на наземних конструкціях.

Ключові слова: сонячний модуль, електрична станція, система тепlopостачання, природне охолодження, тепловий насос.

ANNOTATION

Diploma project of the first (bachelor's) level of higher education on the theme: "Solar station for heat pump system of heat supply in Krivoy Rog": explanatory note on 60 p., 12 Fig., 16 tables, 8 bibliographic names 2 additional ...; 4 drawings f. A1, 2 - f. A2.

The aim of the project is to calculate and design a solar power plant to supply the heat pump system, which will also be able to store energy for possible use at night (e.g. for recharging an electric car) and during periods of energy supply problems.

The used methods of heat engineering, thermal, hydraulic and electric calculations of the equipment of a heat supply system and electric equipment.

The results of calculations of building's heat losses in the cold period of the year are given. Heat energy consumption for hot water supply and receipt of heat and moisture in premises during the warm period of the year.

Based on the results of calculations of the building's heat and power needs, the selected equipment of the solar station, heating circuits, natural cooling and hot water supply. The solar station includes: photovoltaic cells, inverter, batteries, controller. The heat pump system consists of: a ground heat pump, a buffer tank, an accumulator tank, a plate heat exchanger of the free cooling circuit and other auxiliary devices.

The drawings show the electrical scheme of the solar station, the thermal scheme and layout of the equipment of the heat pump system and the layout of solar modules on the roof of the house and on ground structures.

Keywords: solar module, electric station, heat supply system, free cooling, heat pump.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврской) уровня высшего образования на тему: «Солнечная станция для теплонасосной системы теплоснабжения в г. Кривом Роге»: пояснительная записка на 60 с., 12 рис., 16 табл., 8 библиографических наименований 2 доп. ; 4 чертежи ф. А1, 2 - ф. А2.

Цель проекта - рассчитать и спроектировать солнечную электростанцию для электроснабжения теплонасосной системы теплоснабжения, которая также сможет накапливать энергию для возможного использования ее в ночное время (например, для подзарядки электроавтомобиля) и в периоды проблем с энергоснабжением.

Использованные методики теплотехнических, тепловых, гидравлических и электрических расчетов оборудования системы теплоснабжения и электрического оборудования.

Приведенные результаты расчетов тепловых потерь здания в холодный период года расходы тепловой энергии на горячее водоснабжение и поступлений теплоты и влаги в помещения в теплый период года.

По результатам расчетов потребностей теплоты и электроэнергии здания выбранное оборудование солнечной станции, отопительных контуров, естественного охлаждения и горячего водоснабжения. Солнечная станция включает в себя: фотоэлектрические элементы, инвертор, аккумуляторы, контроллер. Теплонасосная система теплоснабжения состоит из: грунтового теплового насоса, буферной емкости, баке - аккумулятора, пластинчатого теплообменника контура естественного охлаждения и других вспомогательных устройств.

На чертежах приведены электрическая схема солнечной станции, тепловая схема и компоновка оборудования теплонасосной системы теплоснабжения и компоновка солнечных модулей на крыше дома и на наземных конструкциях.

Ключевые слова: солнечный модуль, электрическая станция, система теплоснабжения, естественное охлаждение, тепловой насос.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів	9
Вступ.....	11
1 Визначення енергетичних потреб будівлі.....	14
1.2 Розрахунок витрат енергії на гаряче водопостачання	14
1.2 Розрахунок електричних потреб будинку.....	15
1.3 Розрахунок теплових втрат	17
1.4 Розрахунок природного охолодження	19
2 Розрахунок системи тепlopостачання.....	25
2.1 Опис теплової схеми	25
2.2 Розрахунок теплової схеми	26
2.3 Вибір основного і допоміжного обладнання	27
2.4 Бак – акумулятор	31
2.5 Допоміжне обладнання.....	31
3 Розрахунок автономної сонячної електростанції	33
3.1 Вибір автономного інвертора напруги.....	34
3.2 Вибір і розрахунок сонячних батарей	34
3.3 Розрахунок ємкості і вибір акумуляторних батарей.....	35
3.4 Розрахунок контролера заряду.....	35
4 Тепловий конструктивний розрахунок теплообмінного апарату	37
5 Грунтовий контур.....	43
5.1 Пакети для підключення ґрунтового контуру до теплового насосу	43
5.2 Розподільник розсолу для земляного колектору.....	43
5.3 Розрахунок земляного колектора.....	45
5.4 Необхідна кількість теплоносія	45
6 Охорона праці	47
6.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів. Заходи з охорони праці.	47
Висновки.....	56

					ТП 61 03 003 ПЗ		
		№ докум.	Підпис	Дата			
Студент	Бузоверя				Сонячна електростанція для теплонасосної системи теплостачання. Пояснювальна записка	Стадія.	Аркуш
Керівник	Середа					ДПБ	7
П. Контр.						Аркушів	61
Н. Контр.	Боженко					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ТЕФ, кафедра ТПТ	
Зав. каф.	Варламов						

Перелік посилань.....	57
Додаток А.....	58
Список наукових праць і творчих досягнень.....	58
Додаток Б.....	60
Перевірка дипломного проекту на академічну доброчесність.....	60

					ТП 61 03 003 ПЗ	8
		№ докум.	Підпис			

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

t – температура;
 Q – витрата теплоти;
 G – витрата води;
 F – площа поверхні нагріву;
 α - коефіцієнт тепловіддачі;
 K - коефіцієнт теплопередачі;
 W – швидкість руху теплоносіїв;
 D – діаметр патрубків;
 P – тиск;
 V – об'єм води;
 A – температурний множник;
 Re – число Рейнольдса;
 Pr – критерій Прандтля;
 ν - кінематична в'язкість;
 λ - теплопровідність;
 ρ - густина.

ІНДЕКСИ

Нижні: max, h – параметри гарячого водопостачання; норм, h – параметри гарячого водопостачання; д – параметри гарячого водопостачання; в – параметри води; min – параметри опалювальних приладів; м – параметри для чоловіків; ж – параметри для жінок; інф – параметри інфільтрації; л – параметри природного охолодження; огр – параметри огорожень; с.р. – параметри сонячної радіації; б – параметри часу опалення;	о – параметри опалення; г – параметри гарячої води; х – параметри холодної води; т – параметри огртехніки в – параметри вентиляції; з – параметри зовнішнього повітря; в – параметри внутрішнього повітря; п.р., пер – параметри площ; ох – параметри приладів охолодження. надх – параметри теплоти; Верхні: н – параметри насосів; ср – середнє значення; рік – річне значення; л – параметри літнього періоду.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Скорочення

СЕС – сонячна електростанція;

ГВП – гаряче водопостачання;

ТН – теплоносій;

ФЕМ – фотоелектричний модуль;

АКБ – акумуляторна кислотна батарея;

ТЕН – трубчатий електронагрівач;

ДБН – Державні будівельні норми;

ТНУ – теплонасосна установка.

					ТП 61 03 003 ПЗ	10
		№ докум.	Підпис			

ВСТУП

У даному дипломному проекті розроблена сонячна станція і теплонасосна система теплопостачання житлового будинку. Замість системи теплопостачання, яка ґрунтується на спалюванні традиційного палива, у проекті застосоване устаткування, яке дозволяє використовувати відновлювані джерела енергії: тепло землі та сонячне випромінювання.

Житлова будівля розташована у м. Кривий Ріг та складається з підвалу, мансардового і першого поверхів. Загальна площа будівлі – 1087 м², кількість поверхів – 2. Зовнішній вигляд будівлі показано на рисунку 1.1.

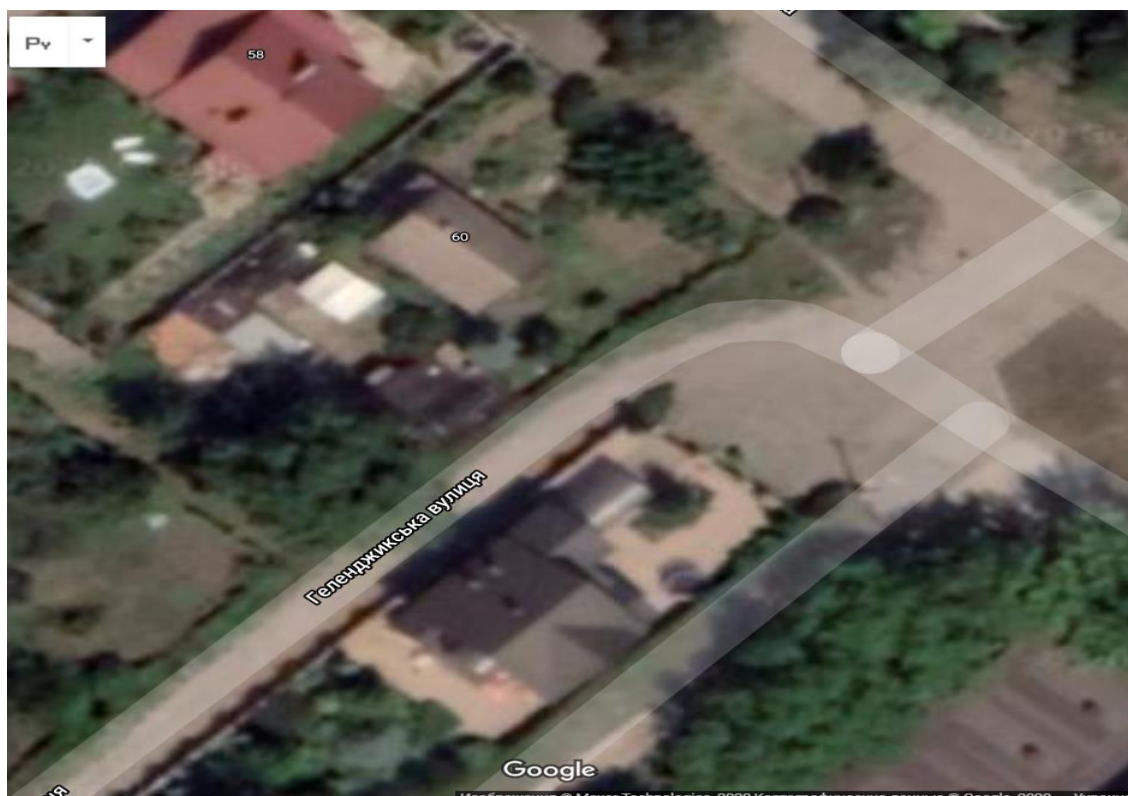


Рисунок 1.1 – Фото будинку зверху

Використання сонячної електростанції для забезпечення електроенергією власних потреб будинку дає можливість власниками стати повністю енергетично незалежними. Основні задачі автономної сонячної станції – це генерація та накопичення електроенергії для живлення електроприладів та обладнання системи теплопостачання. У проекті використовуються полікристалічні панелі, які мають ряд переваг:

- ККД до 22%;
- низька вага;
- значний термін експлуатації.

		№ докум.	Підпис		ТП 61 03 003 ПЗ	

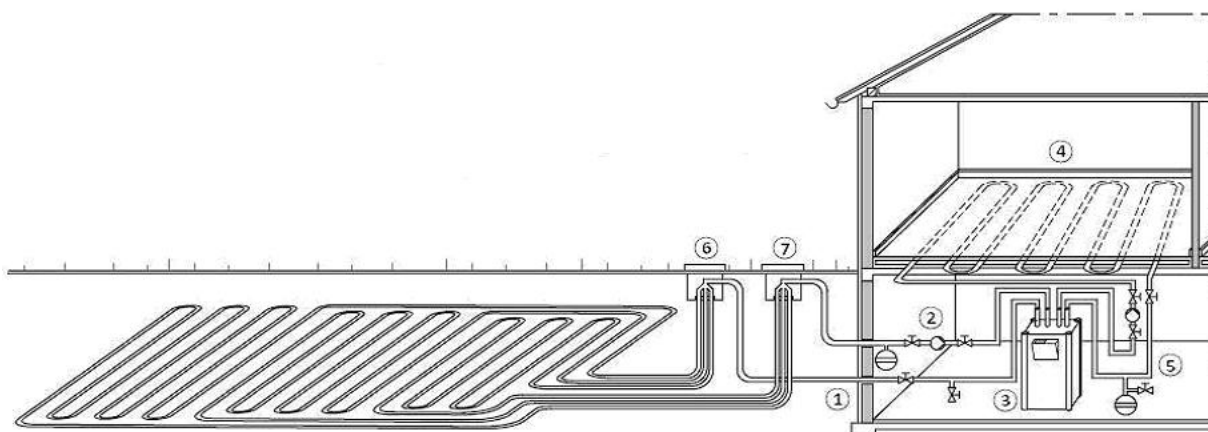
Застосування у якості джерела теплоти для системи теплопостачання будинку теплового насосу дає наступні переваги:

1) Підвищення рівня комфорту. Обравши тепловий насос замість системи, що працює на рідкому паливі, ви зменшите пожежонебезпечність свого будинку, позбудетесь димової труби, запаху дизельного палива та необхідності пам'ятати про те, щоб вчасно замовити його доставку.

2) Менша встановлена потужність. Для його використання вистачить чверті потужності, необхідної для традиційної системи опалення. Таким чином, використання теплового насоса - це ще й економія енергії і грошей.

3) Надійність. Їх конструкція містить невелику кількість механічних компонентів. Якщо врахувати, що компресори зазвичай мають дуже великий термін експлуатації, то такі теплонасосні системи довговічні і високонадійні.

У якості низькопотенційного джерела теплоти для теплового насосу у проєкті використовується горизонтальний земельний колектор (рисунок 2).



1 – подавальний трубопровід; 2 – зворотній трубопровід; 3 – тепловий насос; 4 – низькотемпературна система опалення; 5 – подача теплоносія в систему опалення; 6 – подаючий колектор ґрунтового колектору; 7 – зворотний колектор ґрунтового колектору.

Рисунок 1.2 – Тепловий насос з горизонтальним теплообмінником

Ділянка землі є найбільш оптимальним джерелом тепла для теплового насоса з точки зору ефективності та капітальних витрат. При чому, на ділянці де прокладений теплообмінник можна сіяти траву, садити кущі, декоративні рослини, тощо. Для цього необхідно викопати траншею глибиною близько 1,2 м та вкласти на її дно поліетиленову трубу певної довжини, діаметром 40 мм і товщиною 2,4 мм, це і буде джерелом тепла для

будинку. Глибина прокладання колектора залежить від величини промерзання ґрунту для конкретної місцевості, де буде змонтований тепловий насос та складає 10-20 см нижче цього значення. Це обумовлено експлуатаційними властивостями ґрунтового колектора теплового насоса, так як за теплий період року ґрунтовий масив повинен закумуляувати достатню кількість енергії для використання тепловим насосом в опалювальний період.

У жаркі літні дні температура усередині будівлі, як правило вище, ніж температура ґрунту або ґрунтових вод. Тоді як їх низькі температури можуть служити взимку, як джерело тепла, літом вони служать як джерело холоду. Блок "Natural cooling" використовує ці джерела природного охолодження для відведення тепла з будівель. При цьому тепловий насос залишається відключеним, окрім блоку управління і циркуляційного насоса. Все це робить "Natural cooling" недорогою і енергозберігаючою технологією кондиціонування будівель.

Переваги системи „Natural cooling”:

- ККД в режимі охолодження від 15 до 20 %, що в 3-4 рази вище, ніж у інших аналогічних систем кондиціонування;
- зниження викидів CO_2 - порівняно з іншими аналогічними системами кондиціонування;
- нешкідлива для оточуючого середовища режим роботи;
- можливість використання теплоти , що відводиться, для кращої регенерації джерела тепла і додаткове накопичення енергії.

Таким чином, запропонована система енерго- та теплозабезпечення будинку шляхом встановлення сонячної електростанції та ґрунтового теплового насосу із функцією природного охолодження дає ряд переваг у порівнянні із традиційною системою, зокрема забезпечення комфорту, економії енергоресурсів та екологічності.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

1 ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТРЕБ БУДІВЛІ

1.2 Розрахунок витрат енергії на гаряче водопостачання

Житловий будинок має 4 точки водорозбору для 5 чоловік, враховуючи ванну об'ємом 200 л.

Для визначення максимальної витрати енергії на ГВП використаємо дані по добовому споживанню гарячої води однією сім'єю [1].

Період максимальної витрати енергії на ГВП доводиться з 20:30 до 21:30 годин – в цей час будинок споживає 1,45 кВт·год. енергії для гарячого водопостачання на одну людину.

Максимальна добова потреба в енергії на ГВП, кВт·год

$$Q_{\max,h} = N \cdot Q_{\text{норм},h}, \quad (1.1)$$

де $Q_{\text{норм},h} = 1,45$ кВт год. [1];

$N = 5$ – кількість користувачів з однаковим профілем.

$$Q_{\max,h} = 5 \cdot 1,45 = 7,25 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Визначимо необхідну кількість добового споживання гарячої води, л

$$V_d = \frac{Q_{\max,h}}{c_g \cdot (t_z - t_x)}, \quad (1.2)$$

де $Q_{\max,h}$ - потреба в енергії за використовуваний період в кВт/год.;

$c_g = 1,163$ Вт·год/(кг·К) – теплоємність води;

$t_z = 60$ °С – установлена температура накопичувача;

$t_x = 10$ °С – температура холодної води.

$$V_d = \frac{7,25}{0,001163 \cdot (60 - 10)} = 124,7 \approx 125 \text{ літрів.}$$

Потреба в кількості питної води для ГВП, для вибраного періода складає 125 літрів.

При розрахунку споживання енергії необхідно також враховувати втрати теплоти через теплову ізоляцію. Такі дані вказані в технічній документації накопичувальної ємності.

Величину втрат при підмішуванні холодної води і зниження корисного об'єму накопичувальної ємності приймають в межах 15 – 20 % від номінального об'єму ємності, с. 88 [1].

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

При розрахунку споживання енергії необхідно також враховувати наступні теплові втрати:

Втрати теплоти через теплоізоляцію накопичувача;

Втрати від підмішування холодної води.

Втрати розсіюванням через теплоізоляцію вказані в технічній документації накопичувальної ємності.

Як правило, величину втрат при підмішуванні холодної води і зниження корисного об'єму накопичувальної ємності приймають в межах 15 – 20 % від номінального об'єму ємності.

$$V_{\min} = V_d \cdot 1,15, \quad (1.3)$$

де V_{\min} - мінімальний об'єм накопичувальної ємності, л
1,15 – 15% втрати при змішуванні з холодною водою.

$$V_{\min} = 125 \cdot 1,15 = 143,75 \approx 144 \text{ літри.}$$

Наступним кроком є розрахунок необхідної потужності теплового насоса для гарячого водопостачання. Цей розрахунок є необхідним для визначення навантаження ГВП за вибраний період водорозбору.

$$Q_{TH} = \frac{V_o \cdot c_w \cdot (t_z - t_x)}{T_n}, \quad (1.4)$$

де Q_{TH} - потужність теплового насоса для ГВП в кВт;

$V_o = 200$ л – об'єм накопичувальної ємності;

$T_n = 11,5$ годин – час між періодами водорозбору.

$$Q_{TH} = \frac{200 \cdot 0,001163 \cdot (60 - 10)}{11,5} = 1,01 \text{ кВт.}$$

Необхідна теплова потужність для підготовки води на ГВП складає 1,01 кВт.

1.2 Розрахунок електричних потреб будинку

Для правильного розрахунку сонячної електростанції та вибору оптимальної кількості сонячних фотоелементів необхідно зробити перелік електроприладів, які працюють в будинку. Треба знати: потужність приладів, час їх роботи та кількість.

Розрахунок споживання електроенергії проводиться для кожного прилада.

При проектуванні АСЕС розраховується активна сумарна потужність приладів $\sum P$ у

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

кВт за формулою:

$$\sum P_n = N \cdot P_c, \quad (1.5)$$

де N – кількість приладів;

P_c – потужність кожного з пристроїв, кВт.

$$\sum P_1 = 5 \cdot 0,01 = 0,05 \text{ кВт};$$

$$\sum P_2 = 2 \cdot 0,005 = 0,01 \text{ кВт};$$

$$\sum P_3 = 1 \cdot 0,12 = 0,12 \text{ кВт};$$

$$\sum P_4 = 1 \cdot 0,04 = 0,04 \text{ кВт};$$

$$\sum P_5 = 1 \cdot 1 = 1 \text{ кВт};$$

$$\sum P_6 = 1 \cdot 2,6 = 2,6 \text{ кВт};$$

$$\sum P_7 = 1 \cdot 2 = 2 \text{ кВт};$$

$$\sum P_8 = 1 \cdot 0,06 = 0,06 \text{ кВт}.$$

Кількість електроенергії яка необхідна приладам за добу визначаємо за формулою:

$$W_n = \sum P \cdot t \quad (1.6)$$

де t – час роботи електроприладів, год.

$$W_1 = 0,05 \cdot 5 = 0,25 \text{ кВт};$$

$$W_2 = 0,01 \cdot 3 = 0,03 \text{ кВт};$$

$$W_3 = 0,12 \cdot 5 = 0,6 \text{ кВт};$$

$$W_4 = 0,04 \cdot 24 = 0,96 \text{ кВт};$$

$$W_5 = 1 \cdot 3 = 3 \text{ кВт};$$

$$W_6 = 2,6 \cdot 0,2 = 0,52 \text{ кВт};$$

$$W_7 = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ кВт};$$

$$W_8 = 0,06 \cdot 8 = 0,48 \text{ кВт};$$

Для зручності зведемо всі дані до таблиці 1.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

Таблиця 1.1. – Потреба в електроенергії для функціонування приладів

Назва	Кількість	Споживання електроенергії, кВт/год	Час роботи приладів, годин	Кількість споживаної електроенергії за добу, кВт
Енергозберігаюча лампочка	5	0,01	5	0,25
Мобільний телефон	2	0,005	3	0,03
Телевізор	1	0,12	5	0,6
Холодильник	1	0,04	24	0,96
Праска	1	2,6	0,2	0,52
Пилосос	1	2	0,3	0,6
Ноутбук	1	0,06	8	0,48
Пральна машина	1	1	3	3

Для нормального функціонування будинку потрібно 6,44 кВт електроенергії на добу.

1.3 Розрахунок теплових втрат

Вихідні дані для розрахунку:

- розміри будинку - 8,1х16х8 м х м х м;
- розрахункова температура внутрішнього повітря в будинку - $t_{вн}^p = 20^\circ\text{C}$;
- температура холодної води - $t_x = 10^\circ\text{C}$;
- місто - Кривий Ріг.

Максимальна (розрахункова) витрата теплоти на опалення :

$$Q_o = q_o \cdot \alpha \cdot V \cdot (t_{вн}^p - t_{p.o}), \quad (1.7)$$

де V – загальний об'єм будинку, який розраховується за формулою:

$$V = a \cdot b \cdot c, \quad (1.8)$$

$$V = 8,1 \cdot 16 \cdot 8 = 1087 \text{ м}^3;$$

де q_o – питома опалювальна характеристика будівлі при $t_{p.o} = -30^\circ\text{C}$, Вт/(м³·К)

$$q_o = 0,38 \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{К}, \quad (1.9)$$

де α – поправочний коефіцієнт на температуру, при $t_{p.o} = -24^\circ\text{C}$, $\alpha = 1,098$ Вт/(м²·К).

$$Q_o = 0,38 \cdot 1,098 \cdot 1087 \cdot (20 - (-24)) \cdot 10^{-6} = 0,02 \text{ кВт}.$$

		№ докум.	Підпис		ТП 61 03 003 ПЗ	

Середня витрата теплоти на опалення:

$$Q_o^{cp} = Q_o \frac{t_{вн}^p - t_{cp,o}}{t_{вн}^p - t_{p,o}}, \quad (1.10)$$

де $t_{cp,o}$ - середня температура опалювального періоду для м. Кривий Ріг $t_{cp,o} = -0,2^\circ\text{C}$.

$$Q_o^{cp} = 0,02 \cdot \frac{20 - (-0,2)}{20 - (-24)} = 9 \text{ кВт.}$$

Витрата теплоти на опалення за рік у МДж/рік:

$$Q_o^{piq} = Q_o^{cp} n_o \cdot 24 \cdot 3600, \quad (1.11)$$

$$Q_o^{piq} = 0,009 \cdot 182 \cdot 24 \cdot 3600 = 0,00142 \cdot 10^8 \text{ МДж/рік.}$$

Визначення потреби в тепловій енергії для опалення помісячно та за весь опалювальний період.

Для зручності виконаємо розрахунок в табличній формі, таблиця 2.

Таблиця 1.2. – Потреба в тепловій енергії для опалення будинку

Місяць	X	XI	XII	I	II	III	IV
Середньомісячна температура $t_{CPM}, ^\circ\text{C}$	8,8	2	3,1	5,4	4,8	0,4	9
Відношення $\psi = \frac{t_{BH} - t_{CPM}}{t_{BH} - t_{PO}}$	0,55	0,409	0,525	0,577	0,564	0,445	0,250
$Q_{MIS} = \psi \cdot Q, \text{Вт}$	5091	8182	10500	11546	11273	8909,1	5000
$Q_d = \frac{Q_{MIS} \cdot 24 \cdot 3600}{10^6}, \frac{\text{МДж}}{\text{добу}}$	439,9	706,9	907,2	997,5	974,0	769,7	432,0
Кількість опалювальних діб m	15	26	31	31	28	31	20
$E_{MIS} = Q_d \cdot m, \text{МДж}$	6598	18379	28123	30923	27271	23862	8640
$E_{MIS} = Q_{MIS} \cdot m \cdot 24 / 100, \text{кВт} \cdot \text{год}$	18,3	51,1	78,1	85,9	75,8	66,3	24

Потреба в тепловій енергії для компенсації втрат тепла будівлі за час опалення

$$E_p = \sum E_{MIS}, \quad (1.12)$$

$$E_p = 6598 + 18379 + 28123 + 30923 + 27271 + 23862 + 8640 = 63270,72 \text{ МДж} \approx 143797,1 \text{ ГДж,}$$

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

$$E_p = 18,3 + 51,1 + 78,1 + 85,9 + 75,8 + 66,3 + 24 = 399,4 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

1.4 Розрахунок природного охолодження

1.4.1 Розрахунок надходжень теплоти

Розрахунки притоків теплоти і вологи робляться тільки для приміщень де потрібне охолодження повітря.

За приклад візьмемо мансардний поверх і розрахуємо кількість теплоти, яка надходить у літній період.

Приток теплоти від людей Q_l , кВт

$$Q_l = q \cdot n_m + q \cdot n_{ж} \cdot 0,85 \quad (1.13)$$

де n_m - кількість чоловіків в приміщенні серед мешканців будинку;

$n_{ж}$ - кількість жінок в приміщенні серед мешканців будинку;

q - повна теплота, яка виділяється одним чоловіком, Вт.

Для середньої складності роботи і температури в приміщенні 20 °С по [2] приймаємо $q = 150$ Вт.

$$Q_l = 150 \cdot 3 + 150 \cdot 2 \cdot 0,85 = 705 \text{ Вт.}$$

Приток теплоти від оргтехніки Q_m , Вт

$$Q_m = 300 \text{ Вт.}$$

Приток теплоти за рахунок інфільтрації зовнішнього повітря Q_{inf}

$$Q_{inf} = Q_{inf.s.} + Q_{inf.d.}, \quad (1.14)$$

через вікна:

$$Q_{inf.s.} = 0,337 \cdot F_n \cdot h \cdot (t_e - t_z), \quad (1.15)$$

де F_n - площа підлоги приміщення, м²;

h – висота приміщення від підлоги до стелі, м;

$$Q_{inf.s.} = 0,337 \cdot 26,7 \cdot 3,0 \cdot (20 - (-24)) = 1187,7 \text{ Вт.}$$

через двері:

$$Q_{inf.d.} = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_{inf} = 1187,7 + 0 = 1187,7 \text{ Вт.}$$

Приток теплоти через зовнішні огороження Q_{ogr}

$$Q_{ogr} = k \cdot F \cdot (t_{зов} - t_{вн}), \quad (1.16)$$

де k - коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни, Вт/(м²·К);

		№ докум.	Підпис		ТП 61 03 003 ПЗ	

$$Q_{c.p.} = 1,5 \cdot 139 + 17 \cdot 26,7 = 662,4 \text{ Вт.}$$

Сумарний приток теплоти в приміщення Q_{np} , кВт.

$$\sum Q_{np} = Q_l + Q_m + Q_{inf} + Q_{ozp} + Q_{c.p.}, \quad (1.18)$$

$$\sum Q_{np} = 277,5 + 300 + 107,97 + 46,97 + 662,4 = 1394,8 \text{ Вт.}$$

Вихідні дані та результати розрахунків притоків теплоти по всім приміщенням наведенні у таблицях 1.3 та 1. 4.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

Таблиця 1.3 – Вихідні дані для розрахунків надходження теплоти

№	Назва приміщення	Площа приміщення, м ²	Висота приміщення, м	Площа вікон, м ²	Орієнтація вікон	Кіль-ть людей в приміщені, чол	Кіль-ть людей в приміщені, жін	Кіль-ть оргтехніки в приміщені, шт	Температура зовнішня, °С	Температура всередині приміщення, °С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Підвал										
1--7	Сходова клітина	5,91	5,2	5	сх				24	18
Перший поверх										
1--8	Хол	20,1	2,6	1,5	зх				24	20
1--9	Кухня	20,8	2,6	1,5;1,5	зх, пн	2	3	3	24	20
1--12	Зала	41,1	2,6	1,5;3,15	сх, пд	4	6	2	24	20
Мансардний поверх										
1--13	Хол	29,5	3						24	20
1--14	Спальня	26,7	3	1,5	пд	1	1	1	24	20
1--15	Спальня	20,37	3	1,5	пд	1	1	1	24	20
1--16	Кабінет	13,4	3	1,5	зх	1	1	1	24	20
1--17	Спальня дитяча	20,6	3	1,5	зх	1	1	1	24	20

ТП 61 03 003 ПЗ

№ докум.

Підпис

Таблиця 1.4 – Результати розрахунків надходження теплоти

№	Найменування приміщення	Площа приміщення, м ²	Площа вікон, м ²	Кількість людей в приміщенні, чол.	Теплонадходження, Вт							
					від людей	від устаткування	від сон. рад.	через кровлю	сума	через зовн.ог.	від зовніш. поверхня	Всього
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14
Підвал												
1-7	Сходові клітини	5,91	5				835		835	17	39	890
Перший поверх												
1-8	Хол	20,1	1,5				251		251	7	67	324
1-9	Кухня		1,5				251		251	43	73	1949
		20,8	1,5	5	683	900	0		0			
1-12	Зала		1,5				251		251	67	144	2865
		41	3,15	10	1365	600	438		438			
Мансардний поверх												
1-13	Хол	30						502	502	8,4		510
1-14	Спальня	27	1,5	2	278	300	209	454	663	47	108	1395
1-15	Спальня	20	1,5	2	278	300	209	346	555	39	82	1254
1-16	Кабінет	13	1,5	2	278	300	251	228	478	26	54	1136,2
1-17	Спальня дитяча	21	1,5	2	278	300	251	350	601	42,1	83,3	1303
Σ					3158	2700			4267	296	567,6	11626

1.4.2 Вибір приладів охолодження

Визначення теплової потужності приладів охолодження виконуємо за співвідношенням:

$$Q_{or} = Q_{uadr}, \quad (1.19)$$

					<p style="text-align: center;"><i>ТП 61 03 003 ПЗ</i></p>	
		№ докум.	Підпис			

де $Q_{надх}$ - приток теплоти в кімнати оселі, Вт.

Необхідну теплову потужність для охолоджуючих приладів візьмемо із таблиць 1.3 та 1.4.

В житлових кімнатах будинку в якості приладів охолодження повітря прийняті радіатори фірми «Korado Radik Klasik» за [3]. В якості опалення виступає тепла підлога. Це пов'язано з тим, що радіатори двотрубні і виконуються нерівність:

$$Q_m > Q_x, \quad (1.20)$$

де Q_m –витрата теплоти, яка необхідна для компенсації втрат теплоти в холодний період року в приміщенні, Вт;

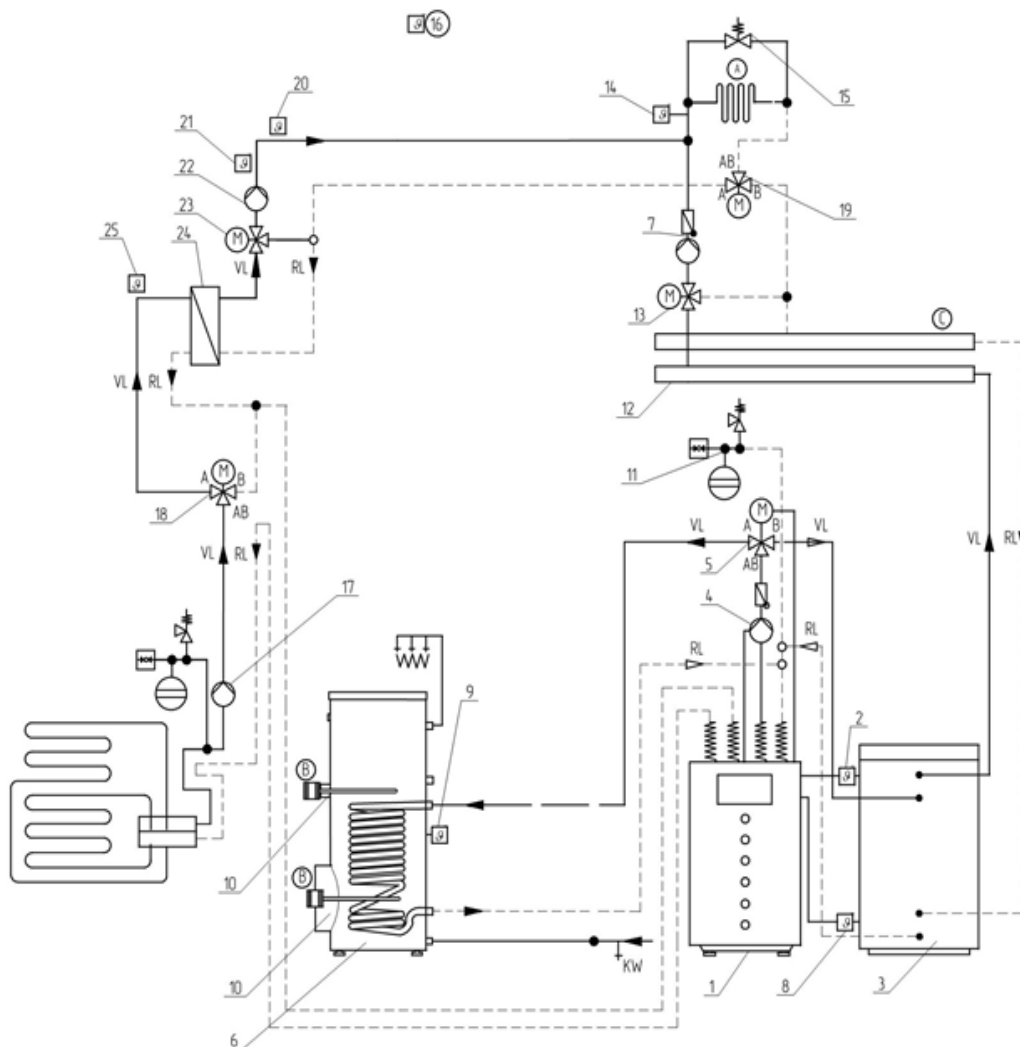
Q_x –витрати холоду, який необхідний для погашення надходжень теплоти у теплий період року в приміщенні, Вт.

Холодильну потужність радіаторів наведемо в таблиці 1. 5.

Таблиця 1.5. – Холодильна потужність радіаторів

№	Назва приміщення	t _{вн} , °C	Q _{надх} , Вт	Радіатори		
				кількість	тип	Q _т , Вт
Перший поверх						
12	Зала	20	2864,6	2	22-300-1200	2866
Мансардний поверх						
14	Спальня	20	1394,8	2	11-400-1200	2054
15	Спальня	20	1253,6	1	22-600-800	1702
16	Кабінет	20	1136,2	1	22-400-800	1214
17	Дитяча	20	1303,6	1	22-500-900	1645

2.1 Опис теплової схеми



А – контур опалення підлоги; В – альтернативне підключення; С – додаткове під'єднання опалювального контуру; KW – трубопровід холодної води; RL – зворотню магістраль; VL – подаючу магістраль; WW – трубопровід гарячої води; 1 – тепловий насос Vaillant geoTHERM VWS 220/2; 2 – датчик температури в буферній ємності підігрівного контуру (верхній) ; 3 – буферну ємність підігрівного контуру Buderus Logalux P200/5W (об'єм 200 л) ; 4 – вторинний насос; 5 – три-ходовий перемикаючий клапан опалення/гарячої води; 6 – водонагрівач Buderus Logalux P200/5 тип PNR (об'єм 200 л); 7 – модульний регулятор опалювального контура Divicon з три-ходовим змішувачем і насосом опалювального контуру зі змішувачем 2; 8 – датчик температури

Рисунок 2.1 – Схема теплопостачання будинку

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

в буферній ємності підігрівного контуру (нижній); 9 – датчик температури водонагрівача для фіксування показників температури води в контурі водорозбору ГВС; 10 – електронагрівач; 11 – група безпеки із комплектом запобіжних пристроїв; 12 – розподілюючий колектор модуля Divicon; 13 – сервопривід змішувача, контур із змішувачем 2; 14 – датчик температури подачі, контур із змішувачем 2; 15 – перепускний клапан; 16 – датчик зовнішньої температури; 17 – первинний насос; 18, 19 – три – ходовий перемикаючий клапан опалення/ охолодження; 20 – підвісний датчик вологості; 21 – панель контролю температури подачі системи охолодження; 22 – циркуляційний насос контура охолодження; 23 – змішувач для контура охолодження; 24 – теплообмінник системи охолодження; 25 – регулятор температури захисту від замерзання; 26 – пристрій дистанційного управління з датчиком температури приміщення.

Рисунок 2.1 – Схема тепlopостачання будинку (продовження під рисункових підписів)

2.2 Розрахунок теплової схеми

2.2.1 Визначення витрати води на систему обігріву

З рівняння термічного балансу визначаємо витрату води на систему опалення:

$$Q_{on} = G_{on} \cdot c_p \cdot \Delta t, \quad (2.1)$$

де Q – теплове навантаження системи опалення, кВт;

c_p - масова ізобарна теплоємність води при середній температурі $t_{CP} = \frac{55+35}{2} = 45^\circ\text{C}$,

кДж / кг · °C ;

Δt - різниця температур води подавальної і зворотної магістралей, °C .

$$G_{on} = \frac{Q_{on}}{c_p \cdot \Delta t} = \frac{20000 \cdot 10^{-3}}{4,1823 \cdot (55 - 35)} = 0,239 \text{ кг/с.}$$

2.2.2 Визначення витрати води на систему охолодження

З рівняння теплового балансу визначаємо витрату води на систему охолодження:

$$Q_{наох} = G_{ох} \cdot c_p \cdot \Delta t, \quad (2.2)$$

де $Q_{наох}$ - притоки теплоти в приміщення будинку, кВт;

c_p - середня ізобарна теплоємність води при середній температурі $t_{CP} = \frac{16+12}{2} = 14^\circ\text{C}$,

кДж / кг · °C ;

		№ докум.	Підпис		ТП 61 03 003 ПЗ	

Δt - різниця температур води подаючої і зворотної магістралей, °C .

$$G_{ox} = \frac{Q_{ox}}{c_p \cdot \Delta t} = \frac{11625,7 \cdot 10^{-3}}{4,20276 \cdot (16-12)} = 0,6915 \text{ кг/с.}$$

2.3 Вибір основного і допоміжного обладнання

2.3.1 Вибір теплового насосу

Опис теплового насосу



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд теплового насосу.

geoTHERM VWS 220/2 – тепловий насос тип "розсіл - вода", для опалювання і гарячого водопостачання, який використовує низькопотенційне тепло ґрунту як джерело. Тиха робота завдяки багатошаровій шумоізоляції. Також насос має вбудований погодозалежний регулювальник опалювання і гарячого водопостачання. Високий коефіцієнт перетворення (COP) завдяки сучасному довговічному скролл-компресору. Сумісність з системою дистанційної діагностики і управління vlnetDIALOG. Швидкість монтажу завдяки концепції Liftmounting. Принцип управління Vaillant "поверни і натисни". Також не менш вадливим є наявність обмежувача пускового струму. Циркуляційний насос в контурі джерела тепла. Вбудована система Pro E. Датчики

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

температури зовнішнього повітря, буферній ємкості, що подає магістралі і водонагрівач. Розширювальний бак і запобіжний клапан для контура джерела тепла в комплекті.

Коротка технічна характеристика теплового насоса:

- теплова потужність — 21,6 кВт;
- мінімальне значення температури на вході в первинний контур — мінус 1 °С;
- максимальне значення температури подачі підігрівного контура — +62 °С.

2.3.2 Вибір та розрахунок теплопродуктивності ТНУ

Розрахунок кількості годин роботи теплонасосної установки за кожний місяць

Опалення

При температурі зовнішнього повітря $t_{po} = -24^{\circ}\text{C}$ теплові втрати будинку становлять $Q_{оп} = 20$ кВт. В середньому за добу на гаряче водопостачання витрачається тепла $Q_{гвср} = 1$ кВт.

Загальне теплове навантаження системи теплопостачання Q_p , Вт за [4].

$$Q_p = Q_{оп} + Q_{гвср}, \quad (2.3)$$

$$Q_p = 20 + 1 = 21 \text{ кВт.}$$

Для установки обираємо тепловий насос фірми Vaillant geoTHERM VWS 220/2 з [5]

Технічні характеристики теплового насоса:

- холодоагент R407C;
- потужність 1,6кВт;
- електроспоживання 5,1 кВт

;

- Температура подачі контура опалення (мін./ макс) 25/62°С;
- Допустима температура в контурі джерела (мін. / макс) -10/20 °С.

Потужність $Q_k = 21,6$ кВт більше загального теплового навантаження системи теплопостачання $Q_p = 21$ кВт, що задовольняє вимогам.

Час роботи теплового насосу за добу при температурі зовнішнього повітря $t_{po} = -24^{\circ}\text{C}$ τ_{po} , год/добу:

$$\tau_{po} = \frac{Q}{Q_k} \cdot 24, \quad (2.4)$$

$$\tau_{po} = \frac{21}{21,6} \cdot 24 \approx 24 \text{ год/добу.}$$

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

Результати розрахунку числа годин роботи теплонасосної установки за кожен місяць опалювального сезону приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Розрахунок числа годин роботи теплонасосної установки по місяцях опалення

Місяць	Теплопродуктивність ТНУ за добу, $\frac{\text{МДж}}{\text{добу}}$	Число годин роботи ТНУ за добу, год	Теплопродуктивність ТНУ за місяць, $\frac{\text{МДж}}{\text{добу}}$	Число годин роботи ТНУ за місяць, год
Жовтень	524,7	6,75	10494	135
Листопад	758,8	9,76	22764	292,8
Грудень	940	12,09	29140	374,79
Січень	1058	13,61	32798	421,91
Лютий	1016,9	13,08	28473	366,24
Березень	832,4	10,7	25804	331,7
Квітень	545,2	7,01	10904	140,2
За опалювальний сезон			160377	2062,64

Розрахунковий тепловий баланс

Мета розрахунку теплового балансу – визначення потреби в тепловій енергії, що забезпечується за рахунок роботи теплонасосної установки (ТНУ). Для зручності розрахунки проводимо у формі таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунковий тепловий баланс житлового будинку

Місяць	Потреба в тепловій енергії		
	Всього, ГДж	На опалення, ГДж	На ГВП, ГДж
1	2	3	4
IX	3,081	-	3,081
X	13,6	10,49	3,110
XI	27,425	22,76	4,665

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4
ХІІ	33,96	29,14	4,820
I	37,62	32,80	4,820
II	32,824	28,47	4,354
III	30,62	25,80	4,820
IV	14,01	10,90	3,110
V	2,982	-	2,982
VI	3,081	-	3,081
VII	3,081	-	3,081
VIII	2,783	-	2,783
За рік	205,1	160,36	44,7

ТНУ отримує енергію від електромережі і теплоту від ґрунту. Отримане тепло використовується на опалення та ГВП будинку. Розрахунковий енергетичний баланс ТНУ приведений в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. – Розрахунковий енергетичний баланс ТНУ

Місяць	Витрата теплоти, ГДж	Надходження енергії у вигляді	
		Тепла землі, ГДж	Електроенергії ГДж
X	13,600	10,578	3,022
XI	27,425	21,331	6,094
ХІІ	33,960	26,413	7,547
I	37,620	29,260	8,360
II	32,824	25,530	7,294
III	30,620	23,816	6,804
IV	14,010	10,897	3,113
Сума	190,059	147,825	42,234
%	100	77,78	22,22
В % до загальної потреби	92,67	72,07	20,59

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

2.4 Бак – акумулятор

Водонагрівач Buderus об'ємом 200 літрів дозволить без проблем забезпечити гарячою водою сім'ю з п'яти чоловік. Буферний бак сконструйований і виготовлений спеціально для роботи з тепловими насосами і може використовуватися в закритих опалювальних системах. Міцна і легка ємність обладнана регульованими ніжками, що дозволяє забезпечити стійкість навіть на нерівних поверхнях. Водонагрівач виготовлений з високоякісної листової сталі. Завдяки теплоізоляції з жорсткого поліуретанового пінопласту з облицюванням, втрати тепла зведені до мінімуму. Також до основних переваг водонагрівача потрібно віднести:

- компактні розміри і привабливий дизайн;
- високий клас енергозбереження; регульовані опорні ніжки;
- низький рівень тепловтрат;
- антикорозійне покриття внутрішніх поверхонь забезпечує висока якість води;
- надійність і довговічність;
- додатковий роз'єм для підключення ТЕНа.

2.5 Допоміжне обладнання

2.5.1 Буферна ємність підігрівного контуру

В пункті 1.1 нами було визначено, що для нормального функціонування системи тепlopостачання будинку, потрібно обрати бак об'ємом 200 л.

Вибираємо з каталога [6] буферну ємність підігрівного контуру Logalux P200/5W об'ємом 200 л.



Рисунок 2.3 – Буферна ємність підігрівного контуру Buderus Logalux P200/5W.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

2.5.2 Насоси

Розрахунок насосів проведемо використовуючи програмне забезпечення фірми Willo.

Вихідні дані до розрахунку:

Циркуляційний насос системи опалення :

- витрата води в системі $G = 0,85 \text{ м}^3/\text{год}$;
- напір $H = 4 \text{ м}$;
- середовище що перекачується – вода;
- температура рідини 60°C .

В результаті вибраний тепловий насос Willo Stratos ECO 25/1-5 BMS.

Циркуляційний насос системи охолодження:

- витрата води в системі $G = 2,5 \text{ м}^3/\text{год}$;
- напір $H = 4 \text{ м}$;
- середовище що перекачується – вода;
- температура рідини 20°C .

В результаті вибраний тепловий насос Willo Stratos 50/1-10 CAN PN 6/10.

Насос земельного контуру:

- витрата води в системі $G = 4,97 \text{ м}^3/\text{год}$;
- напір $H = 6,7 \text{ м}$;
- середовище що перекачується – вода;
- температура рідини 20°C .

В результаті вибраний тепловий насос Willo Stratos Z 40/1-12 RG CAN PN 6/10.

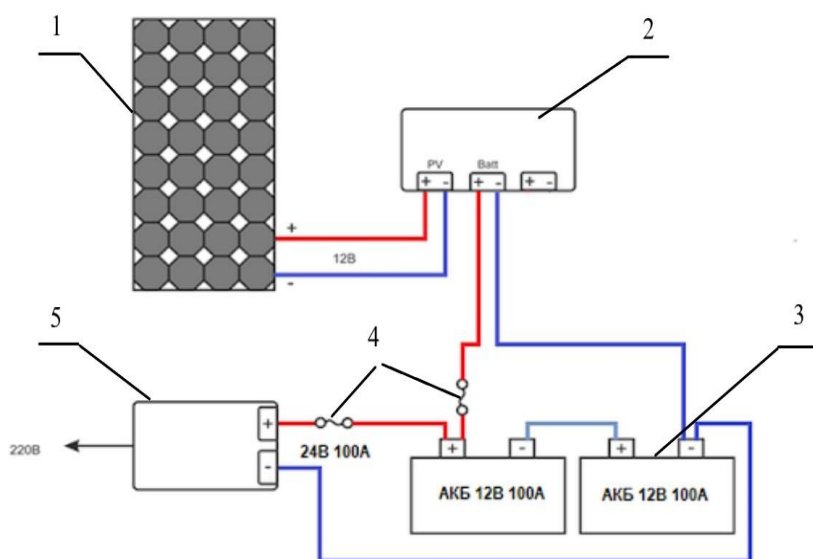
Циркуляційний насос теплового насосу:

- витрата води в системі $G = 1,02 \text{ м}^3/\text{год}$;
- напір $H = 3 \text{ м}$;
- середовище що перекачується – вода;
- температура рідини 60°C .

В результаті вибраний тепловий насос Willo TOP-E 40/1-4 LON PN 6/10.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

3 РОЗРАХУНОК АВТОНОМНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ



1 – сонячна панель JAP6-60-270/4BB; 2 – контролер Tracer4210A; 3 – АКБ 12В 100 А; 4 – запобіжники ОПН WBD1-D; 5 - інвертор Centurio.

Рисунок 3.1 – Схема сонячної електростанції.

Для розрахунку сонячної електростанції потрібно визначення номінальної потужності сонячних модулів, їх кількості, місткості акумуляторних батарей, потужностей інвертора і контролера заряду - розряду. При цьому необхідними даними для розрахунку потужності автономної сонячної електростанції є: географічне розташування, сумарна потужність і приблизний час роботи кожного електроспоживача за [7].

Вибір величини напруги постійного струму системи.

Величина напруги системи підбирається виходячи з потужності споживачів змінного струму. Якщо потужність споживачів змінного струму не перевищує 1 кВт, то вибирається напруга системи 12 В. В тому разі якщо потужність споживачів перевищує потужність 1 кВт, вибирається напруга системи 24 В. При потужності споживачів більше 3,5 кВт вибирається напруга системи 48 В. В цілях зменшення втрат електроенергії вибираємо напругу АКБ

3.1 Вибір автономного інвертора напруги

Вибір інвертора напруги виробляється по сумарній піковій потужності освітлювального навантаження. Технічні параметри інвертора напруги приведені нижче у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. – Технічні параметри інвертора напруги

Тип інвертора	Максимальна вхідна напруга, В	Номінальна напруга в мережі, В	Потужність, кВт
Centurio	900	720	10

3.2 Вибір і розрахунок сонячних батарей

Для розрахунку автономної сонячної електростанції вибираються полікристалічні СБ. Технічні параметри СБ приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. – Технічні параметри сонячної батареї

Тип СБ	Потужність, Вт	Напруга, В	Кількість
JAP6-60- 270/4BB	270	38,27	44

Кількість електроенергії, що виробляється однією сонячною батареєю в добу, знаходиться по формулі:

$$W_{CB} = S \cdot P \cdot \eta, \quad (3.1)$$

де $S = 1,6 \text{ м}^2$ – площа 1 фотоелемента;

$P = 1000 \text{ Вт}$ – потужність на 1 м^2 ;

$\eta = 17\%$ - коефіцієнт ефективності обраного фотоелектричного модуля.

$$W_{CB} = 1,6 \cdot 1000 \cdot 0,17 = 272 \text{ Вт}.$$

Розрахунок необхідної кількості сонячних батарей для роботи сонячної електростанції знаходиться по формулі:

$$N_{CB} = \frac{W}{W_{CB}}, \quad (3.2)$$

$$N_{CB} = \frac{12000}{270} = 44 \text{ шт.}$$

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

Округлюємо значення до цілого у більшу сторону і уточнюємо потужність виробляємою системою сонячних батарей, по формулі:

$$W = W_{CB} \cdot N_{CB}, \quad (3.3)$$

$$W = 270 \cdot 44 = 11,88 \text{ кВт} \cdot \text{год/добу}$$

3.3 Розрахунок ємкості і вибір акумуляторних батарей

Необхідне значення ємкості АКБ знаходиться по формулі:

$$C = \frac{W}{U} + C_1, \quad (3.4)$$

де C_1 - значення, що враховує втрати на заряд, - розряд акумуляторів знаходиться по формулі:

$$C_1 = \frac{W}{U} \cdot K_1, \quad (3.5)$$

де $U = 48 \text{ В}$ – постійна напруга АКБ;

$K_1 = 0,3$ – коефіцієнт втрат на заряд-розряд акумуляторів.

$$C = \frac{11,88 \cdot 1000}{48} + 74,25 = 321,75 \text{ А} \cdot \text{год}$$

Округлюємо значення ємкості АКБ у більшу сторону і приймаємо стандартне значення $C = 400 \text{ А} \cdot \text{год}$.

Данні АКБ зведені в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3. – Данні АКБ

Тип АКБ	Ємність АКБ, А·год	Кількість
DOMUS 3,6	100	4

3.4 Розрахунок контролера заряду

АКБ типу Gx12-100 заряджає струмом 10% від номінальної ємкості. Струм заряду АКБ знаходиться по формулі:

$$I_3 = 0,1 \cdot C, \quad (3.6)$$

$$I_3 = 0,1 \cdot 400 = 40 \text{ А}$$

Вибираємо два контролера заряду АКБ типу Ts-mppt-20 А. Данні контролера СБ зведені в таблицю 3.4.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

Таблиця 3.4 – Дані контролера СБ

Тип контролера СБ	Струм заряду АКБ, А	Робоча напруга, В
Tracer4210A	40	24

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

4 ТЕПЛОВИЙ ТА КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТУ

Вихідні дані:

- необхідна холодильна потужність: $Q_{наох}=11626$ Вт ;
- теплоносій: вода-розсіл (суміш води та етиленгліколю);
- температурний режим гарячої сторони: $t_{вх} = 20^{\circ}\text{C}$, $t_{вих}=16^{\circ}\text{C}$;
- температурний режим холодної сторони: $t_{вх}=10^{\circ}\text{C}$, $t_{вих}=12^{\circ}\text{C}$;
- втрати тиску в теплообміннику: $\Delta P = 1,13$ кПа .

Приймаємо теплообмінник типу ТПР-47 з пластинами типу 0,3р. Характеристика пластин теплообмінника [4]:

- $\delta_{ст} = 0,001$ м – товщина стінки пластини;
- $F_{пл} = 0,4$ м² – площа теплообміну однієї пластини;
- $c_l = 19,3$ – коефіцієнт, що залежить від типу пластин.

Середньологарифмічна різниця температур (рисунок 8) визначається за формулою:

$$\Delta \bar{t} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_{\bar{m}}}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_{\bar{m}}}}, \quad (4.1)$$

де – більша різниця температур визначається як:

$$\Delta t_{\bar{o}} = 20 - 12 = 8^{\circ}\text{C};$$

менша різниця температур визначається як

$$\Delta t_{\bar{m}} = 16 - 10 = 6^{\circ}\text{C}.$$

Тоді

$$\Delta \bar{t} = \frac{8 - 6}{\ln \frac{8}{6}} = 7^{\circ}\text{C}.$$

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

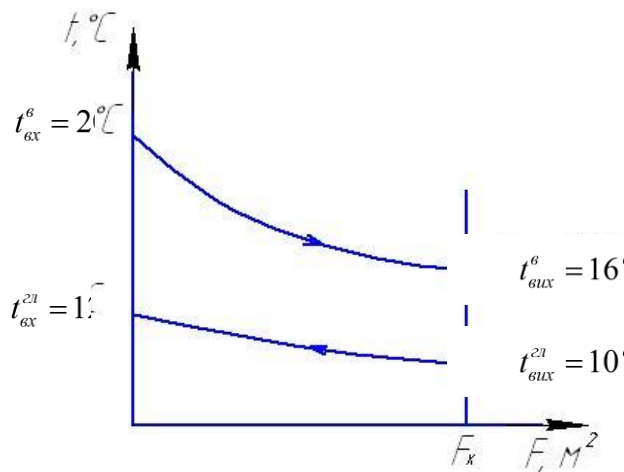


Рисунок 4.1 – Графік зміни температур теплоносіїв.

Швидкість води системи природного охолодження в каналі

$$W_1 = \frac{G_{ox}}{z_1 \cdot f_1 \rho_1}, \quad (4.2)$$

де f_1 – площа поперечного перерізу каналу, m^2 . Для пластинчатого теплообмінника типу Р-0,3р приймаємо $f_1 = 0,002 m^2$ [4];

ρ_1 – густина води, kg/m^3 , згідно [2] приймаємо:

$$\rho_1 = f\left(t_{cp1} = \frac{t^6_{ox} + t^6_{oux}}{2} = \frac{20 + 16}{2} = 18^\circ C\right) = 1000 kg/m^3;$$

де z_1 – кількість каналів в теплообміннику з гріючої сторони, приймаємо $z_1 = 5$ шт.;

G_{ox} – витрата води у контурі природного охолодження. З розділу 2, ф. (2.2)

$$G_{ox} = 0,6915 kg/s.$$

Тоді

$$W_1 = \frac{0,6915}{5 \cdot 0,0011 \cdot 1000} = 0,125 m/s.$$

Температурний множник:

$$A_1 = 0,1 \frac{\lambda_1}{\nu_1^{0,73}} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_c} \right)^{0,25}. \quad (4.3)$$

Приймаємо згідно [2] за $t_{cp1} = 18^\circ C$:

$$Pr_1 = 1,6, \nu_1 = 0,272 \cdot 10^{-6} m^2/s, \lambda_1 = 68,5 \cdot 10^{-2} W/(m \cdot K),$$

$$Pr_{cm} = f\left(t_{cp3} = \frac{t_{cp1} + t_{cp2}}{2} = \frac{18 + 11}{2} = 14,5^\circ C\right) = 1,845.$$

Тоді

		№ докум.	Підпис		ТП 61 03 003 ПЗ

$$A_1 = 0,1 \cdot \frac{68,5 \cdot 10^{-2}}{(0,272 \cdot 10^{-6})^{0,73}} \cdot 1,6^{0,43} \cdot \left(\frac{1,6}{1,845} \right)^{0,25} = 8252.$$

Значення коефіцієнта тепловіддачі, Вт/(м²·К), знаходимо за формулою

$$\alpha_1 = A_1 \frac{W_1^{0,73}}{d_e^{0,27}}, \quad (4.4)$$

де $d_{екв}=0,008$ м – еквівалентний діаметр каналу.

$$\alpha_1 = 8252 \cdot \frac{0,125^{0,73}}{0,008^{0,27}} = 6660 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Витрата розсолу у ґрунтовому теплообміннику. кг/с

$$G_{эл} = \frac{Q_{ох}}{c_p \cdot (t_{вих}^{эл} - t_{вх}^{эл})}, \quad (4.5)$$

$$G_{эл} = \frac{11626}{4,187 \cdot 10^3 \cdot (12 - 10)} = 1,39 \text{ кг/с}.$$

Швидкість суміші етиленгліколю та води, м/с

$$W_2 = \frac{G_o^{ен}}{z_2 \cdot f_1 \rho_2}, \quad (4.6)$$

де f_1 – площа поперечного перерізу каналу, м², $f_1=0,0011$ м²;

ρ_2 – густина води, кг/м³ згідно [2] приймаємо

$$\rho_2 = f \left(t_{cp2} = \frac{t_{вх}^{эл} + t_{вих}^{эл}}{2} = \frac{12 + 10}{2} = 11^\circ \text{C} \right) = 1000 \text{ кг/м}^3;$$

де z_2 – кількість каналів в теплообміннику зі сторони, що нагрівається. Для забезпечення протитечійної схеми руху теплоносіїв приймаємо $z_2 = z_1 = 5$ шт.

Тоді

$$W_2 = \frac{1,39}{5 \cdot 0,0011 \cdot 1000} = 0,253 \text{ м/с}.$$

Температурний множник:

$$A_2 = 0,1 \frac{\lambda_2}{\nu_2^{0,73}} \text{Pr}^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25}, \quad (4.7)$$

Приймаємо згідно [2] за $t_{cp2}=11^\circ \text{C}$:

$$\text{Pr}_2 = 2,197, \nu_2 = 0,363 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}, \lambda_2 = 67,43 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}.$$

Тоді

		№ докум.	Підпис		ТП 61 03 003 ПЗ	

$$A_2 = 0,1 \cdot \frac{67,43 \cdot 10^{-2}}{(0,363 \cdot 10^{-6})^{0,73}} \cdot 2,197^{0,43} \left(\frac{2,197}{1,845} \right)^{0,25} = 6458.$$

Значення коефіцієнта тепловіддачі, Вт/(м²·К), знайдемо за формулою:

$$\alpha_2 = A_2 \frac{W_2^{0,73}}{d_2^{0,27}}, \quad (4.8)$$

$$\alpha_2 = 6458 \frac{0,253^{0,73}}{0,008^{0,27}} = 8721 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Значення коефіцієнта теплопередачі, Вт/(м²·К), розрахуємо за залежністю

$$\kappa = \frac{\beta_1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}}, \quad (4.9)$$

де β_1 – поправка, яка враховує нерівномірність поля швидкостей в прохідному перерізі теплообмінного апарату. Приймаємо $\beta_1=0,85$;

λ_{cm} – коефіцієнт теплопровідності сталі. Приймаємо для матеріалу пластини 12X18H10T:

$$\lambda_{ст} = f \left(t_{cp3} = \frac{t_{cp1} + t_{cp2}}{2} = \frac{11 + 18}{2} = 14,5^\circ \text{C} \right) = 22 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}.$$

Тоді

$$\kappa = \frac{0,85}{\frac{1}{6660} + \frac{1}{8721} + \frac{0,001}{22}} = 2740 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Площа теплообмінної поверхні, м², визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_{ox}}{\kappa \Delta t}, \quad (4.10)$$

$$F = \frac{11626}{3791 \cdot 7} = 4,32 \text{ м}^2.$$

Кількість теплопередавальних пластин у теплообміннику, шт

$$z_{nl} = \frac{F}{F_{nl}}, \quad (4.11)$$

$$z_{nl} = \frac{4,32}{0,4} = 10 \text{ шт.}$$

Кількість ходів у теплообмінному апараті:

$$x = \frac{z_{nl} - 1}{z_1 + z_2}, \quad (4.12)$$

		№ докум.	Підпис		ТП 61 03 003 ПЗ	

$$x = \frac{10-1}{5+5} \approx 1.$$

Загальна кількість пластин, шт

$$z_{nl} = x \cdot z_1 + x \cdot z_2 + 1, \quad (4.13)$$

$$z_{nl} = 1 \cdot 5 + 1 \cdot 5 + 1 = 11 \text{ шт.}$$

Сумарна теплообмінна поверхні апарату, м²

$$F_1 = F_{nl} z_{nl}, \quad (4.14)$$

$$F_1 = 0,4 \cdot 11 = 4,4 \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя розраховується за формулою:

$$\lambda_1 = \frac{c_1}{\text{Re}_1^{0,25}}. \quad (4.15)$$

Число Рейнольдса розраховується за формулою

$$\text{Re}_1 = \frac{W_1 d_e}{\nu_1}, \quad (4.16)$$

$$\text{Re}_1 = \frac{0,125 \cdot 0,008}{0,272 \cdot 10^{-6}} = 5000,$$

Тоді

$$\lambda_1 = \frac{19,3}{5000^{0,25}} = 2,3.$$

Втрати тиску у каналах зі сторони води:, Па

$$\Delta P_1 = \lambda_1 \frac{L_{np1}}{d_e} \cdot \frac{x \cdot \rho_1 \cdot W_1^2}{2}, \quad (4.17)$$

де L_{np1} – приведена довжина одного каналу. Приймаємо $L_{np1} = 1,12$ м [4].

$$\Delta P_1 = 2,3 \cdot \frac{1,12}{0,008} \cdot \frac{5 \cdot 951 \cdot 0,125^2}{2} = 4416 \text{ Па.}$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя із розсольної сторони:

$$\lambda_2 = \frac{c_2}{\text{Re}_2^{0,25}}, \quad (4.18)$$

де $c_2 = c_1 = 19,3$, а число Рейнольдса розраховується за формулою

$$\text{Re}_2 = \frac{W_2 d_e}{\nu_2}, \quad (4.19)$$

$$\text{Re}_2 = \frac{0,253 \cdot 0,008}{0,363 \cdot 10^{-6}} = 9917,$$

		№ докум.	Підпис		ТП 61 03 003 ПЗ	

$$\lambda_2 = \frac{19,3}{9917^{0,25}} = 1,93.$$

Втрати тиску у каналах із сторони розсолу, який нагрівається, Па

$$\Delta P_2 = \lambda_2 \frac{L_{np2}}{d_e} \cdot \frac{x \cdot \rho_2 \cdot W_2^2}{2}, \quad (4.20)$$

де L_{np2} – приведена довжина одного каналу, $L_{np2} = 1,12$ м [4].

$$\Delta P_2 = 1,93 \cdot \frac{1,12}{0,008} \cdot \frac{5 \cdot 971,5 \cdot 0,253^2}{2} = 26578 \text{ Па.}$$

Схема компоновки теплообмінника:

$$C_x = \frac{5}{6}.$$

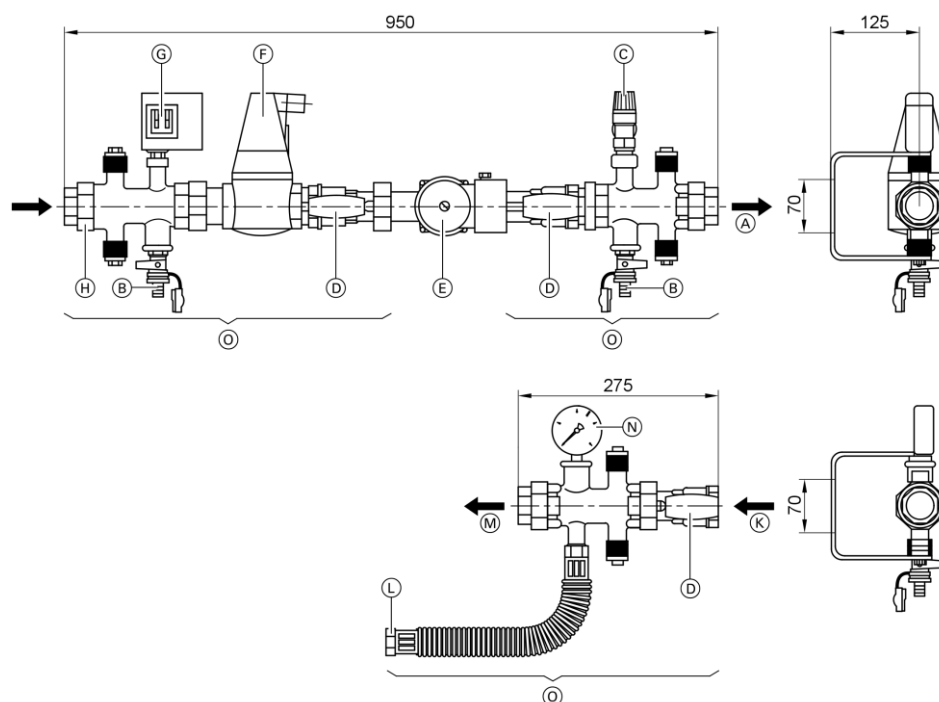
Характеристики вибраного теплообмінника зведені у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1. – Характеристика теплообмінника системи природного охолодження

Найменування	Одиниця	Значення
Коефіцієнт теплопередачі	Вт/(м²К)	2740
Загальна поверхня теплообміну	м²	4,4
Втрата тиску зі сторони води	Па	4416
Втрата тиску зі розсольної сторони	Па	26578
Кількість ходів	шт.	1
Кількість пластин	шт.	11

5 ҐРУНТОВИЙ КОНТУР

5.1 Пакети для підключення ґрунтового контуру до теплового насосу



А – розсольний контур G 1 ¼ (подаюча магістраль теплового насосу); В – кран заповнення і зливу; С – запобіжний клапан (3 бар); D – шаровий вентиль; Е – розсольний контур G 1 ¼ (подаюча магістраль від теплового насосу); F – повітрявідвідник; G – розсольний контур G 1 ¼ (зворотня магістраль до теплового насосу); Н – манометр; К – розсольний контур G 1 ¼ (зворотня магістраль від теплового насосу); L – змонтований в готовому стані; М – патрубок для підключення розширювального бака.

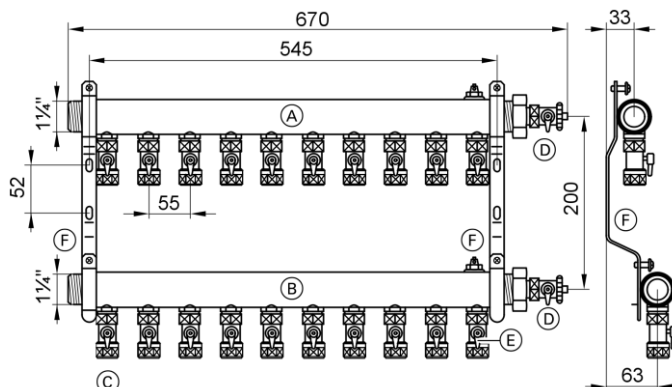
Рисунок 5.1 – Пакети для підключення розсольного контуру до теплового насосу.

5.2 Розподільник розсолу для земляного колектору

Розподільник розсолу для земляних колекторів розсольно-водяного теплового насосу:

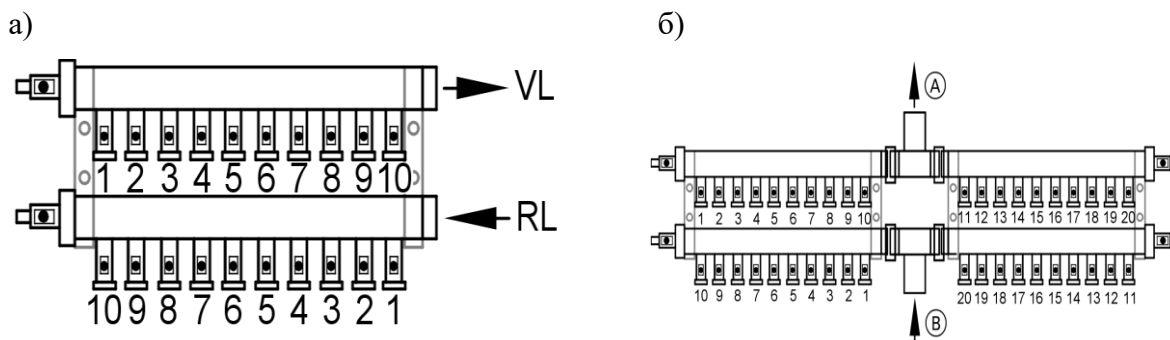
- латунний розподільник з трубами колектора (подаюча і зворотня магістраль);
- патрубки подаючої і зворотньої магістралі для 10 розсольних контурів з підключенням безпосередньо стяжних різьбових з'єднань, монтованих окремо і які закриваються шаровими вентилями;
- 2 швидкодіючих видалювачів повітря;

- Розподільник попередньо змонтований на двох звукопоглинаючих консолях, встановлюється на стіні дому, в підвальному або колекторному колодязі.



А – труба колектора (подаюча магістраль); В – труба колектора (зворотня магістраль); С – стяжні різьбові з'єднання для поліетиленової труби ; D – шаровий вентиль для заповнення і зливу; Е – шарові вентиля для закриття окремих контурів; F – звукопоглинаюча консоль.

Можливі варіанти підключення:



RL – зворотня магістраль розсольного контуру; VL – подаюча магістраль розсольного контуру; А – накидна гайка G 2 для під'єднання шарового вентиля, стяжного різьбового з'єднання або іншого модуля; В – шаровий вентиль для наповнення і зливу.

Рисунок 5.3 – Можливі варіанти підключення

5.3 Розрахунок земляного колектора

Необхідна площа ґрунту для прокладання земляних колекторів визначається в залежності від холодопродуктивності Q_K теплового насосу :

$$Q_K = Q_{TH} - P_{TH} \quad (5.1)$$

де Q_{TH} - теплове навантаження теплового насосу, кВт;

P_{TH} - споживана потужність теплового насосу, кВт.

$$Q_K = 21,6 - 4,8 = 16,8 \text{ кВт.}$$

При питомому відборі потужності $q_E = 25 \text{ Вт} / \text{м}^2$ [16], необхідна площа для відбору потужності F_E , м^2 :

$$F_E = \frac{Q_K}{q_E}, \quad (5.2)$$

$$F_E = \frac{16800}{25} = 672 \text{ м}^2.$$

Для відбору тепла з даної площі ґрунту необхідно проложити в ґрунті полімерні труби в декілька контурів по 100 м довжиною (труба з твердого поліетилену 32×2,9, PN10), кількість яких розраховують за формулою:

$$X = F_E \cdot 1,5 / 100, \quad (5.3)$$

$$X = 672 \cdot 1,5 / 100 = 10,08 \approx 10.$$

Вибрано 10 трубних контурів по $l_{кон} = 100$ м довжиною кожен (Ø 32мм×2,9мм з об'ємом трубопроводів $V_{TP_1} = 0,531$ л/м згідно табл. на ст.28 [16])

Відстань між трубними контурами при прокладці для даної труби 0,7м (1,5 пог. м труби / м^2).

5.4 Необхідна кількість теплоносія

У відповідності з кількістю трубних контурів передбачено три розподільника.

Діаметр подаючого трубопроводу повинен бути більше діаметру трубних контурів,

вибираємо трубу з ряду РЕ 32- РЕ 63.

Подаючий трубопровід : $l_{под} = 10$ м із поліетиленової труби 40×2,3 з об'ємом трубопроводу $V_{TP_2} = 0,984$ л/м .

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

Кількість потрібного теплоносія визначимо за формулою включаючи кількість розсолу для ТН:

$$m = X \cdot l_{\text{кон}} \cdot V_{TP_1} + l_{\text{под}} \cdot V_{TP_2}, \quad (5.4)$$

$$m = 10 \cdot 100 \cdot 0,531 + 10 \cdot 0,984 = 540,84 \approx 550 \text{ л.}$$

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

В даному дипломному проекті розробки сонячної станція для теплонасосної системи теплопостачання використовуються шкідливі, пожежо- і вибухонебезпечні речовини і матеріали.

Проект виконано з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки. В даному розділі запропоновано заходи та засоби, спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці та забезпечення пожежної безпеки на проектуваному об'єкті.

6.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів. Заходи з охорони праці.

6.1.1 Повітря робочої зони

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються наступними факторами: температурою повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення, температурою поверхні.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99, роботи за важкістю у даному приміщенні можуть бути віднесені до категорії середньої тяжкості (II б).

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, допустимі та оптимальні норми мікроклімату виробничих приміщень наведено в таблиці 6.1.

Джерелами додаткового підвищення температури повітря є: технологічне устаткування, яке має високі температури нагріву; нагріті до високих температур деталі і розплавлені матеріали, наприклад метал, скло; теплова енергія, яка виділяється рухомими механізмами - компресори. Для підтримання нормативних параметрів мікроклімату в підвалі будинку, де буде знаходитись серце сонячної станції та тепловий насос, було спроектовано систему вентиляції та кондиціонування повітря, а також теплоізовані трубопроводи системи теплопостачання.

Для контролю фактичних параметрів мікроклімату використовується рід приладів: ртутні та спиртові термометри (для вимірювання температури), психрометри (для визначення відносної вологості повітря), анемометри й кататермометри (для встановлення швидкості руху повітря).

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

Таблиця 6.1. – Параметри мікроклімату виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт	Температура, °C					Відносна вологість %		Швидкість руху, м/с	
		оптимальна	допустима				оптимальна	допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш ніж	Оптимальна, не більш ніж	допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш ніж
			Верхня межа		Нижня межа					
			На робочих місцях							
			Постійних	Непостійних	Постійних	Непостійних				
Холодний	Середньої тяжкості – II-б	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	До 0,4
Теплий		20-22	27	29	15	15	40-60	70 (при 25°C)	0,3	0,2-0,5

Також передбачено наступні заходи, згідно з ДСН 3.3.6.042-99:

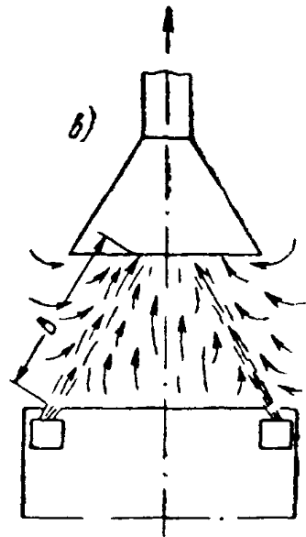
- теплообмінне обладнання оснащується місцевою витяжною вентиляцією у вигляді локальних відсмоктувачів, витяжних зонтів та ін.;
- від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів в теплий період року - встановлення жалюзі та ін., від радіаційного охолодження в зимовий період року - екранування робочих місць.

6.1.2 Розрахунок габаритів витяжного зонта та об'єму повітря, що ним видаляється

Приточні відсмоки активуються плоскими і компактними приточними струями, які захоплюють навколишнє повітря і направляють його до місцевого відсмоку. Припливний потік повинен проходити в зоні шкідливих виділень і направлятися до центру всмоктуючого отвору, до того ж кількість відсмоктуючого повітря повинна перевищувати кількість повітря, що поступає з припливним потоком.

Зонти активуються піддувом по периметру, як показано на рисунку 6.1.

		№ докум.	Підпис					ТП 61 03 003 ПЗ	



Стійкість системи «припливний потік - місцеве відсмоктування» відносно неорганізованих потоків повітря, що виникають в приміщенні, визначається величиною швидкості на осі повітряного потоку в «критичному перерізі», в якому вплив припливного потоку вже послаблений, а дія місцевого відсмоктування ще не значна. Ця швидкість становить 1-2 м/с. Швидкість виходу припливного повітря - не більше 10 м/с.

Вважаємо відсмоктування круглого перерізу.

$$x_{kd} = 0,848 \cdot B, \quad (6.1)$$

$$x_{kp} = 0,848 \cdot 2 = 1,696 \text{ м.}$$

Середню швидкість в приточному отворі приймаємо $v_1 = 6$ м/с. Швидкість всмоктування $v_2 = 2,5 \cdot v_{кр} = 5$ м/с.

Звідси, діаметр приточного отвору

$$d_1 = 0,138 \cdot B \cdot v_{min} / v_1,$$

$$d_1 = 0,138 \cdot 2 \cdot 2 / 6 = 0,092 \text{ м.}$$

Диаметр всасывающего отвору

$$d_l = 0,196 \cdot B \cdot (v_{miH}/v_2)^{1/2},$$

$$d_l = 0,196 \cdot 2 \cdot (2/5)^{1/2} = 0,248 \text{ м.}$$

Об'єм приточного повітря

$$L_1 = 55 \cdot B^2 \cdot v_{min}^2 / v_1,$$

$$L_1 = 55 \cdot 2^2 \cdot 2^2 / 6 = 146,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Об'єм всмоктуючого повітря

$$L_2 = 100 \cdot B^2 \cdot v_{\text{мін}}$$

$$L_2 = 100 \cdot 2^2 \cdot 2 = 800 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Виходячи з вище зроблених розрахунків, підбираємо круглий витяжний зонти компанії STARVENT типу острівного нестандартного моделі ЗВО - 4.

6.1.3 Виробниче освітлення

Для нормальної зорової роботи в підвальному приміщенні передбачено такі умови, за яких не виникають професійні захворювання або виробничий травматизм. Освітлення має відповідати встановленим нормативам та характеру зорової виробничої діяльності. Для нормальної роботи з обладнанням забезпечується відповідне освітлення підвального приміщення, а саме місця, де розташовано обладнання сонячної електростанції (інвертор, АКБ) та тепловий насос. Для цього визначаємо вид зорових робіт, які будуть виконуватися при нормальній роботі обладнання, ремонті та аварійному режимі. Норми освітленості і КПО підвалу, відповідно до ДБН В.2.5.28:2018 занесемо до таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. – Норми освітленості і КПО підвалу, згідно ДБН В.2.5-28:2018

Розряд і під- розряд зорової роботи	Освітленість, лк		КПО, %	
	Штучне		Природне	Суміщене
	Комбіноване	Загальне	Верхнє і бічне	Верхнє і бічне
IVв	400	200	4 і 1,5	2,4 і 0,9

Для освітлення виробничого приміщення використовуються люмінесцентні лампи з денним світлом типу ЛД – 40(G13).

Для контролю освітленості передбачено люксметр типу Ю-117 раз на рік та після ремонту світильників та заміни ламп.

6.1.4 Виробничий шум і вібрація

Одним з головних умов комфортного життя та можливості обслуговування устаткування є контроль рівня шуму і вібрацій, які негативно впливають на здоров'я. Безперервний шум від працюючого інвертора, теплового насоса та іншого обладнання можуть викликати порушення в організмі людини: психічні проблеми; зниження

працездатності і продуктивності праці; погіршення слуху і виникнення головного болю; підняття артеріального тиску; нервова і фізична перевтома.

Крім шуму, велику небезпеку несе вібрація, що виникає від обертових механізмів, рідини в трубах і при роботі компресорів, яка передається на будівельні конструкції, викликаючи загрозу їх руйнування.

Рівень шуму на виробництві залежить від одночасної роботи всього обладнання і не повинен перевищувати 80 дБА, згідно ДСН 3.3.6.037–99. Фактичне значення складає 69 дБА, що відповідає вимогам нормативу.

Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99, нормуються допустимі величини віброшвидкості (Дб, м/с) або віброприскорення (Дб, м/с²) відповідно:

- трубопроводи з середньгеометричною частотою смуг 31,5 Гц відповідно для 1/3 окт: 87 Дб або 0,11 м/с, 57 Дб або 0,224 м/с²; для 1/1 окт: 92 Дб або 0,2 м/с, 62 Дб або 0,4 м/с²;
- компресори з середньгеометричною частотою смуг 40 Гц для 1/3 окт: 87 Дб або 0,11 м/с, 59 Дб або 0,29 м/с².

Заходи щодо віброізоляції знижують коливання від працюючого устаткування, сприяють зменшенню шуму і збільшують надійність будівельних конструкцій.

Віброізолюючі елементи:

а) у вигляді окремих опор:

- пружинні віброізолятори, основним робочим елементом яких є одна або кілька сталевих гвинтових пружин;

- пружні прокладки, нерідко мають складну форму;

б) у вигляді шару пружного матеріалу, що укладається між машиною і фундаментом;

в) у вигляді плаваючої підлоги на пружній основі. Підлога на пружній основі являє собою залізобетонну стяжку, влаштовану на пружній основі поверх несучої плити перекриття будівлі.

Для поглинання шуму від роботи конденсатора використовується пористий акустичний поролон, який розсіює звукову енергію і перетворює її в теплову. Для збільшення звукоізоляції працюючих компресорів використовується непориста, еластична самоклеюча звукоізоляція на кам'яній основі.

Для контролю шуму і вібрації використовується шумомір і вібратор АСВШ-МГ4.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

6.1.5 Випромінювання

В процесі роботи теплового насоса працівники, які його обслуговують, піддаються інфрачервоному випромінюванню від теплообмінного обладнання, освітлювання та додаткового устаткування.

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь нагріву технологічного обладнання, освітлюючих приладів, інсоляції від зашкленних огорожень не повинна перевищувати: 35 Вт/м² при опроміненні 50 % поверхні тіла і більше; 70 Вт/м² - при величині опромінення поверхні тіла 25-50 %; 100 Вт/м² - при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла.

При наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до 140,0 Вт/м². Розмір опромінюючої площі не повинен перевищувати 25% поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні засобів індивідуального захисту (спецодяг, окуляри, спецвзуття).

Заходи захисту від інфрачервоного випромінювання, передбачені проектом:

- теплоізоляція гарячих поверхонь;
- охолодження тепловипромінюючих поверхонь (водою, продувка);
- автоматизація (механізація) виробничих процесів (щит управління);
- екранування джерела випромінювання;
- застосування засобів індивідуального захисту (використання спецодягу з бавовняної тканини з вогнестійкою просоченням, спецвзуття, окуляри зі світлофільтрами з жовто-зеленого або синього скла, рукавичок, рукавиць, захисних масок).

6.1.6 Електробезпека

У робочому приміщенні живлення електроустановок здійснюється від 3-х фазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

Згідно ПУЕ - 17 гранично допустимі напруги дотику наведено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3. – Гранично допустима напруга дотику

Тривалість дії, с	до 0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	Понад 1 сек. до 5 сек.
Напруга дотику, В	500	400	200	130	100	65

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

Відповідно до ДСТУ ІЕС 61140:2015, тепловий насос відноситься до класу захисту II, а інвертор до класу III.

Технічні засоби для безпеки роботи з тепловим насосом, передбачені проектом:

- ізоляція струмопровідних частин;
- мала напруга, вирівнювання потенціалів;
- запобіжна сигналізація, блокування, знаки безпеки;
- засоби індивідуального захисту;
- маркування струмоведучих частин електроустаткування, усі струмоведучі частини пофарбовані в яскраво червоний колір;
- недосяжність підвісу живлячого провідника.

Захист людини від ураження електричним струмом в мережі із зануленням здійснюється завдяки тому, що при замиканні однієї з фаз на занулений корпус в ланцюзі цієї фази виникає струм короткого замикання, який впливає на струмовий захист, внаслідок чого відбувається відключення аварійної ділянки від мережі. Крім того, ще до спрацьовування захисту струм короткого замикання викликає перерозподіл напруги в мережі, напругу корпусу, що призводить до зниження, щодо землі. Таким чином, занулення зменшує напругу дотику і обмежує час, протягом якого людина, що доторкнулася до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Для захисту від удару струму в випадку пошкодження ізоляції використовується автоматичне відключення живлення.

Організаційний засіб електробезпеки, передбачений проектом: дотримання правил улаштування електроустановок і правил техніки безпеки при експлуатації обладнання.

Основні заходи електробезпеки:

- Ізоляція струмопровідних частин, які знаходяться під напругою.
- Мала напруга в електричних ланцюгах змінного струму, що не перевищує 40 В, і постійного струму - не вище 110 В.
- Елементи для захисного заземлення металевих, неструмоведущих частин, які випадково можуть потрапити під напругу (при порушенні ізоляції, режиму работ і т.п.).
- Автоматичні пристрої, які відключають електроспоживачів від мережі, якщо доступні для людського дотику здебільшого потрапляють під напругу.
- Засоби контролю ізоляції та сигналізації про їх ушкодження, а також для відключення установки при зменшенні опору ізоляції нижче припустимого рівня.
- Попереджувальні написи, знаки, фарбування струмопровідних частин у сигнальні кольори та інші засоби сигналізації про небезпеку.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

- Використовується знижена напруга (аварійне освітлення 220 В, система місцевого освітлення 42 В, переносне освітлення 12В).

- Світильники розташовуються на висоті не менш 2,5 м над робочим простором.

Для захисту електричних ланцюгів від струмів перевантаження та від короткого замикання застосовують запобіжники. Залежно від типу електроспоживача, запобіжники можуть бути пробкових, трубкові, пластинчасті і інших видів.

6.1.7 Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об’єкта, за якого, з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Приміщення, згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016, відноситься до категорії Д (пожежобезпечні – негорючі речовини та матеріали у холодному стані). Джерелом пожежі може бути спалення електроізоляції кабелю при короткому замиканні чи дії обслуговуючого персоналу, які порушують правила пожежної безпеки (використання відкритого вогню, куріння у недозволених місцях). Приміщення не відноситься до вибухонебезпечних, тому що тут не використовуються легкозаймисті речовини та немає умов для створення вибухонебезпечних сумішей.

Проектом передбачено систему пожежної безпеки, тобто комплекс організаційно-технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі.

Будівлю та приміщення забезпечено необхідною кількістю вогнегасників, згідно з вимогами загальнодержавних Правил пожежної безпеки в Україні, які встановлюються в легкодоступних та помітних місцях (коридорах, біля входів або виходів з приміщень) таким чином, щоб вони не заважали під час евакуації.

Відстань від можливого осередку пожежі (найбільш віддаленого місця у приміщенні) до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати 20 м. Місця знаходження вогнегасників позначено вказівними знаками, згідно з чинними державними стандартами.

Впроваджено наступні засоби пожежогасіння (згідно з ДСТУ 3675-98):

- пінні вогнегасники типу ОХП-10, повітряно-пінні вогнегасники типу ОВП-10;
- порошкові ОП-2, ОП-5;
- пісок.

Встановлено охоронно–пожежна сигналізація автономного типу.

Будинок захищено від прямого удару блискавки (відповідно до ДСТУ Б В.2.5-38:2008) за допомогою блискавковідводу, що складається з блискавкоприймача (що

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

приймає на себе розряд блискавки), заземлювача і струмопровідника. Тип одиночний стрижньовий: $h = 100\text{м}$, висота його зони захисту під землею $h_0 = 0,87 \cdot 100 = 87\text{ м}$. Радіус зони захисту на рівні землі $r_0 = 1,5 \cdot 100 = 150\text{ м}$.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

ВИСНОВКИ

Даний дипломний проект бакалавра являє собою проект систем електрозабезпечення та опалення індивідуального житлового будинку з використанням ґрунтового теплового насосу по вул. Одеська в м. Кривий Ріг, і складається з теплотехнічних та електротехнічних розрахунків і технічних рішень. Система опалення та електропостачання відповідає всім сучасним нормам з енергозбереження, автоматизації роботи інженерних систем та охорони праці експлуатації інженерних систем.

У даному дипломному проекті було виконано наступний обсяг робіт:

- Розраховано теплові втрати приміщень;
- Розраховано електричні потреби будинку;
- Розраховано горизонтальний ґрунтовий теплообмінник;
- Виконано розрахунок розсольного контуру;
- Вибрано обладнання системи опалення та електрозабезпечення;
- У розділі з охорони праці розглянуті питання по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Технічні рішення, прийняті в роботі, відповідають умовам екологічних, санітарно-гігієнічних та інших діючих норм і забезпечують безпечну для життя та здоров'я людей, експлуатацію будівлі.

					ТП 61 03 003 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Руководство по проектированию – Москва: ООО «Виссманн», 2011. – 126 с.;
- 2 Кравченко В. С. 78. Санітарно-технічне обладнання будинків: Підручник: УДУВГП / В. С. Кравченко, Л. А. Саблій, П. Л. Зінич. – Рівне, 2003. – 442 с. 4. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С.;
- 3 Рекомендации по применению стальных панельных радиаторов «RADIK KLASIK» и «RADIK VENTIL КОМПАКТ», 1998. – 61 с.;
- 4 Рей Д. Тепловые насосы / Д. Рей, Д. Маклайн., 1982. – 224 с.;
- 5 Технічні дані продукції з офіційних інтернет ресурсів: <https://www.vaillant.ua/dlia-klientov/>;
- 6 Технічні дані продукції з офіційних інтернет ресурсів: <https://www.buderus.ua/>
- 7 Книга о "солнце". Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения – Украина: ООО «Рекламное агенство «Злато-Граф», 2010. – 195 с.;
- 8 Внутренние санитарно-технические устройства / Под ред. И. Г. Староверова: Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. - М.: Стройиздат, 1978.-509
- 9 ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;
- 10 ДБН В2.5.-28-2018 «Природне і штучне освітлення»;
- 11 ДСН 3.3.6.037–99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
- 12 ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;
- 13 ДСТУ ГОСТ 26568:2009 «Вибрация методы и средства защиты»;
- 14 ДСТУ ІЕС 61140:2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання»;
- 15 ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- 16 ДСТУ ІЕС 61140: 2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання».
- 17 ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».
- 18 ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Улаштування блискавкозахисту будівель та споруд».

		№ докум.	Підпис		ТП 61 03 003 ПЗ	

Додаток А
Список наукових праць і творчих досягнень
Бузовері Дмитра Володимировича
(прізвище, ім'я, по-батькові студента)

№ п/п	Найменування праць	Рукописні або друк	Назва видавництва, журналу (номер, рік) або номер авторського свідоцтва, номер дипломного на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвище співавторів праці
1	2	3	4	5	6
1	Новітні типи вітрогенераторів	друк	Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: матеріали хві міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 24–27 квітня 2018 р. у 2 т. – к. : кпі ім. Ігоря Сікорського, 2018. – т. 1. – 260 с. isbn 978-966-622-887-4 (т.1)	1 стор.	Гавриш А. С.
2	Аналіз розвитку сучасної вітроенергетики	друк	Матеріали ХІ науково-технічної конференції інституту енергозбереження та енергоменеджменту енергетики. Екологія. Людина (збірник наукових праць) м. Київ 24 – 25 квітня 2019. Енергетика. Екологія. Людина. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 308 с. ISSN 2307-7239	1 стор.	Гавриш А.С.

3	Перспективирозвитку вітрової енергетики в Україні	друк	Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, м. Київ, 23– 26 квітня 2019 р. У 2 т. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – Т. 1. – 313 с. ISBN 978-966-622-938-3(Т.1)	1 стор.	Гавриш А. С.
---	---------------------------------------------------	------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------	--------------

Автор

Дмитро БУЗОВЕРЯ

Додаток Б

Перевірка дипломного проекту на академічну доброчесність



Власник документу:
Гавриш Андрій Сергійович

ID перевірки:
1003927081

Дата перевірки:
10.06.2020 12:26:02 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
10.06.2020 12:28:38 EEST

ID користувача:
77138

Назва документу: Buzoverya_bakalavr

ID файлу: 1003942367 Кількість сторінок: 39 Кількість слів: 6263 Кількість символів: 44571 Розмір файлу: 2.58 MB

34.4% Схожість

Найбільша схожість: 20.9% з джерело бібліотеки. ID файлу: 6002206

1.9% Схожість з Інтернет джерелами

53

Page 41

34.2% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту

175

Page 41

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

Підміна символів

Заміна символів

114

Лист № 005
Підпис та дата
Зам. ітм. №

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документу, опитний лист	Код обладнання, вибору матеріалів	Завод виробник	Одиниця вимірювання	Кількість	Вага одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Обладнання								
1	Тепловий насос	VWS 220/2			шт	1		
2	Датчик для реєстрації температури в буферній ємкості і грюючого контуру (верхній)				шт	1		
3	Буферна ємкість і грюючого контуру	P200/5W			шт	1		
4	Вторинний насос				шт	1		
5	3-ходовий переключаючий клапан опалення/ гарячої води	P200/5 тип PNR			шт	1		
6	Ємнісний водонагрівач				шт	1		
7	Модульний регулятор опалювального контуру з 3-ходовим змішувачем і насосом опалювального контуру зі змішувачем 1	ECO 25/1-5 BMS.			шт	1		
8	Датчик для реєстрації температури в буферній ємкості і грюючого контуру (нижній)				шт	1		
9	Датчик температури ємнісного водонагрівача для реєстрації температури води в контурі водорозбору ГВП				шт	1		
10	Електронагрівач				шт	2		
11	Група безпеки зі сборкою запобіжних пристроїв				шт	1		
12	Розподільючий колектор модуля Divicon				шт	1		
13	Сервопривід змішувача, контур зі змішувачем 2				шт	1		
14	Датчик температури подачі, контур зі змішувачем 2 (опалювальний контур)				шт	1		
15	Перепускний клапан				шт	1		
16	Датчик зовнішньої температури				шт	1		
17	Первинний насос				шт	1		
18,19	3-ходовий переключаючий клапан опалення/охолодження				шт	1		
20	Навісний датчик вологості і "natural cooling"				шт	1		
21	Датчик температури подачі системи охолодження				шт	1		
22	Циркуляційний насос контуру охолодження (контур зі змішувачем 1)	50/1-10 CAN PN 6/10			шт	1		
23	Змішувач для контуру охолодження (контур зі змішувачем 1)				шт	1		
24	Теплообмінник системи охолодження				шт	1		
25	Регулятор температури захисту від замерзання				шт	1		
26	Пристрій дистанційного управління з датчиком температури приміщення				шт	1		

						ТП 61 03 003 001 ОВ.С		
						Індивідуальний житловий будинок в м. Кривий Ріг		
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Система теплопостачання	Статів	Архив
Студент		Бузова					ДПБ	
Керівник		Середа						1
П.контр.								
Н.контр.		Боженко						
Зав.каф.		Варламов				Специфікація	КПІ ім. Ігоря Сікорського ТЕФ, кафедра ТПТ	

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 61 03 003 ПЗ	Пояснювальна записка	60	
3	A1	ТП 61 03 003 001 ОВ	Теплова схема	1	
4	A1	ТП 61 03 003 002 ОВ	Компоновка обладнання теплового насоса	1	
5	A2	ТП 61 03 003 001 ЕТР	Розташування фотоелементів	1	
6	A2	ТП 61 03 003 002 ЕТР	Схема електричного устаткування СЕС	1	
7	A3	ТП 61 03 003 ОВ.С	Специфікація	1	

\

				ТП 61 03 003		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Студент	Бузоверя					1
Керівн.	Середа				КПІ ім. Ігоря Сікорського, Каф. ТПТ, Гр. ТП – 61	
Консульт.	-					
Н.контр.	Боженко					
Зав.каф	Варламов					