

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві

БАКАЛАВРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА

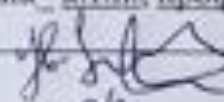
на тему:

«Комбінована система тепlopостачання тинового
двоповерхового котеджу з використанням теплового насосу та
сонячних колекторів»

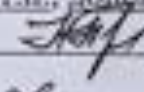
Виконав студент 4 курсу, групи БТ-20 бз
спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

 Дьобанчук С.П.
(підписує та ідентифікує)

Керівник к.т.н., проф. кафедри ІСБ

 Коц І.В.
(підписує та ідентифікує)
«11» об 2024 р.

Оponent к.т.н., доцент кафедри ІСБ

 Попович М.М.
(підписує та ідентифікує)
«11» об 2024р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Рігученко Г.С.

 Рігученко Г.С.
(підписує та ідентифікує)
«11» об 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

Дніпровський національний технічний університет

(повноваження вищого навчального закладу)

Формування спеціальності: будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Спеціальність: інженерних систем у будівництві

Кваліфікаційний рівень: Бакалавр з будівництва та цивільної

інженерії

Напрямок знань: 19 Архітектура та будівництво

(кодифікація)

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

(кодифікація)

Спеціалізація: Теплогазопостачання і вентиляція



ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ ДІПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Діюбанчука Сергія Петровича

Тема проекту (роботи): комбінована система теплопостачання ^{до} поверхової
будівлі з використанням теплового насосу та сонячних колекторів

Виконавець проекту (роботи): Козі І.В., к.т.н. професор

(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від

1 03 2024 року № 80

Термін подання студентом проекту (роботи) 1 червня 2024

Вихідні дані до проекту (роботи): Архітектурно-будівельні рішення об'єкту
будівництва, функціональне призначення типової будівлі. Для наукової
роботи вихідними даними є аналіз існуючих математичних моделей
теплообмінних процесів в приміщеннях будівель котеджного типу, а також
результати теоретичних досліджень ряду авторів.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
вирішити): Вступ (актуальність, мета і завдання, об'єкт, предмет та новизна
наукових досліджень, практична цінність, апробація результатів та публікації),
аналітичний огляд систем опалення будівель котеджного типу, техніко-
економічне обґрунтування прийнятих рішень та постановка задач дослідження,
аргументоване обґрунтування вибору системи опалення будинку з комбінованим
використанням теплових насосів та сонячних колекторів, організаційно-
технологічне забезпечення реалізації проектних рішень, заходи з
економічного та охорони довкілля, охорона праці, техніко-економічні
показники від реалізації прийнятих рішень, загальні висновки, перелік
використаної літератури, додатки.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Завдання: актуальність, мета і завдання, об'єкт і предмет дослідження;
тематична модель теплового режиму будівлі; креслення: генплан, схеми
систем опалення і гарячого водопостачання на планах поверхів, аксонометричні
схеми систем, вузли, колекторна схема опалення підлоги, календарний план
вартості систем опалення і гарячого водопостачання

Розділ	посада Консультанта	видав	завдання приймає
Аналітичний огляд існуючих систем опалення та нетрадиційних джерел енергії	Коц І.В. к.т.н професор	24.03.24 	7.06.24
Моделювання теплотехнічних та гідравлічних процесів для визначення технічних характеристик комбінованої системи тепlopостачання	Коц І.В. к.т.н професор	24.03.24 	7.06.24
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проекту	Коц І.В. к.т.н професор	24.03.24 	7.06.24
Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І.М.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Складання вступу до БДР	24.03.24	
2	Аналітичний огляд систем опалення будівель котеджного типу, техніко-економічне обґрунтування	31.03.24	
3	Моделювання теплотехнічних та гідравлічних процесів для визначення технічних характеристик комбінованої системи тепlopостачання	21.04.24	
4	Організаційно-технологічне забезпечення	15.04.24	
5	Заходи з енергозбереження та охорони довкілля	18.04.24	
6	Охорона праці та техніка безпеки в надзвичайних ситуаціях	23.04.24	
7	Матеріали презентації БДР, креслення, плакати	27.04.24	
8	Попередній захист		
9	Відгук опонента	04.06.24	
10	Захист БДР	05.06.24	

Студент

Керівник проекту (роботи)

Дзюбанчук С.П.

к.т.н., проф. Кат...

Анотація

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему: « Системи опалення та водопостачання з використанням комбінованих джерел енергії». Складається з пояснювальної роботи обсягом 83 аркушів та графічної частини обсягом 8 аркушів.

В даній роботі виконано технічний огляд комбінованої системи опалення та водопостачання котеджного будинку з використанням нетрадиційних джерел енергії .

Виконано математичне моделювання гідравлічного розрахунку та підібрані діаметри трубопроводів. Виконана розробка системи опалення та гарячого водопостачання з використанням сонячних колекторів й теплового насосу . Місце розташування для широти м.Вінниця.

Розроблені настанови з експлуатації системи, енергозбереження, охорони навколишнього середовища та заходи з охорони праці при монтажних роботах.

Виконане техніко-економічне обґрунтування.

Графічна частина складається з креслень та презентації.

Ключові слова: Опалення , водопостачання, комбіновані джерела, тепловий насос.

Annotation

Bachelor's qualification work on the topic: "Heating and water supply systems using combined energy sources". Consists of explanatory part of **83** pages and graphic part of **8** pages.

This work includes a technical overview of a combined heating and water supply system for a cottage using unconventional energy sources.

Mathematical modeling of hydraulic calculations has been carried out and pipe diameters have been selected. Development of a heating and hot water supply system using solar collectors and a heat pump has been done. The location is set for the latitude of Vinnytsia.

Guidelines for operating the system, energy conservation, environmental protection, and safety measures for installation work have been developed.

Technical and economic justification has been provided.

The graphic part consists of drawings and a presentation.

Keywords: Heating, water supply, combined sources, heat pump.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	9
1.1 Аналітичний огляд систем опалення житлових будівель.....	9
1.2 Аналітичний огляд нетрадиційних джерел енергії.....	11
1.3 Характеристика об'єкту дослідження.....	15
1.4 Кліматична характеристика району будівництва.....	16
1.5 Дані про можливість забезпечення основними матеріалами і енергоресурсами.....	16
1.6 Матеріали оцінки впливів на організм мешканців	17
1.7 Основні рішення по вибуховій безпеці.....	17
1.8 Загальні рекомендації щодо застосування сонячно - теплонасосних систем тепlopостачання (СТСТ)	17
1.9 Постановка задач досліджень	19
1.10 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.....	19
1.11 Висновок.....	24
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ТА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СТСТ.....	25
2.1 Теплотехнічний обрахунок огорожуючих конструкцій об'єкту будівництва.....	25
2.1.1 Обрахунок зовнішніх огорожень (стіни).....	25
2.1.2 Вибір вікон.....	26
2.1.3 Обрахунок дахового перекриття.....	27
2.1.4 Обрахунок підлоги.....	27

2.2 Підбір опалювальних приладів.....	28
2.3 Обрахунок теплих підлог.....	29
2.4 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення.....	31
2.5 Розрахунок системи ГВП будинку.....	34
2.5.1 Приготування гарячої води з використанням непрямого нагріву(БНН) і зовнішнього теплообмінника.....	34
2.5.2 Гідравлічний розрахунок системи ГВП.....	35
2.6 Визначення параметрів теплового насосу.....	38
2.6.1 Надбавка на приготування гарячої води.....	38
2.6.2 Підбір теплового насосу.....	38
2.6.3 Розрахунок буферної ємності.....	41
2.7 Розрахунок сонячних колекторів.....	41
2.7.1 Розрахунок теплонадходжень на поверхню сонячного колектора.....	41
2.7.2 Визначення ККД сонячного колектора.....	41
2.7.3 Склад матеріалів монтажу установки СК.....	52
2.8 Висновок.....	53
3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ.....	55
3.1 Організаційно-технологічне забезпечення монтажу.....	55
3.1.1 Конструктивні особливості об'єкту.....	55
3.1.2 Визначення складу робіт.....	56
3.1.3 Визначення об'ємів робіт.....	57
3.1.4 Монтаж опалювальних приладів.....	59
3.1.5 Монтаж трубопроводів.....	59
3.1.6 Монтаж підводок до радіаторів.....	60
3.1.7 Виконання ізоляційних робіт.....	60

3.1.8 Монтаж сонячно-теплонасосної системи теплопостачання.....	60
3.1.9 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів.....	61
3.1.10 Визначення потреб у матеріально – технічних ресурсах.....	62
3.1.11 Витрати паливно-енергетичних ресурсів.....	62
3.1.12 Визначення трудомісткості робіт.....	63
3.1.13 Випробування та запуск системи опалення в експлуатацію.....	63
3.1.14 Порядок пусконаладжувальних робіт.....	65
3.1.15 Приймальні теплотехнічні випробування.....	66
3.1.16 Техніко-економічні показники календарного плану.....	66
3.1.17 Висновок.....	67
4 Охорона праці.....	68
4.1 Технічні умови та рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	68
4.2 Виробниче освітлення.....	70
4.3 Виробничі віброакустичні коливання.....	74
4.4 Засоби безпеки з організації робочих місць.....	75
4.5 Електробезпека.....	76
4.6 Технічні рішення з пожежної безпеки.....	78
4.7 Висновок.....	81
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83
ДОДАТОК А - Технічне завдання.....	
ДОДАТОК Б - Розрахунок тепловтрат приміщень	
ДОДАТОК В - Дані гідравлічного розрахунку.....	
ДОДАТОК Г- Розрахунок теплої підлоги	
ДОДАТОК Е – Технічні характеристики теплового насосу	
ДОДАТОК К – Технічні характеристики радіатора	
ДОДАТОК Л – Технічні характеристики геліоколектора.....	

ДОДАТОК М – Графічна частина (креслення 1-8).....	
ДОДАТОК Н – Таблиця трудомісткості та тривалості робіт.....	
ДОДАТОК П – Акт прийняття системи опалення.....	
ДОДАТОК Р—Акт гідравлічного випробування.....	
ДОДАТОК С – Специфікація.....	

ВСТУП

Актуальність. Необхідність отримання більшої кількості енергії через альтернативні джерела виникає внаслідок зменшення запасів традиційних джерел енергії. Це призводить до проблем енергозбереження та

енергоефективності. Енергозбереження означає економне використання паливно-енергетичних ресурсів, тоді як енергоефективність полягає в раціональному використанні енергетичних ресурсів, досягненні економічно доцільної ефективності використання наявних паливно-енергетичних ресурсів при сучасному рівні розвитку техніки та технологій, з урахуванням вимог до довкілля.

Актуальність проблеми полягає також в тому, що альтернативна енергетика сприяє вирішенню проблем енергоефективності та екологічної безпеки в Україні. Модернізація національної економіки може значно підвищити розвиток альтернативної енергетики, дотримання принципів сталого розвитку та високих світових екологічних стандартів у господарській діяльності. Тому подолання енергетичної залежності та забезпечення енергетичної безпеки стають важливими напрямками розвитку національної економіки.

Необхідність використання відновлювальних джерел енергії відображена в «Національному план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року» Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України. Задачі цього плану:

- країна має скоротити первинне споживання енергії на 22,3%, а кінцеве – на 17,1%. А також зменшити викиди парникових газів на 56,6 млн тонн. Покращити екологічну ситуацію;
- створити сприятливі умови для інвестицій у виробництво енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії;
- підвищити рівень виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії до вимог Європейського Союзу;

Зв'язок роботи з іншими джерелами. Робота виконана згідно з Національним планом дій з енергоефективності, затвердженим розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29 грудня 2021 р. . № 1803-р,

а також з комплексною програмою "Про затвердження Національного плану дій з енергоефективності на період до 2030 року" .

Мета бакалаврської дипломної роботи полягає в науковому обґрунтуванні та досягненні ефективного використання теплоенергетичних ресурсів за допомогою теплового насоса та сонячних колекторів. а також у розробці рекомендацій щодо використання такої комбінованої системи.

Задачі.

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

2. Виконати розрахунок роботи машин та механізмів. Побудувати графік роботи бригад.

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

4. Підібрати тепловий насос та сонячні колектори.

Об'єкт. Комбінована система теплопостачання типового двоповерхового котеджу з використанням теплового насоса та сонячних колекторів.

Предмет. Дослідження теплотехнічних характеристик сонячно-теплонасосної системи, що використовується для опалення та гарячого водопостачання будівлі.

Наукова новизна роботи:

- розроблена математична модель взаємодії складових комбінованої сонячно-теплонасосної системи теплопостачання.
- Визначення конструктивних та робочих параметрів устаткування по отриманим критеріальним аналітичним залежностям.

Практична цінність. Результатом розрахункового дослідження ефективності сонячно-теплонасосної системи є розроблення математичної моделі взаємодії складових системи теплопостачання . Використання сучасного методу підбору теплового насоса.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

1.1 Аналітичний огляд систем опалення житлових будівель

Основними серед тепловитрат на комунально-побутові потреби в будівлях (опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання) являються витрати на опалення. Це пояснюється умовами експлуатації будівель в період опалювального сезону в Україні, коли тепловтрати через їх зовнішні конструкції, що захищають, значно перевищують внутрішні тепловиділення. Для підтримки необхідної температурного режиму необхідно обладнати будівлі опалювальними установками або системами.

Таким чином, опаленням називається штучний, за допомогою спеціальних установок або систем, обігрів приміщень будівлі для компенсації тепловтрат і підтримки в них температурних параметрів на рівні, визначуваному умовами теплового комфорту для людей, що знаходяться в приміщенні, або вимогами технологічних процесів, що протікають у виробничих приміщеннях.[1]

Передача тепла може відбуватися за допомогою рідкого (наприклад, вода) або газоподібного (пар, повітря, газ) середовища. Середовище, яке переноситься в системі опалення, називається теплоносієм. Залежно від типу теплоносія, системи опалення можуть бути класифіковані як: - водяні; - парові; - повітряні; - газові. Тверде середовище також може використовуватися як теплоносій при опаленні за допомогою електричного струму.

Системи опалення поділяються за радіусом дії:
місцеві;

центральні.

За типом джерела тепла - газові, електричні, пічні (пелети, дрова, вугілля, дизельне паливо, торф тощо), сонячні.

За методом підключення приладів можуть бути однотрубні, двотрубні або комбіновані системи. Щодо типу використовуваних приладів, можна виділити конвекційні, променисті, конвекційно-променисті та системи "тепла підлога" (підпільні, стінові, стельові). Щодо напрямку руху теплоносія в магістральних трубопроводах, можна розрізняти тупикові та попутні системи. За гідравлічним режимом можна класифікувати системи як з постійним або змінним режимом. Щодо різниці у температурі між подаючою та зворотною магістраллю, існують біфілярні системи. Біфілярні або двострумові системи водяного опалення підключаються безпосередньо до спільного розподільника - колектора. Тобто до однієї мережі можна підключати радіатори різних видів – від традиційних до конвекторів. Щодо тривалості роботи, системи можуть бути постійно активними протягом опалювального сезону або періодичними системами опалення.

Місцеві системи опалення вміщують в себе - генератор тепла, теплопроводи, опалювальні прилади . Також конструктивно об'єднані в одному пристрої, що знаходиться в одному опалюваному приміщенні будівлі (опалювальні печі на твердому, рідкому паливі, електроопалення і т.п.);

центральні - опалюються від одного генератора тепла:

- кілька приміщень однієї будівлі: будинкові - від котельні в опалюваній будівлі;

- одна чи кілька будівель (група будівель):

районні - від районної котельні для групи будівель;

- мікрорайони, промислові підприємства та цілі населені пункти:

централізовані (від теплоелектроцентралі – ТЕЦ).

До центральних відносять системи:

- водяного опалення;
- парового опалення;
- повітряного опалення.

Характерним прикладом таких систем є система водяного опалення будівлі з власною котельнею [2]

1.2 Аналітичний огляд нетрадиційних джерел енергії

В українській енергетичній галузі працює приблизно 450 тисяч осіб, що становить 3% від населення, при цьому знаходиться на першому місці серед платників податків в державний бюджет, забезпечуючи формування майже чверті від усього бюджету країни. Енергетичний сектор формує 8% ВВП, а за рівнем споживання Україна знаходиться на 28 місці в світі. Крім того, енергетичні компанії України працюють і на експорт.

Не дивлячись на складні умови сьогодення, численні ворожі обстріли, електроенергетика України змогла впоратись з усіма викликами, втримати свої позиції, та трансформувати необхідним чином технологічні та бізнес-процеси. Згідно статистичних даних, компанії енергетичного сектору мали найбільший прибуток в 2022 році серед інших галузей.[3]

Зберігся і значний потенціал для подальшого розвитку галузі, привабливість для національних та міжнародних інвесторів. Значні перспективи має розвиток «зеленої» енергетики, яка станом на сьогодні є одним з пріоритетних напрямів в ЄС.

Держава володіє потужною базою в енергетичній сфері, яка була створена ще в радянський період. При цьому, головними споживачами були представники промислового сектору. З часів незалежності, українська енергетика зазнала суттєвих трансформацій — модернізовано технологічні процеси, обладнання,

покращено бізнес-процеси на підприємствах, проведено багато реформ зі змінами законодавства та інших нормативних актів.

16 березня 2023 року, реалізовано об'єднання з енергетичною системою ЄС ENTSO-E. Фактично, військові дії прискорили процедуру енергетичної інтеграції, розпочату ще в 2005 році. Проведення реструктуризації електроенергетичного сектора стало однією з найскладніших та наймасштабніших реформ в Україні.

Україна водить в Європейське Енергетичне співтовариство, та ратифікувала Угоду про асоціацію з ЄС, яка включає зобов'язання з підвищення енергоефективності, скорочення викидів парникових газів та інших речовин, а також розвиток енергетики відновлюваного типу. Тому перспективою розвитку галузі є перехід до відновлюваних ресурсів, та забезпечення раціональності використання енергії.[4]

У сучасний час існує потреба у більшій кількості енергії, яку буде складно або навіть неможливо отримати з невідновлюваних джерел у майбутньому. Сфера енергетики стикається з численними проблемами, основна з яких – це проблема джерел енергії. Наразі 6 мільярдів людей на планеті використовують понад 12 мільярдів кіловат-годин енергії щорічно, що становить у середньому 2 кВт на людину. Близько 90% цієї енергії отримується з органічних джерел палива, таких як нафта, вугілля та газ. За різними оцінками, запасів органічного палива вистачить на 30-50 років, а при врахуванні геологічних запасів, які будуть вчасно розвідані, можна розраховувати на 100-150 років. Проте використання вугілля призводить до серйозного забруднення атмосфери. Ядерна енергетика, хоча має більше сировинних ресурсів, ніж органічне паливо, стикається з високим ризиком радіоактивного забруднення, що стало очевидним після серії техногенних аварій та катастроф.[5]

В Україні до 1990 року ціна на газ складала лише 7% від світового рівня цін. Це зумовлювало великі витрати природного газу. У 1994 році Україна підняла показники термічного опору в 1,5 рази. Варто порівняти показники видобутку нафти і газу в Україні в різні роки. Якщо в 1972 році було добуто 14,5 млн. тонн нафти, то в 2015 році – 2,8 млн. тонн в Україні. Газу в 1972 році було добуто 60 млрд. м³ газу, а в 2015 році – 19 млрд. м³.

Окрім того, останніми роками в Україні стрімко розвивається альтернативна енергетика. До цієї сфери відносять наступні підгалузі:

- вітрова енергетика;
- геліоенергетика (сонячні станції);
- геотермальна енергетика;
- гідроенергетику з альтернативними джерелами;
- космічна енергетика, як перспектива розвитку.

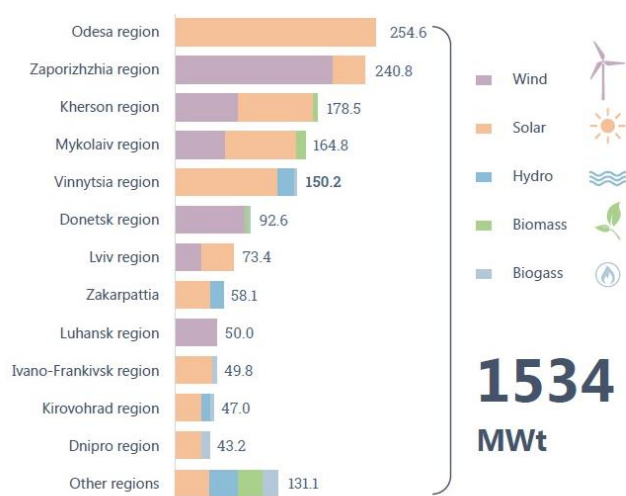


Рис. 2. Виробництво ВДЕ по регіонах станом на I квартал 2018 року. Джерело: Renewable energy sector: Unlocking sustainable energy potential, National Investment Council of Ukraine, 2018.

Тому варто приділити увагу альтернативним джерелам енергії таким як енергія сонця, вітру, хвиль, Землі. Вони дозволять значно скоротити витрати на традиційні джерела енергії.

Найбільш популярними в Україні є сонячні та вітрові станції. Розвиток сонячної енергетики розпочався ще в 2008 році, при цьому технічне оснащення з кожним роком підвищує свою ефективність та показники енергії,

що виробляється. Вітрові станції розміщують в локаціях з постійними вітрами — узбережжя, гірнича місцевість. Крім того, ринок постійно поповнюється інноваційними станціями, що працюють на екологічній сировині.

За звітом Міненерго, станом на серпень 2023 року, проведено ремонт п'яти атомних блоків, при цьому ще чотири зараз ремонтуються. Крім того, проводиться ремонт 24 енергоблоків ТЕС, що складає 62% від загальної кількості. ТЕЦ полагоджено на 70%, інша частина ще перебуває в ремонті. Щодо гідроелектростанцій — відремонтовано, або перебувають в стані ремонту 32 агрегати, що становить 68% від загальної потужності.

Згідно даних уряду, кампанія з ремонту йде за планом. Компанією «Укренерго» проведено майже 80% від планових робіт по ремонту мереж, підстанції було відновлено до довоєнного стану. Крім того, уряд розробляє багаторівневий захист для об'єктів енергетики.[6]

Зазнала шкоди і зелена енергетика, частка якої в довоєнний час складала 13%. Станом на осінь 2022 року, з експлуатації було виведено більшість вітрових станцій та приблизно 50% сонячних. Після початку війни, велика кількість об'єктів відновлюваних джерел енергетики опинились в окупованих регіонах, або місцях проведення бойових дій. Зафіксовано безліч пошкоджень підстанцій та мереж внаслідок обстрілів, розкрадання обладнання ворожими військами. На окупованих територіях відсутній доступ до об'єктів, що призвело до припинення їх роботи.[6]

Найбільш динамічно за останні роки поширюється виробництво і впровадження фотоелектричних сонячних електроенергетичних установок та станцій. Більше 60% всіх потужностей, введених в експлуатацію в усьому світі на кінець 2015 року було додано протягом останніх трьох років. Всього у світі, загальна встановлена потужність фотоелектричних систем (станцій) досягла 222,3 ГВт. Енергія сонця безпечна для довкілля й багатострокова для

використання. Сонячне випромінювання доцільне для вироблення теплової та електричної енергії й можливе на всій території України [7].

Загальносвітовий обсяг інвестицій у відновлювальні джерела енергії у 2018 році склав \$ 332.1 млрд, що на 8% менше, ніж торік. Глобальні інвестиції у чисті джерела енергії п'ятий рік поспіль тримають позначку вищу за \$ 300 млрд на рік. Обсяг інвестицій безпосередньо у країнах Європи у сектор ВДЕ збільшився на 27% (до \$ 74.5 млрд). Китай, який у 2017 році інвестував у альтернативні джерела більше коштів, ніж уся Європа та США разом узяті, цього року зменшив обсяги фінансування нових об'єктів до \$ 100.1 млрд. У розрізі видів джерел енергії з 2010 року інвестори надавали перевагу проектам, що працюють на сонячній енергії, через що обсяг наданих коштів для СЕС сильно перевищував фінансування вітряних парків. Проте обсяг інвестицій у сонячну енергетику впав на 24% (до \$ 131 млрд). В той час, коли інвестиції у СЕС впали, обсяг інвестицій у офшорні вітряні парки зріс на 14% порівняно з 2017 роком (до \$ 25.7 млрд). Як результат, у 2018 році сума інвестованих коштів практично однакова: \$ 129 млрд для ВЕС та \$ 131 млрд для СЕС. Ще \$ 70 млрд було інвестовано у проекти, які будуть працювати на основі біо-палива.[8]

До переваг використання сонячної енергії можна віднести :

- Сонячна енергія є необмеженим ресурсом, що означає відсутність загрози вичерпання її запасів, навіть якщо вона тимчасово прихована хмарами або недоступна вночі.
- Використання сонячної енергії не забруднює навколишнє середовище, оскільки не викидає парникових газів і не завдає шкоди екосистемі.
- Сонячна енергія є безкоштовною після встановлення сонячних батарей або теплових колекторів, оскільки не потребує додаткових електричних витрат.
- Сонячні батареї вимагають мінімального обслуговування, оскільки не мають рухомих частин, які потребують постійного догляду.

- Використання сонячної енергії розповсюджене у різних галузях, таких як автомобілі, водонагрівачі, будівлі, електростанції та супутники.
- У віддалених районах сонячна енергія може бути більш реалістичним варіантом, ніж прокладання великої кількості електричних дротів.

Сьогодні ведеться активна співпраця з міжнародними партнерами за для створення умов стійкості енергосистеми. Наші фахівці переймають досвід у процесах модернізації, децентралізації, декарбонізації, взаємодії на рівні ринку, створенні умов для довгострокових переваг українських компаній. **Енергетична безпека** є пріоритетним напрямом для України.[9]

1.3 Характеристика об'єкту дослідження

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

Будівля займає площу - 364 м^2 , об'єм – $941,45 \text{ м}^3$.

При використанні такої системи необхідно:

- забезпечення умов мікроклімату.
- врахувати пріоритетність енергозбереження.

1.4 Кліматична характеристика району будівництва

Кліматичні умови для розрахунку системи опалення та допустимі умови мікроклімату приміщень приймаємо згідно п.2 [10] (м.Вінниця);
розрахункові параметри зовнішнього повітря за дод.8 [11] приймаємо географічний пункт будівництва м. Вінниця :

1. Кліматичні умови району[11]:

- сейсмічність – менше 6-7 балів;
- середня температура найбільш холодної п'ятиденки - 21°C ;
- температура найбільш холодної доби – 26°C;
- середня швидкість вітру – 4,2 м/с.

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

3. Тип будівлі: житловий двоповерховий будинок.

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

5. Джерело теплозабезпечення: від теплового насоса, який знаходиться в цокольній частині, та сонячних колекторів, що розташовані на даху, та біля будинку. Для забезпечення сталого теплопостачання додатково установлений газовий котел.

1.5. Дані про можливість забезпечення основними матеріалами і енергоресурсами

Теплоносієм для систем опалення і теплопостачання є гаряча вода з температурою 35-50°C, яка надходить від теплового насосу.

Міська водопровідна мережа використовується для господарсько-питного холодного водопостачання з максимальною витратою води 17,8 м³/год.

Витрати води на пожежогасіння становлять 10 л/с [12].

Стічні води відводяться в міську каналізаційну мережу, талі та дощові води з покрівлі – в мережу дощової каналізації.

У приміщенні житлового будинку відсутні шкідливі впливи на організм людини та навколишнє середовище. Для забезпечення комфортних умов для мешканців необхідно встановлення примусової системи опалення.

1.6 Матеріали оцінки впливів на організм мешканців

У приміщенні житлового будинку відсутні шкідливі впливи на здоров'я людини та навколишнє середовище. Для забезпечення комфортних умов для мешканців необхідно встановлення примусової системи опалення.

1.7 Основні рішення по вибуховій безпеці

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

Необхідно заземлити все електричне обладнання.

В разі виникнення пожежі – вимкнути все електричне обладнання.

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

Сонячно -теплонасосні системи теплопостачання використовують для [9]:

Підвищення рівня експлуатаційного комфорту в місцях, де відсутні інші джерела енергії та відсутні вимоги щодо кількості і параметрів теплової енергії, яку виробляють, сприяє зменшенню обсягів споживання традиційних енергоресурсів.

- Системи теплопостачання на сонячних колекторах (СТСТ) зазвичай не забезпечують повне покриття теплової потужності, тому їх використання рекомендується у поєднанні з традиційними джерелами енергії.

Рішення про застосування СТСТ приймаються на основі техніко-економічного обґрунтування згідно з ДБН В.2.5-67:2013. Техніко-економічне обґрунтування повинно включати:

- Оцінку енергетичного та екологічного ефектів використання СТСТ, а також оцінку інвестицій та економії витрат на паливо та експлуатаційних витрат.

Під час експлуатації СТСТ важливо враховувати режими постачання енергії та водопостачання об'єкта, а також передбачити можливість акумуляції ресурсів для безперервної роботи системи.

Застосування активних СТСТ з рідинними сонячними колекторами часто вимагає влаштування низькотемпературних систем опалення.

При використанні СТСТ з рідинними сонячними колекторами необхідно приділяти увагу заходам проти замерзання теплоносія та правильному розміщенню колекторів для оптимальної ефективності.

Принципова схема сонячного теплопостачання з тепловим насосом включає дублююче джерело, акумулятор тепла і систему контролю та розподілу. Теплове навантаження, яке забезпечується сонячним теплопостачанням, може включати опалення приміщень, гаряче водопостачання, кондиціонування повітря, підігрів води в басейні . Паралельне підключення ТН до сонячної установки є стандартним підключенням , де тепловий насос використовується як дублер котла на традиційному паливі. Послідовне підключення теплового насоса до сонячної установки має свої переваги і дозволяє вирішувати питання ефективної роботи сонячного контуру за рахунок збільшення коефіцієнта корисної дії та зменшення площі поверхні сонячних колекторів. Це сприяє підвищенню ефективності роботи теплового насоса, оскільки він отримує надлишкову теплову енергію , що сприяє підвищенню коефіцієнта корисної дії.

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

Розміщення акумулятора в СТСТ обумовлене накопиченням необхідної кількості теплоносія для можливої розморозки випарника при довготривалій роботі та максимальних потреб теплоти. Об'єм бака акумулятора підбирається за рекомендацією виробника ТН.

Для попередніх розрахунків сонячно-теплонасосних систем теплопостачання можна вважати, що середньорічний коефіцієнт перетворення η знаходиться в діапазоні від 2,0 до 4,5, що робить використання електроенергії для теплопостачання повністю обґрунтованим з точки зору використання первинного палива.

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

Розташування сонячних колекторів для сонячно-теплонасосних систем та розрахунок теплової енергії, яку вони виробляють, здійснюються на основі їх технічних характеристик.

1.9 Постановка задач досліджень

Під час виконання дослідження необхідно вирішити такі задачі:

1. Порівняти енерговитрати для опалювального періоду при використанні газового котла і сонячно-теплонасосної системи.
2. Використовуючи як приклад будинок котеджного типу, змоделювати розрахунок витрати теплоносія, необхідний для теплопостачання.
3. Підібрати тепловий насос та сонячні колектори.

1.10 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень

Дослідимо ефективність системи на прикладі системи опалення будинку котеджного типу. Для цього проведемо проміжні розрахунки системи для кожного місяця.

Таблиця 1

Температура зовнішнього повітря

Область, місто	Середня місячна температура повітря середня добова амплітуда температури °С												Температура повітря, °С						Період із середньою добовою температурою повітря										
													холодного періоду				теплого періоду		≤ 8 °С		≤ 10 °С		≥ 21 °С						
													найхолодніша доба забезпеченість		найхолодніша п'ятиденка забезпеченість		найхолодніша доба забезпеченість 0,95		найхолодніша п'ятиденка забезпеченість 0,99		тривалість, дб		тривалість, дб		тривалість, дб		тривалість, дб		
													0,98		0,92		0,98		0,92		найхолодніша доба забезпеченість 0,95		найхолодніша п'ятиденка забезпеченість 0,99		середня температура, °С		середня температура, °С		середня температура, °С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
Автономна Республіка Крим Ай-Петрі	-3,4	-3,3	-0,7	4,8	9,6	13,0	15,5	15,1	11,0	6,7	2,5	-1,6	5,8	-24	-22	-20	-18	23	19	210	0,8	242	1,9	-	-				
Клепінине	-1,0	-0,2	3,4	10,0	15,7	20,0	22,7	21,8	16,7	10,7	5,7	1,8	10,6	-27	-25	-23	-21	29	26	157	2,2	177	3,1	70	22,3				
Сімферополь	-0,3	0,4	3,7	10,1	15,1	19,2	21,8	21,3	16,7	11,0	6,1	2,1	10,6	-22	-20	-18	-15	28	25	154	2,6	175	3,5	61	21,8				
Феодосія	1,2	1,6	4,3	10,6	16,1	20,8	23,2	23,1	18,4	12,6	7,6	3,8	12,0	-22	-19	-17	-15	30	26	142	3,6	163	4,3	83	23,3				
Ялта	4,1	4,2	6,3	10,6	15,7	19,8	23,6	23,2	18,0	13,6	8,5	6,1	13,0	-10	-8	-7	-6	31	26	125	5,3	152	6,1	83	23,0				
Вінницька область Вінниця	-5,1	-3,8	0,3	8,1	14,2	17,2	18,7	18,0	13,3	7,8	1,8	-2,9	7,3	-29	-26	-25	-21	27	23	182	-0,2	202	5,6	-	-				
	6,2	6,1	7,1	8,7	11,2	10,9	10,8	11,2	10,6	8,7	5,5	5,0																	

Обравши середньомісячну температуру зовнішнього повітря (табл. 1), методом інтерполяції, згідно табл.2 , визначимо тепловтрати системи.

Таблиця 2

Номограма роботи теплового насосу



Аналогічними розрахунками отримаємо потужність теплового насосу та необхідну потужність газового котла для покриття усіх енергозатрат.

Згідно ресурсу [12], дізнаємось середнє теплоспоживання ГВП враховуючи зміну температури холодної води.

Теплоспоживання енергії за місяць, кВт·год [15]:

$$Q_t = q \cdot 24 \cdot n \quad (1.1)$$

де Q_t – повне теплоспоживання за місяць, кВт·год;

q – пито́ме теплоспоживання, потужність, кВт;

n – кількість днів в місяці.

Загальне теплоспоживання в такому випадку буде рівне сумі теплоспоживання на опалення та на ГВП.

Частка покриття теплоспоживання теплогенератором, % :

$$k = \frac{q_t}{q_{ГВП} + q_{ОП}} \cdot 100\% \quad (1.2)$$

де q_t – пито́ма потужність теплогенератора, кВт;

$q_{ГВП}$ – пито́ме теплоспоживання на ГВП, кВт;

Таблиця 1.1 – Показники енергоефективності котеджного будинку.

Найменування	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Середня температура місяця, °С	-6,0	-3,8	0,5	8,1	14,2	17,2	18,7	18,0	13,3	7,6	1,8	-2,9
Тепловтра ти (при Т зовнішній середній), кВт	18,0	17,0	13,5	8,2	4,5	3,0	2,0	2,3	6,2	8,6	12,8	16,5
Середнє теплоспоживання ГВП, кВт	1,30	1,30	1,30	1,20	1,16	1,10	1,10	1,10	1,16	1,20	1,30	1,30
Теплоспоживання на опалення, кВт*год	13 392	11 424	10 044	5 904	3 348	2 160	1 488	1 656	4 613	6 192	9 523	12 276
Теплоспоживання на ГВП, кВт*год	967	874	967	864	863	792	818	792	863	864	967	967
Потужність ТН, кВт	11,0	11,5	12,3	16,4	17,5	18,0	18,4	18,2	17,9	17,0	12,7	11,8
Потужність ГК, кВт	8,3	6,8	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	6,0
Загальне теплоспоживання, кВт*год	14 359	12 298	11 011	6 768	4 211	2 952	2 306	2 448	5 476	7 056	10 490	13 243
Покриття ТН, %	57	63	83	100	100	100	100	100	100	100	90	66
Покриття ГК, %	43	37	17	0	0	0	0	0	0	0	10	34

Відповідно до отриманих показників загальне теплоспоживання за рік складе $\sum Q_{TC} = 92618 \text{ кВт} \cdot \text{год}$.

Середньорічне покриття теплоспоживання системи тепловим насосом становить $k_{TH} = 88,25 \%$, газового котла – $k_{ГК} = 11,75 \%$.

Використавши ці данні, визначимо річну генерацію теплової енергії тепловим насосом, кВт*год :

$$\sum Q_{TH} = \frac{\sum Q_{TC} \cdot k_{TH}}{100} = \frac{92618 \cdot 88,25}{100} = 81\,735,4. \quad (1.3)$$

Річна генерація теплової енергії газовим котлом, кВт·год :

$$\sum Q_{ГК} = \frac{\sum Q_{ТС} \cdot k_{ГК}}{100} = \frac{92618 \cdot 11,75}{100} = 10\,882,6. \quad (1.4)$$

Використавши середнє значення коефіцієнта перетворення електричної енергії в теплову теплового насосу COP=2,45 [ДОДАТОК Е], знайдемо річне споживання електроенергії тепловим насосом, кВт·год :

$$B_{e/e} = \frac{\sum Q_{TH}}{COP} = \frac{81735,4}{2,45} = 33\,361,39. \quad (1.5)$$

Річна вартість електроенергії для теплового насосу, тис.грн. [16]:

$$C_{e/e} = B_{e/e} \cdot C_{1кВт\cdot ч} = 33361,39 \cdot 2,64 = 88,1. \quad (1.6)$$

Річна витрата газу, м³ []:

$$B_{Г} = \frac{\sum Q_{ГК}}{q_{Г} \cdot \eta_{ГК}} = \frac{10882,6}{0,92 \cdot 9,3} = 1271,93. \quad (1.7)$$

де $q_{Г}$ – теплотворна здатність природного газу, кВт/м³. $q_{Г} = 9,3$ [17];

$\eta_{ГК}$ – ККД газового кола, приймаємо 0,92.

Річна вартість газу, тис.грн.:

$$C_{Г} = B_{Г} \cdot C_{м^3} = 1271,93 \cdot 7,96 = 10,12. \quad (1.8)$$

Отже, річна вартість складає 98,22 тис.грн..

Річна вартість електроенергії при використанні електрокотла, тис.грн.
[16]:

$$C_{e/e} = \frac{\sum Q_{TC} \cdot C_{1кВт \cdot ч}}{\eta_{ГК}} = \frac{92618 \cdot 2,64}{0,98} = 249,5. \quad (1.9)$$

Сума економії коштів для покриття енергоспоживання складає, тис.грн.:

$$C_{ек} = 249,5 - 10,12 - 88,1 = 151,28.$$

Загальні капіталовкладення становлять 983,576 тис.грн.

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

Термін окупності установки становитиме, років:

$$T = \frac{K}{C_{ек}} = \frac{983,576}{151,28} = 6,5$$

1.11 Висновок

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

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

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

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

2. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ТА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

2.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувючих конструкцій будівлі

Теплотехнічний розрахунок виконується для визначення коефіцієнта теплопередачі окремих огорожувальних конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом, вікна, зовнішні вхідні двері).

Необхідний термічний опір окремої огорожувальної конструкції $R_0^п$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, вибираємо з таблиці 3 [18]. Виходячи із $R_0^п$ підбираємо товщину шарів матеріалів для кожної огорожувальної конструкції. Кожна огорожувальна конструкція, як правило, повинна складатися з несучого шару матеріалу (цегли, залізобетонної плити перекриття) і шару утеплювача.

Термічний опір підбраної огорожувальної конструкції $R_0^ф$ повинен бути не менше від $R_0^п$, тобто повинна виконуватися умова: $R_0^ф \geq R_0^п$. Для цього необхідно розрахувати товщину шарів матеріалу і підібрати відповідну товщину шару утеплювачу.

2.1.1 Розрахунок зовнішніх стін

Конструкція стіни складається із керамічної цегли, шару утеплювача, шарів штукатурки з зовнішньої і внутрішньої сторони (рисунки 2.1).

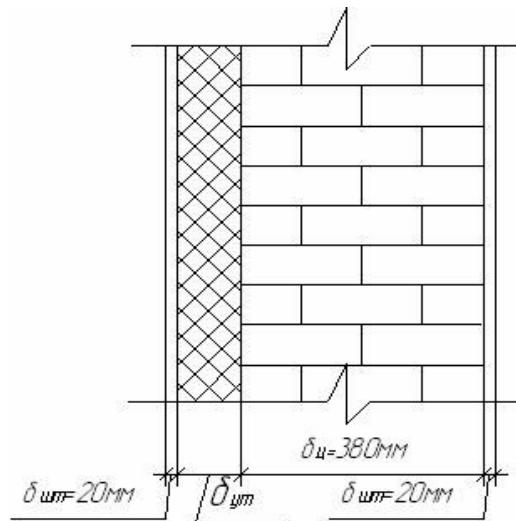


Рисунок 2.1- Конструкція зовнішньої стіни

Приймаємо $R_0^п = 4,0 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$. Всі значення теплотехнічних показників матеріалів приймаємо за табл.4 [19].

Повний фактичний термічний опір зовнішньої стіни підраховується з виразу, $\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$:

$$R_0^ф = 1/\alpha_в + \delta_{шт}/\lambda_{шт} + \delta_{ц}/\lambda_{ц} + \delta_y/\lambda_y + 1/\alpha_з, \quad (2.1)$$

де $\alpha_в$ – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

$\delta_{ц}/\lambda_{ц}$ – термічний опір шару цегли, $R_{ц}$;

δ_y/λ_y – термічний опір шару утеплювача, R_y ;

$\delta_{шт}/\lambda_{шт}$ – термічний опір штукатурки;

$\alpha_з$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

В якості утеплювача вибираємо плити пінополістирольні густиною $\rho=15 \text{ кг/м}^3$ та теплопровідністю $\lambda = 0,045 \text{ Вт/м }^\circ\text{C}$.

Виразимо товщину утеплювача з формули (2.1) і знайдемо її, м:

$$\delta_y = (R_0^ф - 1/\alpha_в - 2\delta_{шт}/\lambda_{шт} - \delta_{ц}/\lambda_{ц} - 1/\alpha_з) \cdot \lambda_y, \quad (2.2)$$

$$\delta_y = (4,0 - 1/8,7 - 2 \cdot 0,02/0,47 - 0,2/0,15 - 1/23) \cdot 0,045 = 0,11$$

Отже, можна підібрати утеплювач товщиною 12 см.

Перерахуємо необхідний термічний опір для стіни із шаром утеплювачу

товщиною 0,12 м:

$$R_{cm} = 0,115 + \frac{2 \cdot 0,02}{0,47} + \frac{0,1}{0,037} + \frac{0,2}{0,15} + \frac{0,12}{0,045} + 0,043 = 4,05 \left(\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right)$$

Тоді, коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни становитиме:

$$K = 1/R_{cm} ,$$

(2.3)

$$K = 1 / 4,05 = 0,29 \text{ (Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C)}.$$

2.1.2 Підбір вікон

Конструкцію та термічний опір світлових прорізів (вікон, балконів) підбираємо за додатком Е [12] в залежності від розрахункової різниці температур. Для даного проекту різниця температур складає: $t_b - t_{зов} = 20 - (-21) = 41^\circ\text{C}$. За таблицею 3 [18] для $t_b - t_{зов} = 41^\circ\text{C}$ $R_0^п = 0,9 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C/Вт}$.

Для даного будинку приймаємо вікна в пластикових рамах з потрійним склінням (одинарне плюс подвійне), які мають $R_0^ф = 0,9 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C/Вт}$, тобто умова $R_0^п \leq R_0^ф$ виконується. Для прийнятих вікон $K = 1,11 \text{ Вт/м}^2\text{ } ^\circ\text{C}$ (для цегляного будинку). Приймаємо також зовнішні подвійні дерев'яні двері (на балкон) з $K = 1,11 \text{ (Вт/м}^2\text{ } ^\circ\text{C)}$.

2.1.3 Розрахунок дахового перекриття

Конструкцію та термічний опір підбираємо за таблицею 3 [18]. Для дахового перекриття $K = 0,16 \text{ (Вт/м}^2\text{ } ^\circ\text{C)}$.

2.1.4 Розрахунок підлоги

Конструкція підлоги зображена на рисунку 2.2.

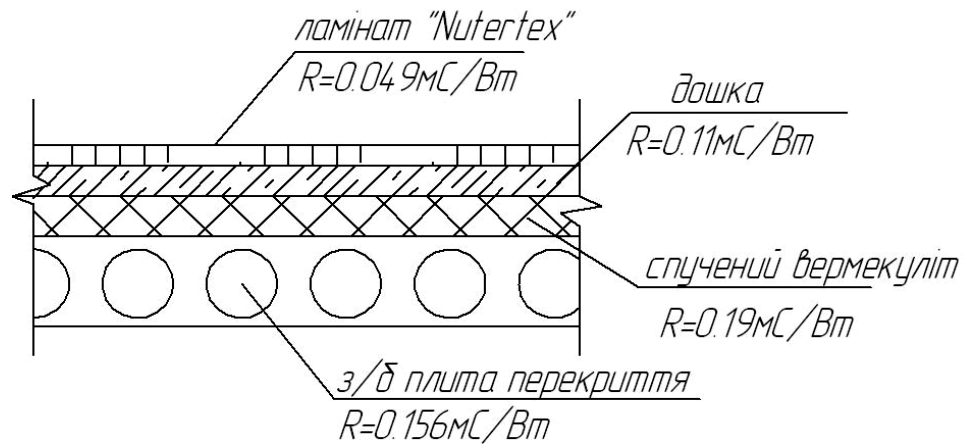


Рисунок 2.2 - Конструкція підлоги

Спочатку вибираємо нормативний опір теплопередачі для захисної конструкції нового будівництва $R_0^H = 5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ згідно таблиці 3 [18].

Тоді, з формули (2.4) визначаємо необхідний термічний опір утеплювача $\text{м}^2\text{°C/Вт}$:

$$R_{ym} = R_n - \left[\frac{1}{\alpha_g} + R_{zn} + R_d + R_n + \frac{1}{\alpha_3} \right], \quad (2.4)$$

$$R_{ym} = 5 - (0,11 + 0,156 + 0,11 + 0,049 + 0,17) = 3,15.$$

Тоді необхідна товщина утеплювача становитиме, м:

$$\delta_y = R_y \lambda_y, \quad (2.5)$$

$$\delta_y = 3,15 \cdot 0,048 = 0,189 \approx 0,19.$$

Приймаємо пінополістирольні мати товщиною 100мм, тоді фактична товщина утеплювача, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$:

$$R_{ym}^{\phi} = R_{cm} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}, \quad (2.6)$$

$$R_{ym}^{\phi} = 0,6 + \frac{0,2}{0,048} = 5,15.$$

Коефіцієнт теплопередачі для підлоги становитиме, $\text{Вт/м}^2\text{°C}$:

$$K = 1 / R_{yt}^{\phi}, \quad (2.7)$$

$$K = 1 / 5,15 = 0,19.$$

Розрахунок тепловтрат будівлі виконуємо згідно [21], результати представлені в таблиці (додаток Б).

2.2 Вибір нагрівачів

Тепловіддача поверхні нагрівальних приладів $F_{пр}$, m^2 , визначається за формулою:

$$F_{пр} = Q_{пр} / q_n, \quad (2.8)$$

де $Q_{пр}$ - розрахункове теплове навантаження приладу, Вт;

q_n - поверхнева густина теплового потоку приладу, $Вт/(m^2 \cdot K)$;

Для розрахунків в проекті приймають $q_n = q$.

Підбираємо для приміщень алюмінієві радіатори марки “Dyoul”, технічні характеристики (див. додаток Н). Оскільки система є низькотемпературною, то при підборі нагрівальної площі приладу, орієнтуємось на потужність, при температурі теплоносія $55(^{\circ}C)$.

2.3 Розрахунок опалення підлог

Підлогове опалення – різновид системи опалення приміщень, у якій підлогова стяжка є радіатором тепла. Її доречно використовувати для опалення усіх кімнат, крім спалень і дитячих. Такий варіант опалення є більш енергоощадним і комфортним для людини у порівнянні із використанням в якості опалювальних приладів традиційних рушникосушок. Використання системи підлогового опалення дозволяє зекономити до 40% експлуатаційних витрат, оскільки нагрівальні елементи є ізольованими від неефективних втрат

тепла (вниз і вбік) і в той самий час забезпечують найвищий температурний комфорт людини.

У даному випадку використовується водяне опалення підлоги за допомогою укладених контурів трубопроводів у стяжку, по яких циркулює рідкий теплоносіє.

В якості нагрівального елемента використовуємо металопластикові труби; конфігурація їх розташування в підлозі залежить від площі приміщення.

Розглянемо №106 – кухню.

Площа кухні $S=17,04\text{м}^2$.

По внутрішніх стінах будуть розташовані меблі, тому потрібно залишити крайові ділянки шириною 300мм, тому активна площа підлоги складає:

$$S_{\text{акт.}}=17,55-3,81=13,79(\text{м}^2).$$

Конструкція підлоги: в розрахунок приймається товщина цементно-піщаної стяжки 70мм і покриття підлоги з керамічної плитки товщиною 15мм.

Загальні тепловтрати $Q_{106}=951,5$ Вт, тоді питоме теплове навантаження підлоги становитиме, Вт/м²:

$$q_n = Q_n / S_{\text{акт.}}, \quad (2.9)$$

$$q_{106}=951,5/13,79=68,99.$$

По графіку залежності температури підлоги від питомого теплового навантаження підбираємо середню температуру поверхні підлоги $T_{\text{під}}=21,2(^{\circ}\text{C})$, при $t_{\text{в}}=18(^{\circ}\text{C})$, $q=72$ (Вт/м²).

За графіком залежності питомого теплового навантаження і температури підлоги, задамося діаметром і кроком труб: обираємо труби діаметром 16 мм і кроком укладки 250мм.

Середню температуру теплоносія знаходимо за формулою, $^{\circ}\text{C}$:

$$T_{\text{ср}}=T_{\text{під}}+q \cdot \frac{\delta_{\text{пл}}}{\lambda_{\text{пл}}} + q \cdot \frac{\delta_{\text{пл}}}{\lambda_{\text{пл}}} \quad (2.10)$$

де q – питомий тепловий потік (Вт/м²);

$\delta_{\text{пл.}}$ – товщина плитки (0,015м);

$\lambda_{\text{пл.}}$ – коефіцієнт теплопровідності плитки (1,5 Вт/м°C);

$\delta_{\text{ст.}}$ – товщина стяжки (0,07м);

$\lambda_{\text{ст.}}$ – коефіцієнт теплопровідності стяжки (0,93 Вт/м°C).

$$T_{\text{ср}} = 21,2 + 69 \cdot (0,015 / 1,5) + 69 \cdot (0,07 / 0,93) = 27,083.$$

Знаходимо температуру в прямому і зворотному трубопроводі (приймаємо перепад температур $\Delta t = 5$ °C):

$$T_1 = T_c + \Delta t / 2 = 27,08 + 5 / 2 = 29,58;$$

$$T_2 = T_c + \Delta t / 2 = 27,08 + 5 / 2 = 24,58.$$

Знаходимо витрати теплоносія в петлі, кг/с:

$$G_{106} = Q_{106} / (4187 \cdot \Delta t) = 951,5 / (4187 \cdot 5) = 0,046.$$

Визначення швидкості руху теплоносія, м/с:

$$V_{106} = 1,274 \cdot G_{106} / (D_{\text{вн}}^2 \cdot \rho) = 1,274 \cdot 0,05 / (0,012^2 \cdot 1000) = 0,40.$$

Швидкість руху теплоносія повинна знаходитись в межах від 0,15 м/с до 1,0 м/с.

Кількість труб для обраного варіанту укладки дорівнює 4 м.пог/м².

Довжина петлі підлоги: $L = 13,79 \cdot 4 = 55,16$ м.

Аналогічні розрахунки проводимо для інших приміщень, результати розрахунків заносимо в табл. Е.1 (додаток Е).

Принцип дії системи теплої підлоги

Мережева вода з температурою $t = 35-55$ °C подається від джерела теплопостачання (Креслення лист 5) до термостатичного клапана (2) з термостатичною головкою (1).

Далі мережева вода після термостатичного клапана (2) змішується зі зворотньою водою системи теплої водяної підлоги у колекторі подачі (5), звідки подається через зонні витратоміри (16) до контурів теплої підлоги. Надалі проходячі по контуру, повертається у зворотній колектор.

При досягненні налаштованої температури в подаючому колекторі (5),

термостатичний клапан (2) за допомоги термостатичної головки (1) , за рахунок контролю виносним капіляром температури теплоносія , перекриває потік тепла із мережі у колектор подачі (5) . Напір , створений циркуляційним насосом (10) підтримує рух теплоносія по контурах до незначного падіння температури. В випадку падіння температури на капілярі термоголовки , клапан (2) частково відкривається , що призводить до створення гідравлічного підпору з мережі .Це призводить до підмісу в подаючий колектор гарячого теплоносія і температура в контурі починає підніматись до заданих механічно величин на термоголовці . Налаштування витрат через контур теплої підлоги здійснюється шляхом регулювання витратоміра (16) (витратомір налаштовується на витрату води від 1 до 4 літрів за хвилину, згідно проектних рішень).

Для рівномірного розподілу теплової енергії у контури, на зворотному колекторі встановлюються сервоприводи (4), які призначені для перекривання подачі теплоносія в контури при досягненні необхідної температури в приміщеннях. Сервоприводи підключаються до багато-канального реле [22]. Для регулювання контуру передача даних здійснюється від кімнатного термостата який підключений до реле.

2.4 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення

Щоб змодельовати гідравлічний режим, необхідно визначити оптимальні діаметри трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець.

Циркуляційний тиск P_p , Па, в загальному вигляді визначається за формулою:

$$P_p = P_{ш} + P_{пр} , \quad (2.11)$$

де $P_{ш}$ – штучний тиск, викликаний збуджувачем, Па.

$$P_{ш} = (80 \dots 100) \Sigma l, \quad (2.12)$$

де Σl – довжина циркуляційного кільця, м.

Природний тиск враховується тоді, коли він складає більше 10% від тиску штучного, P_p повинно бути не більше 10 – 12 кПа.

$P_{пр}$ – природний тиск, який виникає в кільці за рахунок охолодження води в елементах системи.

$$P_{пр} = \Delta P_{пр.прил.} + \Delta P_{пр.труб}, \quad (2.13)$$

де $\Delta P_{пр.прил.}$ - природний циркуляційний тиск через опалювальний прилад нижнього поверху, Па:

$$\Delta P_{пр.прил.} = \beta \cdot g \cdot h(t_g - t_o), \quad (2.14)$$

де h – вертикальна відстань між опалювальним приладом на нижньому поверсі і точкою нагрівання, м;

β – середній приріст густини при пониженні її температури на 1°C, при розрахунковій різниці температур: $t_g - t_o = 55 - 45^\circ\text{C}$, $\beta = 0,64$;

$\Delta P_{пр.труб}$ – додатковий тиск від охолодження води в трубах, визначаємо за графіком V.5 [16].

В даній роботі природний тиск, Па:

$$P_p = 5760 + 0,4(9,81 \cdot 0,64 \cdot 20 + 750) = 6110 \text{ Па.}$$

Розрахунок починається із самого не вигідного циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш віддалений опалювальний прилад. Вибране циркуляційне кільце ділиться на ділянки. Через кожен ділянку протікає постійна кількість води, а межі ділянок знаходяться в точках зміни потужності потоку.

Для попереднього підбору діаметра труб на ділянках розрахункового циркуляційного кільця необхідно знати витрати води на ділянці G , кг/год і допустиму питому середню втрату тиску на 1м за рахунок тертя R_d , Па/м.

Витрати води визначаються за виразом, кг/год:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{4,187(t_e - t_o)}, \quad (2.15)$$

де Q – теплове навантаження ділянки циркуляційного кільця, Вт;

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

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

Допустиму середню втрату тиску R_d визначають за виразом, Па/м:

$$R_d = 0,9 \cdot k \cdot P_p / \Sigma l,$$

де Σl - сумарна довжина розрахункових ділянок циркуляційного кільця, м;

k – доля втрат тиску на тертя, приймаємо для системи зі штучною циркуляцією $k = 0,65$.

$$R_d = 0,9 \cdot 0,65 \cdot 6110 / 72 = 50.$$

Для даної системи приймаємо металополімерні труби HERZ. Орієнтуючись на витрату та швидкість руху води на ділянці (G , кг/год, V , м/с), з таблиць визначають діаметр трубопроводу, питомі витрати тиску від тертя на 1 м і динамічний тиск, які заносять до таблиці (додаток К) , після цього визначають втрати тиску від тертя на ділянці.

Втрати тиску в місцевих опорах визначаємо за формулою, Па:

$$Z = \Sigma \xi \cdot p_d, \quad (2.16)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору, визначається з каталогів виробників фасонних частин;

p_d – динамічний тиск, визначається за додатком.

Після цього підраховуємо суму втрат тиску від тертя і суму втрат тиску від місцевих опорів. Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і порівнюють з розрахунковим циркуляційним тиском.

Якщо запас циркуляційного тиску $\Delta_{\text{зап}}$ знаходиться в межах 5-10%, то розрахунок можна вважати закінченим, якщо запас менший або перевищує допустимий здійснюють корегування діаметрів труб і проводять перерахунок до одержання відповідного запасу тиску.

Дані гідравлічного розрахунку заносяться в таблицю (див. додаток В).

2.5 Розрахунок системи гарячого водопостачання будинку

2.5.1 Приготування гарячої води з використанням ємнісного нагрівача і зовнішнього теплообмінника

Приготування гарячої води у порівнянні з подачею тепла для опалення ставить зовсім інші вимоги, тому що воно здійснюється цілий рік з приблизно однаковим необхідним кількістю тепла і температурним рівнем.

У теплових насосів типу - BW досягається температура запасу води в ємнісному водонагрівачі складає приблизно 45°C. Температури запасу води в ємнісному водонагрівачі вище 45°C або 55°C можливі при використанні додаткової електронагрівальної вставки або за допомогою підключених проточних водонагрівачів контуру водорозбору ГВС.

При виборі ємнісного водонагрівача слід передбачити достатньо велику площу теплообмінника.

У поєднанні із зовнішнім теплообмінником при одночасному водорозборі і режимі підживлення з причин, обумовлених системою, не завжди вдається досягти необхідних температур водорозбору.

При 2-годинній експлуатації теплового насоса для приготування гарячої води використовується лише 1-ша ступінь.

При приготуванні гарячої води за допомогою відповідного зовнішнього теплообмінника 2-га ступінь може бути вивільнена контролером.

Рекомендації:

Для сім'ї з 4-х осіб вибрати ємнісний водонагрівач об'ємом 300л. і фланцевий нагрівач керамічного типу або проточний водонагрівач контуру водорозбору ГВП. Електронагрівач фланцевий може використовуватися для води середньої жорсткості завдяки безнікелевим порошковим емалям.

Для сім'ї з 4-ох осіб обираємо бойлер непрямого нагріву Dragice OKCE 300 NTRR br .

Безпосередній процес підготовки гарячої води відбувається за допомогою зовнішнього теплообмінника в якому теплоносії – тепловий насос (ТН) віддає тепло воді ємнісного водонагрівача. (Додаток Е)

Для даного проекту обираємо проточний теплообмінник Vitotrans 100 (об'ємна витрата контуру відбору гарячої води $1,26 \text{ м}^3/\text{год}$, об'ємна витрата теплоносія $1,80 \text{ м}^3/\text{год}$) [13].

Теплоносії від ТН входить до теплообмінника з температурою $t_{1\text{н}} = 52^\circ\text{C}$, виходить температурою $t_{2\text{н}} = 45^\circ\text{C}$, відповідно, температура входу гарячої води - $t_{1\text{в}} = 40^\circ\text{C}$, а виходу - $t_{2\text{в}} = 50^\circ\text{C}$, при одноступеневому режимі роботи насосу.

2.5.2 Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання

Метою гідравлічного розрахунку водопровідної мережі будинку є визначення витрат води на її розрахункових ділянках, а також визначення необхідних діаметрів труб на цих ділянках згідно нормованих параметрів. Крім того метою є визначення напору води на ввіді у будинок. По отриманим результатам, при необхідності виконати перерахунок системи та підібрати додаткове обладнання.

Схему водопроводу (див. аркуш 4) розбиваємо на розрахункові ділянки: горизонтальне підведення до розрахункового стояка, сам розрахунковий стояк, подаючий трубопровід у підвалі до виходу з ємнісного підігрівача. При цьому розрахунковою вважаємо ділянку трубопроводу, в межах якої витрата води залишається незмінною. Розрахункові ділянки позначаємо двома цифрами вузлових точок: «0 - 1», «1-2», «2-3». Згідно з аксонометричною схемою маємо 3 розрахункових ділянки.

Довжини розрахункових ділянок L вимірюємо на аксонометричній схемі

відповідно до масштабу. Розраховуємо кількість водорозбірних приладів N , що обслуговуються розрахунковою ділянкою мережі.

Максимальну витрату води на розрахунковій ділянці визначаємо за формулою, л/с:

$$q = 5q_0\alpha, \quad (2.17)$$

де q_0 - максимальна витрата одного з водорозбірних приладів, на розрахунковій ділянці, л/с; приймаємо $q_0 = 0,2$ л/с;

α - величина, що враховує кількість приладів N і ймовірність їх одночасної дії P .

Значення ймовірності одночасної дії визначаємо за формулою:

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0}, \quad (2.18)$$

де q_r - максимальна годинна норма витрати води одним споживачем, яку визначаємо за формулою:

$$q_r = \frac{q}{24} \cdot K_r, \quad (2.19)$$

де q - норма водоспоживання на одного мешканця будинку $q = 10$ л/год;

K_r - коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання $K_r = 1,5$;

N_0 - загальне число водорозбірних приладів, що обслуговують U водоспоживачів у будинку, $N_0 = 5$ шт.

$$q_r = 10 \text{ (л/год)},$$

U_0 - загальне число споживачів води в будинку $U_0 = 4$ люд.

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0}, \quad (2.20)$$

$$P = \frac{10 \cdot 4}{3600 \cdot 0,2 \cdot 5} = 0,0111.$$

Для обґрунтованих умов $\alpha = 0,282$, для розрахунку максимальної секундної витрати гарячої води:

$$q = 5q_0 \alpha. \quad (2.21)$$

$$q = 5q_0 \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,282 = 0,282 \text{ (л/с)}.$$

Розрахункові діаметри на кожній розрахунковій ділянці водопровідного

стояка, магістралі і вводу водопроводу визначаємо за формулою, м:

$$D_{pj} = 35,6 \sqrt{q_1/[V]}, \quad (2.22)$$

де $[V]$ - допустима середня швидкість руху води на розрахунковій ділянці; у першому наближенні приймаємо $[V] = 1$ м/с. Приймаємо найближче більше значення діаметра з ряду стандартних діаметрів труб.

Розрахункове значення середньої швидкості води V на кожній ділянці для прийнятого діаметра труби d визначаємо за формулою, м/с:

$$V_j = 1275 \cdot q_1 / d_j^2, \quad (2.23)$$

Втрати напору на у трубах по розрахунковому напрямку внутрішньої водопровідної мережі будинку h_m визначаємо за формулою, мм:

$$h_m = \sum h_{mj}, \quad (2.24)$$

де n - загальна кількість розрахункових ділянок водопровідної мережі;

h_{mj} - втрати напору на кожній розрахунковій ділянці.

Для окремої розрахункової ділянки мережі значення h_{ij} визначаємо за формулою, мм:

$$h_{ij} = i_l l_l, \quad (2.25)$$

де i_l - гідравлічний нахил для розглянутої ділянки водогінної мережі;

l_l - довжина розрахункової ділянки.

Результати гідравлічного розрахунку водопровідної мережі запропонованого будинку зводимо у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 Результати гідравлічного розрахунку водопровідної мережі

№ діл.	$l, м$	P	$N, шт$	(NP)	α	$q, л/с$	$d_p, мм$	$d, м$	$V, м/с$	$i, мм$	$h_l, мм$
0-1	0,6	0,011	1	0,011	0,200	0,200	15,92	16	1,133	426,6	255,60
1-2	4,8		2	0,022	0,219	0,219	17,08	20	1,10	131,05	629,05
2-3	3,9		5	0,056	0,282	0,282	19,38	20	1,4	200,95	783,705

Всього:	1668,36
---------	---------

Загальні втрати напору на розрахунковому напрямку водопровідної мережі будинку h_c з врахуванням втрат напору у місцевих опорах визначимо за формулою, мм:

$$h_c = h_l(1 + \delta), \quad (2.26)$$

де δ - коефіцієнт, що враховує частину напору, який втрачається на місцевих опорах [СНиП 2.04.01-85 *]. $\delta = 0,3$.

$$h_c = 1668,36 \cdot (1 + 0,3) = 2168,86.$$

2.6 Визначення параметрів теплового насосу

Параметри та подальший підбір теплового насосу типу повітря-вода повинен враховувати покриття тепловтрат будинку, енергоспоживання для приготування гарячої води для побутових потреб та мінімально можливої температури зовнішнього повітря для номінальної роботи теплового насосу.

Для покриття всіх енергозатрат також потрібно враховувати температуру бівалентності. Температура бівалентності – температура зовнішнього повітря, нижче якої потрібен додатковий нагрів, чи резервний теплогенератор.

2.6.1 Надбавка на приготування гарячої води

В житловому будівництві виходять із максимальної витрати гарячої води в кількості 50 л/добу, при температурі 50С. Це відповідає додатковій тепловій потужності 0.275кВт на людину при 8 год. нагрівання. Рекомендована надбавка на приготування гарячої води для сім'ї з 4-х чоловік складе, кВт:

$$4 \cdot 0.275 = 1,1\text{кВт}$$

Вона враховується лише коли її значення перевищує 20% теплової

потужності установки.

Загальні тепловтрати будівлі становлять $Q_T = 26.442$ кВт.

2.6.2 Підбір теплового насосу

Отже обираємо насос торгової марки Vaillant, типу повітря-вода, модельна лінійка aroTHERM split.

Проаналізувавши характеристику зміни тепловтрат відповідно до температури зовнішнього повітря та наклавши на неї характеристику найбільшого типорозміру зовнішнього блоку теплового насосу aroTHERM split VWL 125/5 AS, отримаємо характеристику, зображену на рис. 2.1 [14].

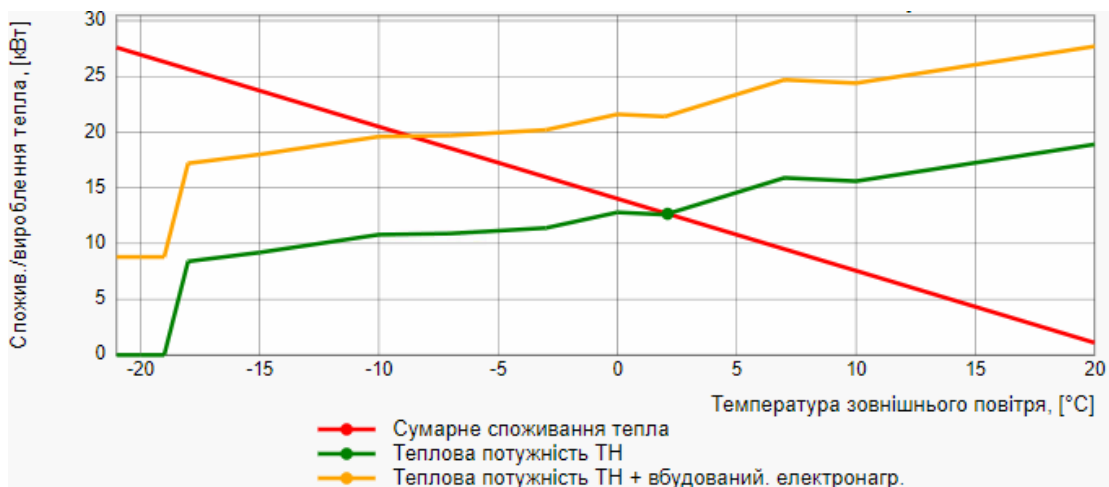


Рисунок 2.1 - Характеристика ТН aroTHERM split VWL 125/5 AS та тепловтрати будинку відносно температури ЗС.

Згідно характеристики, температура бівалентності складає +2,1 С. Коли температура зовнішнього повітря знижується нижче цієї відмітки, потрібен

додатковий нагрів. Дана модель за замовчуванням має вбудований електричний ТЕН потужністю 8,8 кВт, яка накладена на графік. Проте потужності теплового насосу з ТЕНом буде недостатньо нижче температури -9°C. Для покриття тепловтрат будівлі нижче цієї температури потрібен додатковий теплогенератор.

Використовуючи автоматику TM Vaillant, що відповідає марці теплового насосу, додатковий електричний ТЕН буде деактивовано, тому відповідною характеристикою нехтуємо.

Для покриття більших тепловтрат, можливе каскадування теплових насосів однакової потужності. Каскадна характеристика потужності показана на рис. 2.2 [14].

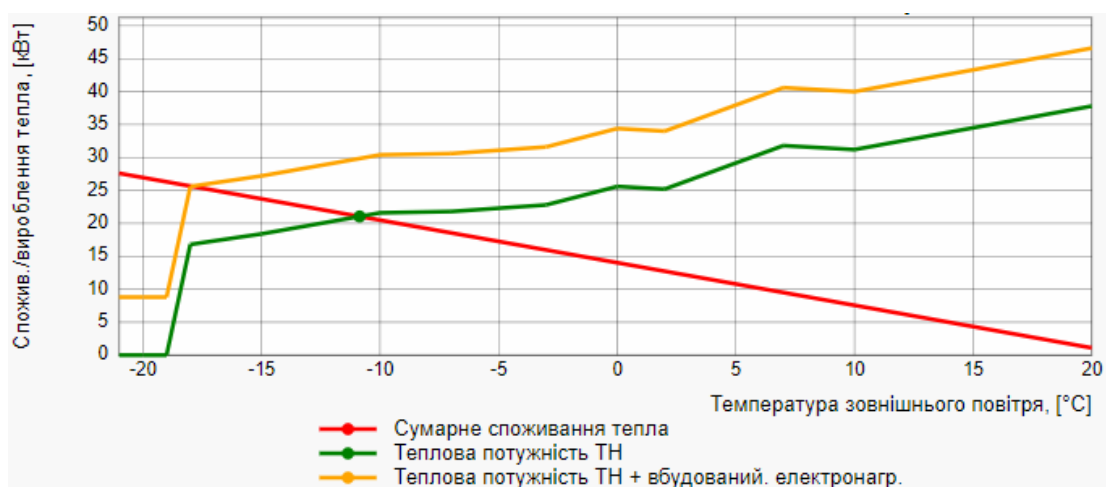


Рисунок 2.2 – Характеристика двох ТН aroTHERM split VWL 125/5 AS та тепловтрати будинку відносно температури ЗС.

Відповідно до характеристики, використовуючи для теплових насосів із зовнішнім блоком aroTHERM split VWL 125/5 AS, можливо понизити температуру бівалентності до -10,9°C.

Проаналізувавши характеристики, можливо дійти висновку, що незалежно від кількості ТН, при температурі -21°C, для якої проведено

розрахунок тепловтрат будівлі, теплові насоси не зможуть покрити всі втрати енергії. Тому Додатковий теплогенератор потрібно підбирати на всю потужність тепловтрат будівлі.

Враховуючи вартість обладнання, різницю між температурами бівалентності у двох випадках, приймаємо рішення про встановлення одного зовнішнього блоку теплового насосу повітря-вода acoTHERM split VWL 125/5 AS та відповідного йому внутрішнього блоку VWL 127/5 IS.

- холодопродуктивність насоса при $A=35$, $W=7$: $Q_K = 8.8$ кВт;
- теплопродуктивність при $A=-7$, $W=35$: $Q_{TH} = 11,9$ кВт;

A – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}C$,

W – температура води на виході ТН, $^{\circ}C$.

Більш чіткі показники теплової потужності при інших значеннях температури зовнішнього повітря, при $W=50$, можна отримати з графіку на рис. 2.1.

2.6.3 Розрахунок буферної ємності

Буферна ємність, для теплового насосу типу повітря-вода, необхідна для режиму розморожування теплообмінника зовнішнього блоку ТН.

Відповідно до рекомендацій виробника, для даної моделі ТН, мінімальний об'єм ємності становить 180л.

Проаналізувавши лінійку буферних ємностей ТМ Vaillant, обираємо модель VPS R 200/1 В. Ця ємність має незнімну жорстку пінополіурітанову ізоляцію, що дає можливість використовувати її для потреб на охолодження, адже така ізоляцію унеможливорює утворення конденсату між ізоляцією та матеріалом з якого виготовлення ємність, що в свою чергу запобігає корозії.

2.7 Розрахунок сонячних колекторів

2.7.1 Розрахунок теплонадходжень на поверхню сонячного колектора

Розрахунок надходження сонячної енергії на поверхню сонячного колектора має на меті визначити середньомісячну потужність сонячного випромінювання, віднесену до одиниці площі поверхні колектора. Щоб провести розрахунок необхідно знати:

- географічну широту місцевості φ ;
- кут встановлення сприймаючої поверхні до горизонту β (приймається за рекомендаціями);
- кліматичні дані щодо середньостатистичної потужності сонячної радіації в даній місцевості (наводиться в довідковій літературі).

Згідно з методикою, викладеною в [23], розрахунок сонячно теплового колектора починається з визначення енергонадходження на його поверхню. Для розрахунку енергонадходження необхідно знати закономірності руху Сонця по небосхилу. Це пояснюється тим, що енергонадходження в значній мірі залежить від положення Сонця на небесній півсфері, а також орієнтації панелей СТК. Для розрахунку кількості сонячної енергії, що надходить на нахил поверхні, необхідно знати кути падіння сонячних променів на горизонтальну і похилу поверхні в даній місцевості.

Положення точки А на земній поверхні щодо сонячних променів в теперішньому часі визначається трьома основними кутами - широтою розташування точки φ , часовим кутом ω та схилом сонця δ (рисунок 2.4) . Широта φ – це кут між лінією, що з'єднує точку А з центром землі О, та її проекцією на площину екватор. Часовий кут ω - кут, виміряний в екваторіальній площині між проекцією лінії ОА і проекцією лінії, що з'єднує центри землі і сонця. Кут $\omega = 0$ в сонячний полудень, а о 13.00 годині відповідає 15° . Схилення сонця δ - це кут між лінією, що з'єднує центри Землі і Сонця, і її проекцією на площину екватор.

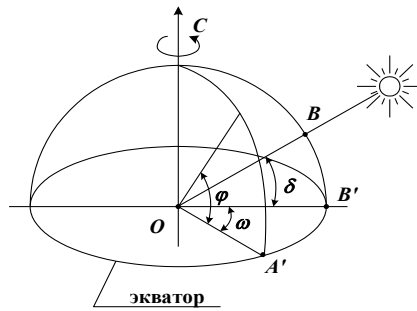


Рисунок 2.4 – Кути, що визначають положення точки А на поверхні землі

Схил Сонця в даний день визначається за формулою:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(360 \frac{248 + n}{365}\right), \quad (2.37)$$

де n - порядковий номер дня, відрахований від 1 січня.

Нахил Сонця δ протягом року безперервно змінюється - від $-23^\circ 27'$ в день зимового сонцестояння 22 грудня до $+23^\circ 27'$ в день літнього сонцестояння 22 червня і дорівнює нулю в дні весняного і осіннього рівнодення.

Наряду з трьома основними кутами ϕ , ω і δ в розрахунках сонячної радіації використовують також зенітний кут z , кут висоти α і азимут Сонця a (рисунок 2.5) [19] .

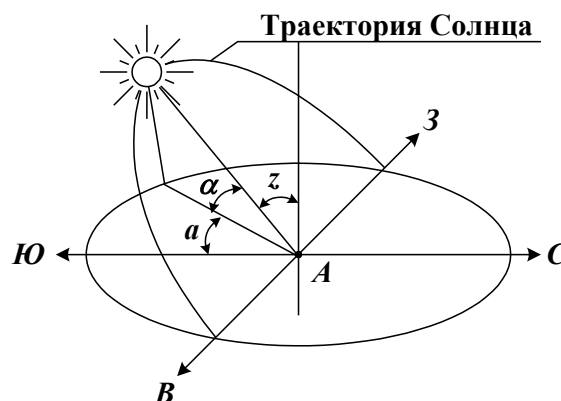


Рисунок 2.5 – Кути, що визначають положення точки А на поверхні
Землі відносно сонячних променів

Кут висоти Сонця α - це кут у вертикальній площині між сонячним промінням і його проекцією на горизонтальну площину. Зенітний кут z - це кут між сонячним промінням і нормаллю до горизонтальної поверхні в точці А. Сума α і z дорівнює 90° . Азимут Сонця a - це кут в горизонтальній площині між проекцією сонячного проміння і напрямом на південь.

Зв'язок між додатковими і основними кутами встановлюється співвідношеннями:

- зенітний кут:

$$\cos z = \cos \omega \cdot \cos \varphi \cdot \cos \delta, + \sin \varphi \cdot \sin \delta, \quad (2.38)$$

- кут висоти Сонця:

$$\alpha = 90 - z, \quad (2.39)$$

$$\text{тому, } \sin \alpha = \cos z. \quad (2.40)$$

- азимут Сонця:

$$\sin a = \sec \alpha \cdot \cos \delta - \sin \omega. \quad (2.41)$$

При користуванні наведеними формулами для північної півкулі, широта φ береться зі знаком «+», а для південного - зі знаком «-», відмінювання Сонця δ має знак «+» для літа (від весняного до осіннього рівнодення) і знак «-» в інше пору року. Кут ω змінюється від 0° в сонячний полудень до 180° опівночі, при $\omega < 90^\circ$ він має знак «+», а при $\omega > 90^\circ$ - знак «-». Азимут Сонця a змінюється від 0° до 180° .

Кут падіння сонячних променів на довільно орієнтовану поверхню, що має азимут a_n і кут нахилу до горизонту β , визначається за формулою:

$$\begin{aligned} \cos i = \sin \beta [& \cos \delta (\sin \varphi \cdot \cos a_n \cdot \cos \omega + \sin a_n \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos a_n] + \\ & + \cos \beta [\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi]. \end{aligned} \quad (2.42)$$

Кут падіння променів на горизонтальну поверхню ($\beta=0^\circ$):

$$\cos i = \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi. \quad (2.43)$$

Кут падіння променів на вертикальну поверхню ($\beta = 90^\circ$):

$$\cos i = \cos \delta (\sin \varphi \cdot \cos a_n \cdot \cos \omega + \sin a_n \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos a_n. \quad (2.44)$$

Азимут вертикальної поверхні a_n в тому випадку, якщо вона орієнтована на південь, дорівнює 0° , на захід 90° , на схід -90° , на північ -180° . Підставляючи ці значення a_n в останню формулу, отримуємо вирази для кута падіння променів на вертикальну поверхню даної орієнтації.

Для похилої поверхні з південною орієнтацією ($a_n = 0$) маємо:

$$\cos i = \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta + \cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega. \quad (2.45)$$

Для забезпечення уловлювання максимальної кількості сонячної енергії (за розрахунковий весняно-літньо-осінній період) СТК зазвичай встановлюють в похилому положенні з оптимальними кутами нахилу до горизонту для кожного сезону.

Середньомісячне середнє денне значення щільності сонячного випромінювання, що надходить на похилу поверхню СТК, визначається за формулою, Вт/м²:

$$E_n = R \cdot E, \quad (2.46)$$

де E - середньомісячне середнє денне значення щільності сонячного випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню, Вт/м²;

R - відношення значень щільності сонячного випромінювання, що надходить на похилу і горизонтальну поверхні.

Коефіцієнт перерахунку кількості сонячної енергії з горизонтальної поверхні на похилу поверхню СТК з південною орієнтацією дорівнює сумі трьох складових, відповідних прямому, розсіяному і відбитому сонячному випромінюванню:

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2}, \quad (2.47)$$

де $\frac{E_p}{E}$ - середньомісячна частка розсіяного сонячного випромінювання;

R_n – середньомісячний коефіцієнт перерахунку прямого сонячного випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу поверхню, градус;

β – кут нахилу освітлюваної поверхні до горизонту, градус;

ρ – альbedo поверхні Землі та оточуючих тіл, зазвичай його приймають рівним 0,7 для зими і 0,2 для літа.

Коефіцієнт R_n визначається виразом:

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_{з.н} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{з.н} \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_з + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_з \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta}, \quad (2.48)$$

де φ – широта місцевості, градус;

δ – схилення Сонця в середній день місяця, що буде визначатися за формулою:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot n}{365}\right), \quad (2.49)$$

де n - кількість днів з 23 березня поточного року.

Часовий кут заходу Сонця для горизонтальної поверхні:

$$\omega_з = \arccos(-\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta), \quad (2.50)$$

В якості годинного кута заходу Сонця для похилої поверхні з південною орієнтацією беруть меншу з двох величин: $\omega_з$ або величину $\omega_{з.н}$, що розраховується за формулою:

$$\omega_{з.н} = \arccos[-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \cdot \operatorname{tg} \delta], \quad (2.51)$$

Значення коефіцієнта перерахунку приведені в таблиці 2.5 (для широти $\varphi = 50^\circ$).

Таблиця 2.5 Значення коефіцієнта перерахунку

Місяць	$E, \text{кВт}\backslash\text{м}^2$	R	$E_n, \text{кВт}\backslash\text{м}^2$	n	$\delta, \text{гр}$
1	2	3	4	5	6
Січень	1,07	1,37	1465,9	17	-20,9
Березень	2,94	1,36	3998,4	75	-2,4
Квітень	3,92	1,04	4076,8	105	9,4
Травень	5,19	0,91	4722,9	135	18,8
Червень	5,3	0,86	4558	162	23,1
Липень	5,16	0,88	4540,8	198	21,2
Серпень	4,68	0,99	4633,2	228	13,5
Вересень	3,21	1,19	3819,9	258	2,2
Жовтень	1,97	1,41	2777,7	288	-9,6
Листопад	1,1	1,4	1540	318	-18,9
Грудень	0,9	1,53	1377	344	-23

2.7.2 Визначення ККД сонячного колектора

Частина сонячного випромінювання, що попадає на колектор втрачається в результаті відбиття і поглинання. Ці втрати враховуються оптичним ККД колектора η_0 .

При нагріванні колекторів вони виділяють в навколишнє середовище тепло за рахунок теплопровідності, теплового випромінювання і конвекції. Ці втрати враховуються коефіцієнтами теплових втрат κ_1 і κ_2 .

Коефіцієнти теплових втрат і оптичний ККД утворюють характеристику ККД сонячного колектора, що обчислюється рівнянням:

$$\eta = \eta_0 - \kappa_1 \cdot \frac{\Delta t}{E_n} - \kappa_2 \cdot \frac{\Delta t^2}{E_n}, \quad (2.52)$$

де $\kappa_1 = 1,75 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$, $\kappa_2 = 0,008 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}^2)$;

Δt – різниця температури колектора і навколишнього середовища.

Якщо різниця температур колектора і навколишнього середовища наближається до 0, колектор не віддає тепла в навколишнє середовище і його ККД наближається до значення оптичного ККД.

Температуру зовнішнього повітря для i -ої години j -ого місяця можна визначити за формулою:

$$t_i = t_j + 0,5k_i A_j, \quad (2.53)$$

де t_j – середньодобова температура повітря j -ого місяця, яку визначають згідно зі СНиП 2.01.01;

A_j – середньодобова амплітуда коливань температури у j -ому місяці, яку визначають згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010;

k_i – коефіцієнт перерахунку для i -ої години [9];

$t_{\text{сер}}$ – середнє протягом періоду роботи СК значення температур зовнішнього повітря t_i $^\circ\text{С}$. Визначають за формулою:

$$t_{\text{сер}} = \sum t_i / i. \quad (2.54)$$

Значення температури теплоносія на вході та виході із СК для двоконтурних систем визначають за формулами, $^\circ\text{С}$:

$$t_1 = t_{w,1} + 5 \quad (2.55)$$

$$t_2 = t_{w,2} + 5.$$

Приготування гарячої води сонячними колекторами планується з кінця опалювального сезону до його початку (тобто, з квітня по жовтень). Результати представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 Визначення середньоденної температури зовнішнього повітря для теплого періоду року

	Середня денна температура по місяцям, °C						
k_i	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень
1	2	3	4	5	6	7	8
0	6,9	13,6	16,7	18,7	17,8	12,9	7,5
0,26	8,122	15,069	18,195	20,247	19,308	14,343	8,605
0,5	9,25	16,425	19,575	21,675	20,7	15,675	9,625
0,71	10,237	17,6115	20,7825	22,9245	21,918	16,8405	10,5175
0,87	10,989	18,5155	21,7025	23,8765	22,846	17,7285	11,1975
0,97	11,459	19,0805	22,2775	24,4715	23,426	18,2835	11,6225
1	11,6	19,25	22,45	24,65	23,6	18,45	11,75
1	11,6	19,25	22,45	24,65	23,6	18,45	11,75
0,97	11,459	19,0805	22,2775	24,4715	23,426	18,2835	11,6225
0,87	10,989	18,5155	21,7025	23,8765	22,846	17,7285	11,1975
Середн.	10,2605	17,6398	20,8113	22,9543	21,947	16,86825	10,5388

Результати розрахунку ККД колектора по місяцях заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 Визначення ККД сонячного колектора для неопалювального періоду року.

Місяць	Падаюча радіація $q_{\text{падо}}^{\text{сод}}, \text{Вт} / \text{м}^2$	ККД колектоа η
Квітень	407,68	0,721793
Травень	472,29	0,728171
Червень	455,8	0,729498

Липень	454,08	0,733761
Серпень	463,32	0,739354
Вересень	381,99	0,720546
Жовтень	277,77	0,676806
Середнє значення	416,13	0,721418

Розрахуємо сезонну витрату тепла на гаряче водопостачання за неопалювальний період, МДж:

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

В перерахунку на кВт·год:

$$Q_{\Sigma} = \frac{33520}{3600} = 9,311 \quad (2.56)$$

Площу сонцепоглиняльної поверхні системи $F', \text{м}^2$, визначають за формулою:

$$F' = \frac{Q_{\Sigma}}{\eta \sum q_{\text{над.сеп}}^{\text{доб}}}, \quad (2.57)$$

де $q_{\text{над.сеп}}^{\text{доб}} = 4161,33 \text{ Вт/м}^2$ - середня за сезон інтенсивність СР, що надходить на колектор, в інтервалі від 8 до 17 год для СК південної орієнтації, Вт/м^2 ;

$Q_{\Sigma} = 9,311 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ - добове навантаження системи ГВП;

$\eta = 0,72$ - середній протягом сезону коефіцієнт корисної дії СК.

$$F' = \frac{9311}{0,72 \cdot 4161,33} = 3,107 \quad (2.58)$$

Проведемо розрахунок для холодного періоду року. Як правило приготування гарячої води тепловим насосом в опалювальний період здійснюється в нічний час, тому для уточнення площі СК, проведемо розрахунок СК для опалювального сезону, МДж:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{\text{горл}} - T_{\text{холл}}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 8) = 39,386$$

В перерахунку на кВт/год:

$$Q_{\Sigma} = \frac{39386}{3600} = 10,941$$

Результати розрахунків середніх температур зовнішнього повітря для опалювального періоду представлені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 Визначення середньоденної температури зовнішнього повітря для опалювального періоду

	Середня денна температура по місяцям, °C				
k _i	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень
0				-5,3	-0,5
0,26	2,405	-2,737	-5,233	-4,455	0,423
0,5	3,425	-2,125	-4,525	-3,675	1,275
0,71	4,3175	-1,5895	-3,906	-2,993	2,0205
0,87	4,9975	-1,1815	-3,434	-2,473	2,5885
0,97	5,4225	-0,9265	-3,139	-2,148	2,9435
1	5,55	-0,85	-3,05	-2,05	3,05
1	5,55	-0,85	-3,05	-2,05	3,05
0,97	5,422	-0,9265	-3,139	-2,148	2,9435
0,87				-2,473	2,5885
Середня темп., °C	4,636	-1,3982	-3,684	-2,976	2,038

Згідно розрахунків, середній протягом сезону коефіцієнт корисної дії СК: $\eta = 0,385$

Середня добова за сезон інтенсивність СР, що надходить на колектор,

в інтервалі від 8 год до 17 год для СК південної орієнтації (середня кількість годин 9 згідно таблиці 1): $q_{над,сеп}^{доб} = 2192,31 \text{ Вт/м}^2$.

Площа сонцепоглиняльної поверхні системи для опалювального сезону, м^2 :

$$F' = \frac{10941}{0,29 \cdot 2192,31} = 17,2$$

Встановлювати таку площу колекторів є економічно недоцільним, тому приймаємо три колектори Vitosoll 200 загальною площею 9 м^2 (допускається приймати площу в 2-2,5 рази більшою). Це дозволить забезпечити коефіцієнт використання СК в міжопалювальний період $f = 0,9$.

Розрахуємо долю сонячної енергії в покритті добового навантаження ГВП в холодний період року. Результати розрахунків представлені в табл..2.9.

Кількість теплоти виробленої колектор протягом доби опалювального сезону, Вт:

$$E_k = \eta \cdot q_{сеп,опал.}^{доб.} \cdot F, \quad (2.59)$$

$$E_k = 0,385 \cdot 2192,31 \cdot 9 = 7596,35$$

Тоді доля заміщення добового навантаження ГВП сонячними колекторами буде складати:

$$f = \frac{E_k}{Q_{\Sigma}}, \quad (2.60)$$

$$f = \frac{7596,35}{10941} = 0,69$$

Таблиця 2.9 Визначення проектної потужності СК в холодний період року

Місяць	$q_{пад}^{год}, Вт / м^2$	ККД колектора η	Вироблена $E_k, Вт$ 1м ² за 1год	Вироблена $E_k, Вт$ 9м ² за 1год	Вироблена $E_k, Вт$ 9м ² за 1добу
Листопад	192,5	0,405348	78,02958	702,2662	5618,13
Грудень	172,13	0,268227	46,16988	415,5289	3324,231
Січень	183,23	0,271541	49,75451	447,7906	3582,325
Лютий	270,27	0,36511	98,6784	888,1056	8881,056
Березень	399,8	0,615016	245,8832	2212,949	22129,49
Сер. знач.	243,586	0,385049	103,7031	933,3281	8707,047

За результатами обчислень і враховуючи рекомендації виробника для системного опалення теплиці обираємо 3 колектори Vitosol 200 D30 (див. додаток Л). Площа поглинальної поверхні одного колектора – 3 м².

2.7.3 Розробка компоновки водонагрівальної установки

Установка складається із таких блоків:

- а) сонячні теплові колектори — 3 шт;
- б) теплообмінник з циркуляційним насосом і розширювальним баком;
- в) бак-накопичувач;
- г) блоки системи автоматичного регулювання та контролю.

У даному випадку доцільно використовувати двоконтурну схему водонагрівальних установок.

Перший контур складають сонячний колектор і теплообмінник з циркуляційним насосом і розширювальним баком. Антифриз

використовується у якості незамерзаючого теплоносія. У другий контур входять бак-акумулятор, теплообмінник, котел і тепловий насос. Холодна вода підводиться в нижню частину бака-акумулятора, а вода, нагріта в теплообміннику, поступає у верхню частину бака, а звідти через автоматичний клапан і нагрівач подається до споживачів. Все устаткування розміщується в будівлі, окрім сонячного колектора, що встановлюється на даху.

Сонячний колектор нагріває воду, а електронагрівач підвищує температуру уже гарячої води до необхідного значення. За відсутності сонячної радіації або недостатньому її надходженні усі функції з тепlopостачання виконує тепловий насос, а у разі чого котел допомагає забезпечувати необхідну теплову потужність.

Висока ефективність геліосистеми гарячого водопостачання залежить від її температурного розшарування. Гаряча рідина знаходиться у верхній частині бака, маючи меншу густину за холодну, тому відбувається зниження температури зверху вниз. Таким чином, подача рідини здійснюється знизу вгору. Для того, щоб запобігти змішуванню рідин, бак обладнують горизонтальними перегородками. Гарячу воду відводять з верхньої частини баку.

Максимальна площа колектора при використанні ємнісних водонагрівачів повинна не перевищувати 15 м².

Використовуючи пристрої програмного управління тепловим насосом можна керувати роботою геліоустановки. Пріоритет підживлення можна налаштувати на пристрої управління індивідуальним чином. Температури на всіх датчиках і всі задані значення можна безпосередньо контролювати і налаштовувати на пристрої управління.

Для надійного запобігання ударів пари в контурі геліоустановки при температурах сонячних колекторів більше 120°C, робота геліоустановки припиняється.

Коли різниця температур між датчиком температури колектора і

датчиком температури ємнісного водонагрівача перевищує встановлене значення, вмикається циркуляційний насос контуру геліоустановки, і відбувається нагрів ємнісного водонагрівача. Якщо температура на датчику ємнісного водонагрівача перевищує налаштування, що є заданими на пристрої управління, нагрів ємнісного водонагрівача геліоустановкою блокується. Тепловий насос по завданню контролера вмикається в режим нагріву ємнісного нагрівача в випадку падіння температури теплоносія з геліоустановки та падіння температури води ГВП.

Нагрів ємнісного водонагрівача геліоустановкою відбувається до налаштованого рівня.

2.8 Висновок

У даній частині БДР було проведено моделювання та теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій, розраховані тепловтрати будівлі. Також була розроблена схема системи опалення й водопостачання, та виконано моделювання гідравлічного розрахунку. На основі розробленої компанією «LIMITED LIABILITY COMPANY FIRM VAILLANT» змодельованого графіку роботи ТН була підібрана модель та допоміжне теплотехнічне обладнання. Також були визначені надходження сонячної радіації для широти місцевості об'єкту та підібрані геліоколектори для забезпечення потреб теплоти системи ГВП.

3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ

3.1 Організаційно-технологічне забезпечення монтажу

3.1.1 Конструктивні особливості об'єкту

В даній бакалаврській дипломній роботі розглянуто влаштування системи опалення та ГВП двоповерхового будинку котеджного типу в м. Вінниця.

Джерелом теплопостачання є тепловий насос, який змонтований на покрівлі будинку. Тепло в будівлю подається від теплового насоса з встановленою необхідною запірною-регулювальною арматурою, який знаходиться в цокольній частині. Від теплового насоса теплоносій транспортується до розподільчих шаф, розташованих поповерхово.

За опалювальні прилади прийняті алюмінієві радіатори “Djoule” (виробництва Турції) встановлені в спальнях та деяких кімнатах. Стандартний колір - білий. Радіатори нижнього підключення. На радіаторах встановлені запірні крани. Інші приміщення опалюються системою теплих підлог.

Для монтажу системи опалення прийняті металополімерні трубопроводи “Herz”. Труба “Herz” складається з алюмінієвої стрічки, яка скручена в трубу і зварена ультразвуковим зварюванням по шву (п’ятишарова). Алюмінієва труба з обох сторін по черговою покрита шарами клею та поліетилену. В результаті проведення моделювання гідравлічного режиму було підібрано діаметри трубопроводів системи опалення, які становлять 16x2 мм, 20x2,2 мм, 26x3 мм, 32x3 мм, 40x3,5 мм, . Для захисту труб, які прокладаються в конструкції підлоги, від механічних пошкоджень, а також для теплової ізоляції трубопроводів на них надягається тепла ізоляція відповідних діаметрів, які становлять 18x6 мм, 22x6 мм, 35x6 мм, 42x6 мм, . Труби, які використовуються для нагріву теплих підлог технологічно не ізолюються.

Видалення повітря із системи виконується через повітровідвідники, встановлені в найвищих точках системи та радіаторах, а також з колекторів теплих підлог. (аркуш 5).

В результаті аналізу конструктивних особливостей об’єкту складено перелік основних та допоміжних виробів та матеріалів (див.табл. 3.1 та 3.2).

Для приміщень житлового будинку запроектована система опалення – горизонтальна по поверхова з нижнім розведенням магістралей. Класифікація

системи: Відноситься до третьої категорії споживачів. За потужністю споживання – автономна.

За видом теплоносія – водяна.

За кількістю паралельних трубопроводів – двотрубна.

За способом використання теплоносія – закрита [24]

Трубопроводи в місцях перетину перекриттів, внутрішніх стін та перегородок прокладаються в гільзах з негорючих матеріалів. Гільзи на 20...30 мм виступають над позначкою чистої підлоги.

3.1.2 Визначення складу робіт

Монтаж обладнання систем опалення проводиться в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу та їх складування;
- встановлення теплового насоса;
- встановлення буферної ємності системи опалення;
- встановлення зовнішнього блоку ТН;
- встановлення радіаторів;
- прокладання трубопроводів обв'язки ТН (теплового насосу);
- прокладання трубопроводів опалення із метало-полімерних труб;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- встановлення циркуляційних насосів;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- ізоляція трубопроводів;
- гідравлічне випробування трубопроводів фреонового контуру

- встановлення датчиків і приладів управління і регулювання;
- повернення матеріалів на склад.

Гідравлічне випробовування трубопроводів виконують в такій послідовності:

- зовнішній огляд трубопроводу;
- приєднання водопроводу і гідравлічного преса;
- встановлення заглушок і манометра;
- наповнення системи водою до заданого тиску;
- огляд трубопроводу і усунення дефектів;
- остаточна перевірка і здача системи;
- спуск води з системи;
- зняття заглушок, манометра і від'єднання преса.

Випробовування фреонового контуру ТН:

- зовнішній огляд трубопроводу;
- приєднання манометричної групи до сервісних кранів;
- наповнення системи азотом до заданого тиску;
- огляд трубопроводу та усунення дефектів;
- наповнення системи холодоагентом
- здача системи;

3.1.3 Визначення об'ємів робіт

Система опалення та ГВП

- Доставка деталей на робочий майданчик. Загальна маса механізмів та інструментів 181,4 – кг. Загальна маса матеріалів – 1367,7 кг.

- Встановлення теплового насоса:

Загальна кількість – 1 комплект (тепловий насос + зовн. блок)

-Встановлення буферної ємності гріючого контуру: Загальна кількість – 1 шт.

-Прокладка трубопроводів обв'язки теплового насоса:

- довжина мідних трубопроводів D15 мм складає – 22 м;

- довжина мідних трубопроводів D18 мм складає – 42м;

-Прокладання трубопроводів системи опалення із металопластикових труб:

Довжина металополімерних труб Ø 32x3мм складає 16 м;

Довжина металополімерних труб Ø 26x3мм складає 6 м;

Довжина металополімерних труб Ø20x2,0мм складає 66 м;

Довжина металополімерних труб Ø16x2,0м складає 809 м.

-Встановлення радіаторів:

Загальна потужність 12,8 кВт. Кількість радіаторів – 13шт (128 секцій).

-Встановлення запірної – регулюючої арматури:

- кулькових кранів до d_y 15 – 6 шт.;

- кулькових кранів до d_y 20 – 8 шт.;

- кулькових кранів до d_y 32 – 4 шт.;

- кулькових кранів до d_y 50 – 6 шт.;

- балансувальних вентилів d_y 32 – 2 шт.;

- балансувальних вентилів d_y 25 – 2шт

- запірних вентилів d_y 32 – 4 шт.;

- запірних вентилів d_y 25 – 6 шт.;

- радіаторних вентилів 1/2'' – 13шт;

- відсікаючих блоків кранів, 1/2'' – 13 шт.;

- термостатичних головок – 19 шт.;

-Встановлення циркуляційних насосів: Загальна кількість – 8 шт.

-Встановлення кранів повітряних:

-кранів Маєвського – 13 шт.;

- автоматичних повітровідвідників – 6 шт.
- Гідравлічне випробовування трубопроводів системи опалення:
- Ізоляція трубопроводів:
Довжина трубопроводів, які ізолюються складає – 310 м.;
- Встановлення датчиків і приладів управління і регулювання.
Загальна кількість – 8 шт.
- Кількість допоміжних матеріалів для транспортування становить 0,019т.

3.1.4 Монтаж опалювальних приладів (Додаток К)

Використовуємо радіатори «Dyoul» з боковим підключенням. Встановлення до підвіконника та до полу мін..10 см. до стіни мін 3 см.

Послідовність монтажу:

- а) визначити та розмітити місця установки кріплень відносно вікна;
- б) висвердлити отвори для кріплень;
- в) зібрати різьбові з'єднання з фасонними частинами, запірно-регулюючу арматуру;
- г) навісити радіатори;

Опалювальні прилади укомплектовуються кранами Маєвського, заглушками та кронштейнами.

3.1.5 Монтаж трубопроводів

В даній системі опалення магістральні трубопроводи розташовані в ізолюючому шарі теплої підлоги. Відгалуження від магістральних трубопроводів до підводок радіаторів виконуються під прямим кутом. Магістральні трубопроводи, які проходять через будівельні конструкції прокладаються в гільзах. Трубопроводи води допускається прокладати без уклону при швидкості

руху води у них 0,25 м/с та більше, а також у горизонтальних приладових вітках за передбаченої можливості витіснення води за необхідності.[25]

Для відрізання та обробки труб використовується спеціалізоване обладнання (труборіз, гратознімач).

3.1.6 Монтаж підводок до радіаторів

Монтаж підводок до радіаторів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця проходження підводок;
- б) закріпити кліпси до стіни з кроком 0,4м.
- в) з'єднати герметизуючим матеріалом фітинги;
- г) перевірити на нахили та надійність закріплення;

3.1.7 Виконання ізоляційних робіт

Ізоляція трубопроводів виконувати до обжима з'єднань, не виконуючи продольний розріз. В випадках з розрізанням термоізоляції заклеїти армованим скотчем. Ізолювати тільки скриті комунікації та фітинги.

3.1.8 Монтаж сонячно-теплонасосної системи тепlopостачання

При монтажі колекторів СК на огорожувальних конструкціях будівлі, зазвичай на покрівлі, опорні конструкції СК повинні бути встановлені на конструктивні елементи даху або з ними з'єднані (варіант сполучення СК з покрівлею), після чого слід виконати зовнішню гідроізоляцію. Після монтажу опорних конструкцій СК з дренажними отворами слід закріпити їх згідно з проектом. Монтаж комунікаційних трубопроводів, насосних груп, запірної та регулювальної арматури, приладів автоматичного регулювання ССТ повинен відповідати загальноприйнятим нормам і регламентуватися правилами проведення сантехнічних робіт (СНиП 3.05.01 і СНиП 3.05.04). Під час монтажу санітарно-технічних пристроїв та спеціального обладнання необхідно забезпечити: - герметичність з'єднань та міцність кріплень

елементів системи; - прямолінійність та відсутність пошкоджень прямих ділянок трубопроводів; - якість роботи запірної та регулювальної арматури, теплового обладнання, запобіжних та контрольно-вимірювальних приладів, а також доступність для обслуговування, ремонту та заміни; - можливість видалення повітря та повне спорожнення системи від води.

Після завершення всіх монтажних робіт виконують гідравлічні випробування СТСТ, після чого проводять пусконаладжувальні процедури та теплотехнічні тести системи.

3.1.9 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною "Mercedes Sprinter". Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 3.3

Для з'єднання поліетиленових трубопроводів використовується ручний прес «Rems» (маса комплекта 5,6 кг) .

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо прес гідравлічний REMS Push, його характеристика в таблиці 3.4

Для виготовлення отворів у стіні використовуємо перфоратор «МАКІТА» таблиця 3.5

Для буріння отворів використовуємо УАБ.(Установка алмазного буріння) та алмазні коронки. Таблиця 3.6

Інструменти для свердлування отворів , використати електросвердлильну машину Makita HR 2470, технічні характеристики наведені у таблиці 3.6

– Набір інструментів та пристосувань для монтажників.

Таблиця 3.8

3.1.10 Визначення потреб у матеріально – технічних ресурсах

Відомість витрат матеріалів. Таблиця 3.1 та 3.2

3.1.11 Витрати паливно-енергетичних ресурсів

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \times \tau \times k,$$

(3.1)

де: P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

1. Витрати електроенергії на роботу електрогідравлічного пресу REM Push

$K=0,1$ $\tau=16$ год, $p=1,6$ (кВт); $E_1=$
 $1,6 \cdot 16 \cdot 0,1 = 2,56$ (кВт год).

2. Витрати електроенергії на роботу перфоратора MAKITA HR 5001C:

$K=0,1$ $\tau=16$ год, $p=1,6$ (кВт);

$E_2 = 1,6 \cdot 16 \cdot 0,1 = 2,56$ (кВт год).

3. Витрати електроенергії на роботу УАБ Yato YT 81980

$K=0,1$, $\tau=12$ год, $p=2,2$ (кВт);

$E_2 = 2,2 \cdot 12 \cdot 0,1 = 2,64$ (кВт год).

4. Витрата пального для доставки матеріалів та виробів:

Відстань $L = 20$ (км);

кількість ходок $n=3$;

витрата пального $q=12$ (л/100км) $=0,12$ (л/км)

Необхідна кількість пального для доставки обладнання та

матеріалів визначається за формулою:

$$H = q \cdot n \cdot L = 0,12 \cdot 3 \cdot 20 = 7,2 \text{ л}$$

Труби, деталі та конструкції завозяться централізовано, автомашиною Mercedes Sprinter. Технічні характеристики автомашини наведені в табл. 3.3

3.1.12 Визначення трудомісткості робіт

2.1 Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою

$$Q = \frac{V \times H_v}{B} \text{ (люд/дні)}, \quad (3.4)$$

де: V – об'єм робіт;

H_v – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

B – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{n} \text{ (дні)}, \quad (3.5)$$

де: Q – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд.

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.9 (Додаток Н)

3.1.13 Випробування та запуск системи опалення в експлуатацію

Після завершення монтажу системи опалення та іншого обладнання, проводиться випробування системи опалення. Важливо звернути увагу на те, що випробування з використанням стиснутого газу, такого як азот або повітря, може бути небезпечним, оскільки енергія в цих газах значно вища, ніж у воді, і може призвести до вибуху, якщо система не витримає тиску. Тому гідравлічне випробування на герметичність є найбезпечнішим методом. Пневматичне випробування застосовується перед гідравлічним для виявлення дефектів.

Під час випробування системи опалення гідростатичним методом, тиск повинен бути на 1,25 рази вище за робочий тиск, але не менше 0,2 МПа в нижній точці системи. Важливо виконувати випробування відповідно до встановленої послідовності та умов. Гідравлічне випробування дозволяє визначити щільність трубопроводів, арматури та обладнання. Перед випробуванням необхідно відключити джерело теплоносія та дотримуватися встановлених параметрів тиску.

Важливо також виконувати підготовчі роботи перед гідравлічним випробуванням, зокрема, тимчасово знімати клапани та датчики, замінювати елементи заглушками з клапанами, та підключати манометр. Гідравлічне випробування системи проводиться на двох етапах, дотримуючись встановлених параметрів тиску та часу.

- 1-й етап – на протязі 30 хв двічі піднімати тиск до розрахункової величини через кожні 10 хв. Наступні 30 хв падіння тиску в системі не повинно перевищувати 0,06 МПа.

- 2-й етап – наступні 2 год падіння тиску (від досягнутого на 1-му етапі) не повинне бути більше, ніж на 0,02 МПа

- У випадку виявлення витікання під час випробування системи опалення, система спорожнюється і дефекти усуваються, після чого гідравлічне випробування повторюється. Після гідравлічних випробувань вода з системи опалення, яка є водопровідною, відводиться в каналізацію. Ефективність роботи системи опалення оцінюється після семигодинної безперервної роботи з теплоносієм у подавальному трубопроводі при температурі не нижче 50 °С та робочому тиску. Після гідравлічного випробування складається акт про гідравлічне випробування системи опалення (Додаток П), який додається до документації. Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Після запуску система опалення працює протягом 24 годин, після чого проводиться теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. У разі необхідності використовуються спеціальні прилади, такі як тепловізори, електронні термощупи і т. п. Під час огляду перевіряється рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів, розрахункові параметри теплоносія та температури внутрішнього повітря в приміщеннях, а також безшумність роботи системи та відсутність витікань в з'єднаннях.[12]

3.1.14 Порядок пусканалагоджувальних робіт

Основні завдання пусканаладки кліматичних систем:

- перевірка відповідності параметрів системи проектним даним і нормативним показникам згідно ДБН, СНіП;
- виявлення недоліків в герметизації комунікацій системи;
- випробування обладнання в різних режимах при цьому моделюючи можливі аварії;
- регулювання обладнання з метою встановлення проектних показників;
- Можна виділити ряд робіт загального характеру:
- підготовчі роботи;
- аналіз проектної документації;
- ознайомлення з технічною документацією, що супроводжує обладнання чи окремі вироби (технічні описи, інструкції з експлуатації, паспорти);
- перевірка та випробування окремих видів обладнання до початку налагоджування;
- налагоджування обладнання і, зокрема, схем керування;
- комплексне опробування та приймально-здавальні випробування обладнання;
- здача-приймання в експлуатацію та досягнення проектних показників, зокрема продуктивності, потужності тощо;
- оформлення і передача замовнику технічної документації (комплекту окремих документів або технічного звіту).

– Проводиться інструктаж з обслуговуючим персоналом

Після виконання пусконаладжувальних робіт, що свідчать про нормальне функціонування всіх елементів системи, приступають до її теплотехнічних випробувань.

-

3.1.15 Приймальні теплотехнічні випробування

Теплотехнічні випробування установок проводяться з метою перевірки їх відповідності технічному завданню та вимогам нормативно-технічної та проектної документації. Під час цих випробувань може проводитися навчання персоналу правилам експлуатації установок. Результатом теплотехнічних випробувань є акт приймальних теплотехнічних випробувань який підписується всіма членами комісії. (додаток Р),

3.1.16 Техніко – економічні показники календарного плану

Техніко – економічні показники календарного плану

Розрахунок техніко-економічних показників

виконується в такій

послідовності:

Визначається середня кількість працюючих за формулою:

$$R_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{T} \text{ (люд)}, \quad (3.2)$$

де: $Q_{\text{заг}}$ – загальна трудомісткість, люд/дні;

$T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість будівництва, дні (див. аркуш 13)

Середня кількість працюючих:

$$R_{\text{ср}} = 32.5 / 15 \approx 3 \text{ люд}. \quad (3.3)$$

Коефіцієнт нерівності використання людей визначається

за формулою

$$\alpha = \frac{R_{\text{ср}}}{R_{\text{max}}}, \quad (3.4)$$

де R_{max} – максимальна кількість працюючих, люд.

Тоді коефіцієнт нерівності використання людей:

$$\alpha = 3/16 = 0,2 \quad (3.5)$$

Коефіцієнт нерівності по трудовитратах визначається за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{\overline{Q_{над}}}{Q_{заг}} \quad (3.6)$$

Тоді коефіцієнт нерівності по трудовитратах :

$$\alpha = 6,5/32,5 = 0,2 \quad (3.7)$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт

визначається за формулою:

$$\alpha_3 = \frac{T_{вст}}{T_{заг}}, \quad (3.8)$$

де: $T_{вст}$ – тривалість виконання робіт при $R \geq R_{max}$, (див. аркуш

$$\alpha_3 = \frac{21}{37} = 0,57; \quad (3.9)$$

Рівень механізації визначається за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{мех}}{Q_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (3.10)$$

де $Q_{мех}$ - сумарна трудомісткість механізованих робіт

$$\eta = 4,5/32,5 \cdot 100\% = 14\%$$

За результатами розрахунків креслимо календарний план робіт .

(Креслення лист 7)

4. Охорона праці

Охорона праці - це система правових соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження

життя ,здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Об'єкт : триповерхова будівля . Стіни виконані з керамічної цегли та шару утеплювача (плита ПСБ-15) . Теплі підлоги виконані в приміщеннях, крім спальних кімнат, з утепленням в цокольних приміщеннях 5см. , перший поверх 3 см. З подальшим укладанням алюмінієвої плівки та металополімерних трубопроводів. Місце складування матеріалів та інструменту кімнати 103 та 104(1 поверх).

В даній роботі розглядаються питання:

- облаштування триповерхової житлової будівлі котеджного типу системами водопостачання, опалення.
- процеси монтажу обладнання та устаткування згідно технологічних процесів.
- питання логістики та складування матеріалів.

За означеними питаннями будуть надані необхідні вимоги згідно існуючих нормативних актів з питань охорони праці на виробництві під час виконання робіт монтажними бригадами , а саме:

- питання гігієни праці та промислової санітарії.
- виробничого освітлення
- виробничих віброакустичних коливань.
- засобів безпеки з організації робочих місць.
- електробезпеки.
- технічні рішення з пожежної безпеки.

4.1 Технічні умови та рішення з охорони праці і виробничої санітарії

Параметри мікроклімату які нормуються: температура робочої середовища повітря (t , °C), відносна вологість повітря (W , %), швидкість руху повітря (м/с), інтенсивність теплового (інфрачервоного) випромінювання (Вт).[26]

Допустимі умови мікроклімату встановлюються для робочих місць з перебуванням в них працівників більше 50% робочого часу. Це умови для високої та середньої працездатності. Протягом робочої зміни показники температури повітря на постійному робочому місці по висоті та горизонталі мають зберігатись в межах нормованих величин допустимої температури для даної категорії робіт(13-28 °C табл.А1)

Категорія робіт з влаштування опалення та водопостачання відноситься до категорії III.[26]

Нормована інтенсивність теплового опромінення:

опромінювання 50% та більше- 35,0 Вт/м²

опромінення від 25 до 50% - 70 Вт/м²

опромінення більше 50% - 100 Вт/м²[26]

Монтажні роботи для економічності будівництва та найкращих умов мікроклімату краще планувати в теплий період року.(таблиця ДСН 3.3.6.042-99)

Згідно нормативу визначаємо концентрацію шкідливих речовин в робочій зоні.[27]

Гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони наведено в табл.

Гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан (А-аерозоль, П- пари)
1	2	3	4

З'єднання марганця	0,20	2	A
-----------------------	------	---	---

Продовження таблиці 3.15

1	2	3	4
Хромати, біхромати	0,01	1	A
Нікель і його оксиди	0,05	1	A
Двуоксид азоту	2,0	2	П
Озон	0,10	1	П
Оксид вуглецю	20,00	4	П
Солі фтористогідратної кислоти	0,20	2	A

На об'єкті дослідження за наявності надлишкового тепла в приміщенні ,використовують природню вентиляцію. За необхідності в приміщеннях розташовують джерела тепло, холодовиробничого устаткування. При роботі з абразивними матеріалами а також за наявності пилу використовують засоби індивідуального захисту (распіратори пильові , распіратори хімічні за необхідністю). Рух теплоносія відбувається по металополімерним трубам. Їх порізка та укладання не супроводжуються виділенням тепла та іскор.

4.2 Виробниче освітлення

В основі нормування виробничного освітлення лежить залежність необхідного рівня освітлення від зорової напруги (розряду зорової роботи). Визначається розміром об'єкта розпізнавання, контрастом між об'єктом і фоном, характеристикою фона. Монтажні роботи на об'єкті відносяться за характером зорової напруги до робіт середньої точності.

Вимоги сприятливих умов на робочих місцях для зорової роботи:

- предмет у полі зору не повинен викликати сліпучого блиску.
 - освітленість робочих поверхонь повинна відповідати гігієнічним нормам, що характерні для цього виду роботи.
 - необхідно забезпечити рівномірність та сталість рівня освітленості у приміщенні, уникати різких контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору, а також уникати різких тіней на робочій поверхні (особливо рухомих).
 - запобігати створенню небезпечних та шкідливих факторів (шум, теплове випромінювання, ризику ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність); бути надійним, легким у використанні та економічним.
 - рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам.
- Нормовані значення освітленості згідно ДБН В.2.5-28-2006 наведені в таблиці А1.

Таблиця А1

Нормовані значення освітленості

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

Таблиця освітленості(ДБН В.2.5-28:2018)

Таблиця А2

Норми освітленості для підприємств

Сфера діяльності підприємства	Норма освітленості,
-------------------------------	---------------------

	люкс
Харчова промисловість	200
Ручна праця на установках (хімічна промисловість)	300
Лабораторії (точне вимірювання)	500
Фармацевтика	500
Текстильна промисловість (шиття, точне в'язання)	750
Типографія (друк)	1000
Електротехніка (виробництво, дослідження, контроль)	1500

Розрахунок рівня освітленості.[28]

Визначення світлового потоку

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}$$

При розряді зорової роботи IV норма освітленості 400лк.
(ДБН В.2.5-28:2018)

$$F=400*1.5*40*1.1/0,4=66000\text{лм.}$$

N – кількість джерел світла;

E – норма освітленості;

S- площа приміщення

Kz – коефіцієнт запасу;(1,5)

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (обидва залежать від виду лампочки, ступеня забруднення приміщення);(1,1)

Ф – світловий потік 1 джерела в Люменах (характеристика вказується на упаковці);

η – коефіцієнт використання світлового потоку (враховує висоту стін, площу об'єкта, тип світильника, на якій висоті він буде встановлений, колір покриття стелі, стін, підлоги); (0,51)

p – кількість патронів світильника;

Fi – значення світлового потоку однієї лампи.

$$I = \frac{S}{h(A+B)}, \text{ де}$$

$\eta=0,4$ якщо $I=1.07$ (Індекс приміщення)(ДБН В.2.5-28:2018)

Кількість ламп: $N = \frac{F}{F_{\text{л}}} = \frac{66000}{3000} = 22 \text{ шт.}$

Приймати таку кількість ламп світлодіодних потужністю 30 Вт недоцільно у зв'язку з непостійною роботою в одному приміщенні. Приймаємо світлодіодний прожектор у якого світловий потік на 1Вт потужності 100лм.

Для максимальної площі кімнати 40 м² . Отримуємо переносний прожектор 700 Вт. Згідно табл.А3 приймаємо прожектор 500 Вт для приміщення з недостатнім освітленням. Для приміщень з меншою площею згідно табл. А3.

Таблиця А3

Максимально допустимі питомі встановлені потужності штучного освітлення в промислових приміщеннях.

Освітленість на робочій поверхні, лк	Індекс приміщення	Максимально допустима питома встановлена потужність, Вт/м ² , не більше
750	0,6	37
	0,8	30
	1,25	28
	2,0	25
	3 та більше	23
500	0,6	15
	0,8	14
	1,25	13
	2,0	11
	3 та більше	10
400	0,6	15
	0,8	14
	1,25	13
	2,0	11
	3 та більше	10
300	0,6	13
	0,8	12
	1,25	10
	2,0	9
	3 та більше	8

4.3 Виробничі віброакустичні коливання

Шкідливість надлишкових звукових коливань полягає в тому, що вони спричиняють шкідливий вплив на здоров'я людини, такі як пошкодження слуху, стрес, порушення сну, погіршення концентрації на робочому місці та продуктивності, також інші негативні наслідки для психо-фізичного здоров'я. Звукові хвилі виникають при виникненні в середовищі коливань за рахунок зовнішніх сил і поширюються у ньому, утворюючи звукове поле. Джерелами цих порушень є:

- механічні коливання конструкцій або їх частин
- нестационарні явища в газоподібних або рідких середовищах.

Буріння , свердлування, різання куту- шліфувальними машинами є причинами збільшення звукових коливань.

Метод граничних спектрів для нормування постійного шуму, включає в себе обмеження рівнів звукового тиску в октавних смугах з середніми

геометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 і 8000 Гц. представлені Нормовані рівні звукового тиску (дБ) та рівні шуму (дБА) на робочих місцях.(згідно ДСН 3.3.6.037-99)

Допустимі рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ по октавним полосам									Рівні звуку, дБ (А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Для усіх видів монтажних робіт на робочих місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Шумовий захист має бути забезпечений завдяки використанню шумобезпечної техніки та засобів індивідуального захисту.. Віб्राції пов'язані з невірноваженими силами та ударними процесами в робочих механізмах. Нормування вібрації виконуємо згідно ДСН 3.3.6-039-9, та наведено в табл.

Категорія вібрації і критерій оцінки

Категорія вібрації по санітарним нормам і критерій оцінки	Характеристика умов праці	Джерела вібрації
3 тип "а" Границя зниження продуктивності праці	Технологічна вібрація, дія на операторів стаціонарних машин і обладнання або передаюча на робочі місця, не маючи джерела вібрації	Насосні агрегати, перфоратори, дрилі.

Нормативні значення вібрації встановлені відповідно до ДСН 3.3.6.0391-99 для її впливу протягом робочого часу 480 хвилин (8 годин). Ці норми подані у таблиці для 3 категорії вібрації типу "а". У разі перевищення встановлених нормативів впливу вібрації, тривалість її впливу на людину протягом робочої зміни потрібно скоротити.

- Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на працюючого для тривалості зміни 8 годин.

Вид вібрації	Категорія вібрац. Норм	Напрямок дії	Нормативне значення корегованої по частоті і еквівалентне коректировочне значення			
			По віброприскоренню		По віброшвидкості	
			м·с ⁻²	дБ	м·с ⁻¹ ·10 ⁻²	дБ
Локальна	-	X _л , Y _л , Z _л	2,0	126	2,0	112
Загальна	3 тип “а”	Z ₀ , X ₀ , Y ₀	0,1	100	0,2	92

- Робота в умовах дії локальної вібрації більше ніж на 12 дБ, не дозволяється.[29]

4.4 Засоби безпеки з організації робочих місць

Організація місць роботи вимагає розробки чітких визначень і дій щодо, розміщення устаткування та оснащень, забезпечення під час робіт безпеки як робітників так і населення (в разі необхідності).

З заходів безпеки слід прийняти:

- відсітність зайвого забруднення робочого місця
 - компонування проладів, інструментів, обладнання згідно їх груп
 - використання інструментів згідно їх призначення
 - використання справних інструментів
 - обов'язкове використання засобів індивідуальної безпеки (окуляри, навушники, рукавички)
 - робочий одяг має відповідати зовнішнім умовам роботи
 - при роботі з вогнебезпечним інструментом приділяти увагу на можливість зайняття матеріалів , їх пошкодження. (фени , нагрівачі ,тощо)
 - при роботі з електроінструментами ознайомитись і виконувати правила техніки безпеки інструкції з експлуатації до нього.
 - дотримуватись правил виготовлення та експлуатації засобів роботи на висоті.
- [30]

4.5 Електробезпека

Електричні прилад в сучасному виробництві є невід'ємною частиною обладнання для мантажу та обслуговування будівництва.

На об'єкті будівництва облаштовується чотирипровідна електрична мережа з

заземленим нульовим проводом. Електрощит знаходиться в приміщенні котельні, куди приходять потужності безпосередньо розраховані на роботу обладнання тепло та водопостачання (ТН-7.6 кВт пуск. Струм макс., номін. 13,5А. Напруга 400В. ; Газовий котел напруга 220-250Вт. Потужність 250Вт. ; Насоси макс. Потужність 350Вт. ; управління по шині E BUS 10-28В. 30мА) . Нагрівачий елемент БНН 220В. 2.2 кВт)

Приймаємо дрот до ТН зовн.блок - ВВГнгнд 5х2,5 . Внутрішній блок – ВВГнгнд 3х1. Насоси – ВВГнгнд 3х0,75. Нагрівачий елемент БНН – ВВГнгнд 3х1,5 . Шина E BUS – ВВГнгнд 2х1,0.(ДСТУ EN 50565-1:2018)

В щиті необхідно :

- Забезпечити захист від струмопровідних елементів.
- Подвійна ізоляція дротів (не менше 1кОм на 1 В. напруги)
- Автомати двополюсні.
- Встановити ПЗВ(захист із застосуванням автоматичного вимикання живлення згідно навантаженню (ДСТУ EN 61140:2019)
- Підвести заземлення до всіх електричних приладів.

У приміщенні котельні встановити датчик контролю вибухонебезпечних сумішей (СН 4 , CO₂) (ДБН В.2.2-15 - 2019 житлові будинки).Проводку виконати з ізоляцією з негорючих матеріалів (згідно ДНАОП 0.00-1.32-01, п.2.5.7)

Важливо приділяти увагу попередженню нещасних випадків та електротравм. Фактори небезпеки електротравм :

- агресивне середовище (пошкодження ізоляції).
- висока вологість (наближена до 100%);

Основні технічні засоби та заходи електробезпеки під час нормальної роботи електроустановок є:

- наявність і цілісність ізоляції струмопровідних частин;

- засоби орієнтації в електроустановках.
- функції безпеки;
- відсутність вільного доступу до струмопровідних частин;

За рівнем небезпеки отримання електротравм приміщення, де працюють робітники, поділяються на три типи

- 1) без підвищеної небезпеки;
- 2) з підвищеною небезпекою, до якої відносяться такі фактори, як:
 - температура в приміщенні, що перевищує 35 °С;
 - вологість більше 75%, але менше насичення;
 - наявність струмопровідної підлоги (металевої, бетонної, цегляної, земляної тощо);
 - наявність струмопровідного пилу;
 - можливість одночасного доторкання людини до струмопровідних частин електроустановки та металевих конструкцій, що мають контакт з землею;
- 3) особливо небезпечні, до яких відносяться такі фактори, як:
 - висока вологість, наближена до насичення (до 100%);
 - агресивне середовище, яке може пошкодити ізоляцію.

Якщо в приміщенні відсутні фактори підвищеної та особливої небезпеки, то воно вважається безпечним щодо електротравм.[31]

4.6 Технічні рішення з пожежної безпеки(згідно ДСТУ 8829:2019)

Пожежна безпека — це комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на попередження та гасіння пожежі.

Виключення можливості виникнення пожежі та її впливу на людей, пошкодження матеріальних цінностей основна задача пожежної безпеки.

Приміщення поділяються на п'ять типів вибухопожежної та пожежної

Клас пожежі в приміщенні складу -В.(пожежі які супроводжуються горінням рідин або твердих речовин, які переходять у рідкий стан)

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані, м, при ступені вогнестійкості будинків		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
I, II	6/9	8/9	10/12
III	8/9	8/12	10/15
IIIa, IIIб, IV, IVa, V	10/12	10/15	15/18

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій год (над рис – кою) , максимальні межі розповсюдження вогню по ним (під рискою) см					
Ступі	Стіни	Коло	Сходівні кліти	Плити, настипли та	Елементи перекрить
					П л и т

	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несуч.	Внутрішні нес.				
I	REI 150 M0	REI 75 M0	E30 M0	EI 30 M0	R 150 M0	R60 M0	REI 60 M0	RE 30 M0
								R30 M0

Проектом передбачені наступні протипожежні заходи:

- для проїзду пожежних машин передбачено проїзди відповідно до вимог ДБН 360-92* (протипожежні відстані мають бути доступними для проїзду пожежних машин доступу з автодрабин та автопідьомників, не використовуватися для складування матеріалів);
- всі конструктивні елементи забезпечують необхідну межу вогнетривкості для прийнятого ступеня вогнестійкості;
- забезпечення евакуаційних виходів;
- наявність засобів гасіння пожежі.

Пожежна безпека даного об'єкта на час монтажу систем опалення та водопостачання повинна бути забезпечена організаційно-технічними заходами та засобами тушіння пожеж , зокрема переносними вогнегасниками, аптечками, спецодягом, засобами індивідуального захисту, пройдено інструктаж з охорони праці.

Що до оснащення приміщень категорії Д переносними вогнегасниками рекомендації наведено в таблиці.

Рекомендації щодо оснащення приміщень переносними вогнегасниками

Категорія приміщення	Гранична захищувана	Клас пожежі	Пінні та водні вогнегас	Порошкові вогнегасники місткістю, л	Хлопоно ві вогнегас	Вуглекислотні вогнегасники місткістю, л
	на					

				2	5	10		2 (3)	5 (8)
Г, Д	1800	А	2++	4+	2++	1+	-	-	-
		В	-	-	2+	1+	-	-	-
		Е	-	2+	2++	1+	2+	4+	2++

Згідно вимогам що до розміщення вогнегасників:

- При введенні в експлуатацію вогнегасники повинні мати облікові номери за прийнятою на об'єкті системою нумерації.
- Пристрої ручного запуску опломбовані.
- Вогнегасники мають розташовуватись з урахуванням доступності .
- Підходи до їх розташування вільні.
- Ділянки , на яких розміщують вогнегасники, необхідно фарбувати в білий колір з червоною окантовкою шириною 20-50 мм.
- виключено потрапляння вогнегасники сонячних променів, та безпосередній вплив опалювальних і нагрівальних приладів.
- Навішувати на вертикальні конструкції не вище, ніж 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника, на відстані від дверей, достатньої для повного їх відкриття.
- Вогнегасники повинні бути розташовані на вертикальній перегородці або стіні, на спецкронштейнах або в пожежних шафах.
- Інструкції з використання, нанесені на корпус вогнегасника, повинні бути повернені назовні і читабельні екстрених ситуаціях.[32]

4.7 Висновок

В розділі «Охорона праці» розглянуто основні фактори впливу виробничих процесів на безпеку життєдіяльності працівників робочих бригад , задіяних в монтажних роботах. Розглянуто особливості будівлі, особливості монтажу, небезпечні фактори впливу, зокрема:

- Нормовані температури в приміщенні

- джерела інтенсивного теплового випромінювання
- наявності шкідливих речовин в повітрі
- віброколювання повітря
- освітлення
- електробезпека
- фактори виникнення пожежі

Визначені основні дії та захисні заходи при над нормованих акустичних коливаннях, тепловому перенавантаженні. Визначені ризики та обгрунтовані дії з використання електроінструментів. Підібрані діаметри токопровідних дротів та їх марку. Наведені засоби з запобігання ураження ел. струмом. Підібрані та обгрунтовані засоби безпеки від пожежі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній БДР на основі аналітичного огляду проведено аналіз техніко-економічної доцільності вибору системи теплопостачання з використанням нетрадиційних джерел енергії.

Проведено розрахунок тепловтрат будівлі згідно місцю розташування та нормованим показникам мікроклімату для житлових будівель. Розроблені схеми систем з подальшим гідравлічним розрахунком. Для систем опалення та ГВП розраховано кількість сонячної енергії для міста Вінниці, визначені ККД сонячного колектора та теплового насосу на протязі року. Підібрано обладнання згідно технологічності роботи систем опалення та ГВП на покриття потреб проживаючих у будівлі.

В організаційно-технічній частині виконано опис процесів монтажу, випробовувань та налаштування систем. Надані рекомендації щодо підготовки робочого персоналу з обслуговування. Розроблений календарний план виконання робіт й графік руху працівників.

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

Були виконані порівняльні розрахунки рентабельності при використанні теплового насоса і геліоколекторів в системах опалення та ГВП. Описана робота гідравлічних схем й засобів управління.

Розроблені заходи по охороні праці при монтажу систем теплопостачання та ГВП.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній БДР на основі аналітичного огляду проведено аналіз техніко-економічної доцільності вибору системи теплопостачання з використанням нетрадиційних джерел енергії.

Проведено розрахунок тепловтрат будівлі згідно місцю розташування та нормованим показникам мікроклімату для житлових будівель. Загальні тепловтрати будинку 26.4 кВт*год. Питомі тепловтрати складають 72,5 Вт/м². Розроблені схеми систем з подальшим гідравлічним розрахунком .. Для систем опалення та ГВП розраховано кількість сонячної енергії для міста Вінниці, визначені ККД сонячного колектора та теплового насосу на протязі року. Підібрано обладнання згідно технологічності роботи систем опалення та ГВП на покриття потреб проживаючих у будівлі. Підібрані насоси : для мережі опалення- WILO Yonos Maxo 30/0.5-7 ; для теплих підлог- WILO Stratos Pico 15/0.5-4. Тепловий насос :зовн. блок aroTherm VWL 125/5 AS , внутр. блок VWL 127/5 IS. Котел газовий есо TEC plus 24 cs

В організаційно- технічній частині виконано опис процесів монтажу , випробовувань та налаштування систем. Надані рекомендації щодо підготовки робочого персоналу з обслуговування. Розроблений календарний план виконання робіт й графік руху працівників.

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

Були виконані порівняльні розрахунки рентабельності при використанні теплового насоса і геліоколекторів в системах опалення та ГВП. Описана робота гідравлічних схем й засобів управління.

Розроблені заходи по охороні праці при монтажу систем теплопостачання та ГВП.

Список використаних джерел

1. Любарець О.П. , Зайцев О.М. Любарець В.О. «Проектування систем водяного опалення «.Відень-Київ-Симферополь 2010 р. стор.8
2. П.М.Єнін, Н.А.Швачко, «ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ» .Київ Кондор 2007р. стор.20
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/news/2024/04/29/713007/>
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<https://blog.youcontrol.market/ieliektroienierghietika-ukrayini-stan-i-pierspektivi/>
5. Скришевський В. А. «Що таке сонячна енергетика і чи потрібна вона сьогодні Україні» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://iht.univ.kiev.ua/Ukraine-Solar-cells-article>
6. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/minenerho-pidsumky-2023> Урядовий портал] Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості - підсумки 2023
7. Трофименко О.О., Войтко С.В. «Функціонування, стратегічний розвиток і регулювання відновлюваної енергетики» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу.: www.voytko.kpi.in.ua
8. [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: <https://kosatka.media/category/vozobnovlyaemaya-energiya/analytics/globalni-investiciji-u-alternativnu-energiyu>
9. . «Сонячна енергія – наше майбутнє» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу.: <http://solar.pp.ua/sonyachna-energiya-nashe-majbutnye.html>
10. Опалення, вентиляція та кондиціонування. ДБН В.2.5-67 ..
11. DSTU-N_B_V_1_1-27_2010_Stroitel'naya_klimatologi
12. ДБН В.2.5-64:2012 Приказ от 25.09.2018 № 251 Об утверждении Изменения № 1 ДБН В.2.5-64:2012 Внутренний водопровод и канализация. Часть I. Проектирование. Часть II. Строительство
13. ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення [Текст] / ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 Мінрегіонбуд України, Київ - 2010 – 45 с.
14. Технічний ресурс Vaillant. Режим доступу до ресурсу: <https://kp.vaillant.ua/>
15. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З СОНЯЧНИМ КОЛЕКТОРОМ “Київський політехнічний інститут. Київ НТУУ «КПІ» 2011 » [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/771a2095-dd7f-4f1b-81d4->

5fa26317a121/content

16. **Тариф електроенергії для населення**[Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу <https://tolk.ua/ua/tarif-elektroenergii-dlya-naselennya-zalishitsya-264-grn-za-kvtgod-do-kintsya-kvitnya-2024/>
17. **Тарифний план «Фіксований»** [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу <https://gas.ua/uk/home/tariffs/tariffdetails?id=21>
18. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель [Текст] / ДБН В.2.6-31:2021 Київ .Міністерство розвитку громад та територій України 2022
19. Коеф.теплопровідності матеріалів [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу https://info.liconce.com/snip/koeffitsienti_teploprovodnosti
20. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни
21. „Опалення” для студентів напряму підготовки 0921 – „Будівництво” /Уклад. А.Ф.Пономарчук, І.А. Пономарчук, О.Б. Волошин. - Вінниця: ВНТУ, 2004. – 38с.
22. **Центр комутації**[Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу <https://teploradost.com.ua/centr-kommutacii-salus>
23. **В.В. Дубровська, В.І. Шкляр ЗРАХУНОК СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ .** КПП імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО 2022.
24. ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. Зі Зміною № 1
25. Опалення .Навчальний посібник. Міністерство науки і освіти 2019р.(упорядник Глушко Ю.Ю.) ДБН 2,5-67 2013.
26. ДСН 3.3.6.042-99 діючий. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=14283
27. **МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ НАКАЗ .** Зміни до Гігієнічних регламентів див. в Наказі Міністерства охорони здоров'я № 1473 від 17.08.2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1520-23#n4>
28. **МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД «НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»** Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Дніпропетровськ 2013 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу <https://aop.nmu.org.ua/ua/metodicki/specialist/diplom>
29. (ДБН В.2.5-28:2018)
30. ДСН 3.3.6.039-99 діючий [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=637230. ДНАОП 0.00-1.71-13 діючий .Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями (54598)IV ч.7 – Режим доступу до ресурсу https://dnaop.com/html/54598/doc_00-1.71-13

- 31.НПАОП 0.00-1.71-13 діючий. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями (54598)ІІ ч1,2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу <https://dnaop.com/html/54598/doc0.00-1.71-13>
- 32.ДСТУ 4297:2004 діючий. Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=104675

Додатки

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ БАКАЛАВРСЬКОЇ ДИПЛОМНОЇ
РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ
ЗАПОЗИЧЕНЬ

на роботи: Комбінована система теплопостачання типового
п'ятиповерхового котеджу з використанням теплового насосу та
теплових колекторів,

з роботи: БДР
(БДР, МКР)

Кафедра кафедра ІСБ, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

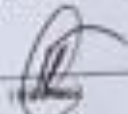
Оригінальність 72,1 % Схожість 27,9 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

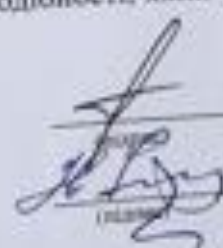
☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Слободян Н.М.
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи  Дюбанчук С.П.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи Коц І.В.
(прізвище, ініціали)

додаток А^о

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на розробку :

«Комбінованої системи теплопостачання триповерхового
котеджного будинку з використанням теплового насосу
та сонячних колекторів»

Розробив

ст.гр.БТ-20 бз _____

Дзюбанчук С.П.

Керівник

к.т.н., професор _____

Коц І.В.

Вінниця 2024

Розробити комбіновану систему теплопостачання типового двоповерхового котеджу з використанням теплового насосу та сонячних колекторів.

1. Призначення розробки та місце застосування.

Призначення системи опалення – це забезпечення допустимих та оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях. Система теплопостачання повинна відповідати вимогам економічності, гігієнічності та безпечності в пожежному відношенні. Систему опалення вибирають залежно від району будівництва, теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій та типу будівлі.

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на бакалаврську дипломну роботу затверджено наказом № 80 “11” березня 2024 року. Основою для виконання робіт є план креслення житлового будинку в м. Вінниця.

3. Метою розробки є створення в приміщеннях будинку комфортних умов для жителів.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні робочі креслення будівлі, техно-логічне завдання та нормативно-технічна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціювання наведені у нормативній літературі:

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання» ;
- ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. Частина 2. Будівництво».

6. Вимоги по стандартизації.

При розробці систем забезпечення

мікроклімату необхідно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість їх ремонту чи заміни

7. Вимоги з надійності до систем забезпечення мікроклімату :

Санітарно-гігієнічні — забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур;

Економічні — забезпечення мінімуму приведених затрат (капітальні та на експлуатацію);

Будівельні — ув'язка з будівельними конструкціями;

Монтажні — забезпечення монтажу систем забезпечення мікроклімату індустріальними методами;

Експлуатаційні — простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність та безпечність систем і безперебійність їх роботи;

Естетичні — гарне співвідношення з внутрішнім архітектурним оздобленням приміщення.

7. Вимоги по надійності викладені ДСТУ Б В.2.8-8-96

Обов'язковими є показники:

7.1 Середня виробка обладнання на відмову, яка складає не менше 10 років

7.2 Середній повний строк служби не менше 20 років

7.3 Оцінку відповідності показників надійності – середню виробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності з ДСТУ 3004-95.

7.4 На вироби повинні бути встановлені строки експлуатації

8. Ергономічні вимоги:

8.1 Розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу наглядом протягом денної та нічної частини доби.

8.2 Виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань.

8.3 Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО і ДО повинні за можливості співпадати з строками обслуговування базового обладнання.

9. Порядок розробки випробування, приймання систем вентиляції: Стадії розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013

«Опалення, вентиляція та кондиціювання»

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є: розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципових схем, конструктивних компоновок та робочих креслень,

- розробка та узгодження програми та методики випробувань,
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.

10. Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

11. Порядок приймання розробки здійснюється у відповідності із вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення по виконаній розробці виконує приймальна комісія, яку формує розробник. В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

Перелік документів, що представляється на випробування визначаються у програмі випробувань.

Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проєктування.

11. Етапи проєктування та строки виконання магістерської кваліфікаційної дипломної роботи (табл.1).

Додаток Б

Розрахунок тепловтрат приміщень

№ приміщення	Признач.	t	наймен. огород.	Орієн-тац	R	розрах. зовн. t	попр. коеф.	Δt	h	a	площа огор.	k	основні тепл.		Додаткові тепловтрати		заг.мн	тепло-втрати на вентиляц.	тепло-втрати	Сумарні тепло-втрати
		С			$\frac{m^2}{^\circ C/B}$ т	С			М	М	m^2	$\frac{Вт/м}{^2 ^\circ C}$		орієнт.	вітер	і н ш і		Вт	Вт	Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
01	Хол	18	ЗС	Пд	3,45	-21	1	39	2,5	1	2,50	0,29	28,3	0	5	0	1,05	325,9	29,7	611,1
		18	ВС	-	0,60	16	1	2	2,5	4,04	10,10	1,67	33,7	0	0	0	1		33,7	
		18	ВС	-	0,60	-16	1	34	2,5	1,44	3,60	1,67	20,4	0	0	0	1		20,4	
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	1	2	2,00	0,19	14,8	0	0	0	0,6		8,9	
		18	ПД	-	7,69	-21	0,6	39	1	2	2,00	0,13	10,1	0	0	0	0,6		6,1	
		18	ПД	-	11,11	-21	0,6	39	1	1,1	1,10	0,09	3,9	0	0	0	0,6		2,3	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
02	Кінозал	20				-21											1			
			ЗС	Пд	3,45		1	41	2,5	5,65	13,68	0,29	162,6	0	5	5	1,1	780,7	178,9	1385,1
		20				-21											1,05		44,6	
		20	В	Пд	0,43		1	41	0,5	0,9	0,45	2,30	42,4	0	5	0	1			
		20	ВС	-	0,60	15	1	5	2,5	5,65	14,13	1,67	117,9	0	0	0	1		117,9	
		20				-21											1,15		136,7	
03	Тренажерний зал	15				-21											1,1			
			ЗС	Пд Зх	3,45		1	36	2,5	1,96	4,45	0,29	46,5	0	5	5	1,1	1187,1	51,1	1938,0
		15				-21											1,05		39,1	
			В	Пд Зх	0,43		1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	0	5	0	5			

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		15	ЗС	Зх	3,45	-21	1	36	2,5	1,7	3,80	0,29	39,7	5	5	5	1,15		45,6	
		15	В	Зх	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	5	5	0	1,1		41,0	
		15	ЗС	Пн Зх	3,45	-21	1	36	2,5	1,96	4,45	0,29	46,5	10	5	5	1,2		55,7	
		15	В	Пн Зх	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	10	5	0	1,5		42,8	
		15	ЗС	Пн	3,45	-21	1	36	2,5	8,4	20,5 5	0,29	21 4,5	10	5	5	1,2		25 7,5	
		15	В	Пн	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	10	5	0	1,5		42,8	
		15	ПД	-	5,26	-21	0,6	36	14,02	2	28,0 4	0,19	19 1,8	0	0	0	0,6		11 5,1	
		15	ПД	-	7,69	-21	0,6	36	10,02	2	20,0 4	0,13	93,8	0	0	0	0,6		56,3	
		15	ПД	-	11,11	-21	0,6	36	8,4	0,23	1,93	0,09	6,3	0	0	0	0,6		3,8	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
07(1)	Роздг.	18	ЗС	Пн	3,45	-21	1	39	2,5	2,591	6,48	0,29	73,3	10	5	5	1,2	161,3	87,9	353,6
		18	ЗС	Сх	3,45	-21	1	39	2,5	1,9	4,75	0,29	53,7	10	5	5	1,2		64,5	
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	4,491	2	8,98	0,19	66,6	0	0	0	0,6		39,9	
07(2)	Роздг.	18	ЗС	Сх	3,45	-21	1	39	2,5	1,1	2,75	0,29	31,1	10	5	0	1,5	253,3	35,8	553,9
		18	ВС	-	0,60	20	1	-2	2,5	7,2	18,00	1,67	-60,1	0	0	0	1		-60,1	
		18	ВС	-	0,60	-16	1	34	2,5	2,1	5,25	1,67	298,1	0	0	0	1		298,1	
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	1,1	2	2,20	0,19	16,3	0	0	0	0,6		9,8	
		18	ПД	-	7,69	-21	0,6	39	2,7	2	5,40	0,13	27,4	0	0	0	0,6		16,4	
		18	ПД	-	11,11	-21	0,6	39	2,7	0,1	0,27	0,09	0,9	0	0	0	0,6		0,6	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
07(3)	Роздяг.	18	ЗС	Сх	3,45	-21	1	39	2,5	0,9	2,25	0,29	25,4	10	5	0	1,15	51,3	29,3	568,7
		18	ВС	-	0,60	-16	1	34	2,5	2	5,00	1,67	283,9	0	0	0	1		283,9	
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	0,9	2	1,80	0,19	13,3	0	0	0	0,6		8,0	
		18	ВС	-	0,60	-16	1	34	2,5	2	5,00	1,67	283,9	0	0	0	1		283,9	
		18	ВС	-	0,60	25	1	-7	2,5	3	7,50	1,67	-87,7	0	0	0	1		-87,7	
04	Котельня.	14	ЗС	Сх	3,45	-21	1	35	2,5	1,44	1,40	0,29	14,2	10	5	0	1,15	165,7	16,3	150,8
		14	Д	Сх	0,58	-21	1	35	2,2	1	2,20	1,72	132,4	10	5	0	1,15		152,3	
		14	ПД	-	5,26	-21	0,6	35	1,44	0,75	1,08	0,19	7,2	0	0	0	0,6		4,3	
		14	ПД	-	7,69	-21	0,6	35	1,44	2	2,88	0,13	13,1	0	0	0	0,6		7,9	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		14	ПД	-	11,11	-21	0,6	35	1,44	2	2,88	0,09	9,1	0	0	0	0,6		5,4	
		14	П	-	3,70	24	1	-10	3,5	1,5571	5,45	0,27	-14,7	0	0	0	1		-14,7	
		14	ВС	-	0,60	16	1	-2	2,5	3,9	9,75	1,67	-32,6	0	0	0	1		-32,6	
		14	ВС	-	0,60	18	1	-4	2,5	3,44	8,60	1,67	-57,4	0	0	0	1		-57,4	
		14	ВС	-	0,60	25	1	-11	2,5	2,1	5,25	1,67	-96,4	0	0	0	1		-96,4	
05	техн. приміщення	16	ЗС	Сх	3,45	-21	1	37	2,5	4,3	10,75	0,29	115,3	10	5	5	1,2	421,5	138,4	868,1
		16	ЗС	Пд	3,45	-21	1	37	2,5	3,1	7,75	0,29	83,2	0	5	5	1,1		91,5	
		16	ВС	-	0,60	-16	1	32	2,5	1,5	3,75	1,67	200,4	0	0	0	1		200,4	
		16	ПД	-	5,26	-21	0,6	37	1	2	2,00	0,19	14,1	0	0	0	0,6		8,4	
		16	ПД	-	7,69	-21	0,6	37	1	2	2,00	0,13	9,6	0	0	0	0,6		5,8	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		16	ПД	-	11,11	-21	0,6	37	1	1,1	1,10	0,09	3,7	0	0	0	0,6		2,2	
06	техн. приміще ння	16	ЗС	Зх	3,45	-21	1	37	2,5	1,82	4,55	0,29	48,8	5	5	5	1,15	385,6	56,1	822,9
		16	ЗС	Пд	3,45	-21	1	37	2,5	3,8	9,50	0,29	101,9	0	5	5	1,1		112,1	
		16	ВС	-	0,60	20	1	-4	2,5	3,83	9,58	1,67	-64,0	0	0	0	1		-64,0	
		16	ВС	-	0,60	-16	1	32	2,5	2,2	5,50	1,67	293,9	0	0	0	1		293,9	
		16	ПД	-	5,26	-21	0,6	37	1	2	5,62	0,19	39,5	0	0	0	0,6		23,7	
		16	ПД	-	7,69	-21	0,6	37	1	2	3,80	0,13	18,3	0	0	0	0,6		11,0	
		16	ПД	-	11,11	-21	0,6	37	1	0,3	2,20	0,09	7,3	0	0	0	0,6		4,4	
		16	ПД	-	11,11	-21	0,6	37	1	0,3	2,20	0,09	7,3	0	0	0	0,6		4,4	
06(4)	роздяг- 16)	18	ЗС	Пн	3,45	-21	1	39	2,5	1,35	3,38	0,29	38,2	10	5	0	1,15	55,2	43,9	68,1

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		18	ПД	-	5,26	-21	0,6	39	1,6	1,35	2,16	0,19	16,0	0	0	0	0,6		9,6	
		18	ВС	-	0,33	20	1	-2	2,5	2,71	6,78	3,00	-40,7	0	0	0	1		-40,7	
		18	ВС	-	0,33	18	1	0	2,5	1,35	3,38	3,00	0,0	0	0	0	1		0,0	
																				7101,3
102	Тамбур	18	ЗС	Пд	3,45	-21	1	39	2,7	2,7	2,89	0,29	32,7	0	5	0	1,05	114,6	34,3	488,9
		18	Д	ПД	0,53	-21	1	39	2,2	2	4,40	1,89	323,8	0	5	0	1,05		340,0	
103	Хол	18	ЗС	Пд	3,45	-21	1	39	2,7	1,5	2,55	0,29	28,8	0	5	0	1,05	652,6	30,3	1061,5
		18	В	Пд	0,43	-21	1	39	1,5	1	1,50	2,30	134,6	0	5	0	1,05		141,3	
		18	ВС		0,60	5	1	13	2,7	4,05	10,94	1,67	237,4	0	0	0	1		237,4	
104	Вітальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	2,84	6,02	0,29	71,6	0	5	5	1,1	418,9	78,7	957,3

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	1,1	1,5	1,65	2,30	15 5,6	0	5	0	1 , 0 5		16 3,4	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	4	9,15	0,29	10 8,8	5	5	5	1 , 1 5		12 5,1	
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,1	1,5	1,65	2,30	15 5,6	5	5	0	1 , 1		17 1,2	
105	Вітальня -столова	20	ЗС	Пд Зх	3,45	-21	1	41	2,7	1,96	3,64	0,29	43, 3	0	5	5	1 , 1 1	1460,2	47, 6	2747,8
		20	В	Пд Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	15 5,6	0	5	0	1 , 0 5		16 3,4	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	1,7	2,94	0,29	35, 0	5	5	5	1 , 1 5		40, 2	
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	15 5,6	5	5	0	1 , 1		17 1,2	
		20	ЗС	Пн Зх	3,45	-21	1	41	2,7	1,96	3,64	0,29	43, 3	10	5	5	1 , 2		52, 0	

Продовження таблиці Б.1

[illegible]

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
107	Ванна- кімната	24				-21											1			
			ЗС	Сх	3,45		1	45	2,7	1,56	4,21	0,29	55, 0	10	5	0	1		63, 2	841,7
		24	П	-	0,38	-16	1	40	-	-	5,45	0,27	58, 9	0	0	0	1		58, 9	
		24	ВС	-	0,60	5	1	19	2,7	3,9	10,5 3	1,67	33 4,1	0	0	0	1		33 4,1	
		24	ВС	-	0,60	18	1	6	2,7	2	5,40	1,67	54, 1	0	0	0	1		54, 1	
108	Гараж	24	ВС	-	0,60	16	1	8	2,7	3	8,10	1,67	10 8,2	0	0	0	1		10 8,2	
		5	ЗС	Пн	3,45	-21	1	26	2,7	4,3	11,6 1	0,29	87, 5	10	5	5	1		10 5,0	1938,8
		5	ЗС	Сх	3,45	-21	1	26	2,7	1,65	4,46	0,29	33, 6	10	5	5	1		40, 3	
		5	ЗС	Зх	0,78	-21	1	26	2,7	1,82	4,91	1,29	16 4,8	5	5	5	1		18 9,5	
		5	ЗС	Пд	0,44	-21	1	26	2,7	7,15	3,21	2,29	19 0,8	0	5	5	1		20 9,9	
		5	Д	Пд	0,58	-21	1	26	2,3	7	16,1 0	1,72	72 0,0	0	5	0	1		75 6,0	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
																				8987,5
201	Хол	18	ЗС	Пд	3,45	-21	1	39	2,7	1	2,70	0,29	30,5	0	5	0	1,05	240,6	32,1	497,4
		18	СТ	-	1,18	-21	1	39	-	-	6,78	0,85	224,8	0	0	0	1		224,8	
202	Спальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	6,15	14,96	0,29	177,8	0	5	5	1,1	896,8	195,6	2538,4
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	0	5	0	1,05		163,4	
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	4,5	10,50	0,29	124,8	5	5	5	1,15		143,6	
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	5	5	0	1,1		171,2	
		20	ЗС	Сх	3,45	-21	1	41	2,7	0,5	1,35	0,29	16,1	10	5	5	1,2		19,3	
		20	ЗС	Пн	3,45	-21	1	41	2,7	0,5	1,35	0,29	16,1	10	5	5	1,2		19,3	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		20	BC	-	0,33	18	1	2	2,7	5,65	15,2 6	3,00	91, 5	0	0	0	1		91, 5	
		20	CT	-	1,18	-21	1	41	-	-	24,0 4	0,85	83 7,8	0	0	0	1		83 7,8	
203	Гардеробна	16	ЗС	Зх	3,45	-21	1	37	2,7	4,22	11,3 9	0,29	12 2,3	5	5	5	1 , 1 5	512,7	14 0,6	913,9
		16	ЗС	Пн	3,45	-21	1	37	2,7	3,36	9,07	0,29	97, 3	10	5	5	1 , 2		11 6,8	
		16	BC	-	0,33	22	1	-6	2,7	4,8	12,9 6	3,00	- 23 3,3	0	0	0	1		- 23 3,3	
		16	BC	-	0,60	20	1	-4	2,7	5,65	15,2 6	1,67	- 10 1,9	0	0	0	1		- 10 1,9	
		16	CT	-	1,18	-21	1	37	-	-	15,2 3	0,85	47 9,0	0	0	0	1		47 9,0	
204	Дитяча	22	ЗС	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	5,5	14,8 5	0,29	18 5,2	10	5	0	1 , 1 5	600,2	21 3,0	1535,8
		22	BC	-	0,33	18	1	4	2,7	5	13,5 0	3,00	16 2,0	0	0	0	1		16 2,0	
		22	CT	-	1,18	-21	1	43	-	-	15,3 4	0,85	56 0,7	0	0	0	1		56 0,7	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
205	Дитяча	22	ЗС	Сх	3,45	-21	1	43	2,7	4,22	9,74	0,29	12 1,5	10	5	5	1 , 2	705,4	14 5,8	1905,0
		22	В	Сх	0,43	-21	1	43	1,5	1,1	1,65	2,30	16 3,2	10	5	0	1 , 5		18 7,7	
		22	ЗС	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	4,4	11,8 8	0,29	14 8,1	10	5	5	1 , 2		17 7,8	
		22	ЗС	Пд	3,45	-21	1	43	2,7	0,5	1,35	0,29	16, 8	0	5	5	1 , 1		18, 5	
		22	ВС	-	0,60	20	1	2	2,7	1,2	3,24	1,67	10, 8	0	0	0	1		10, 8	
		22	СТ	-	1,18	-21	1	43	-	-	18,0 3	0,85	65 9,0	0	0	0	1		65 9,0	
206	Ванна- кімната	25	ЗС	Сх	3,45	-21	1	46	2,7	1,56	4,21	0,29	56, 2	10	5	0	1 , 5	275,4	64, 6	629,9
		25	ВС	-	0,60	20	1	5	2,5	1,56	3,90	1,67	32, 6	0	0	0	1		32, 6	
		25	СТ	-	1,18	-21	1	46	-	-	6,58	0,85	25 7,3	0	0	0	1		25 7,3	
207	Спальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	7,65	19,0 1	0,29	22 6,0	0	5	5	1 , 1	1069,2	24 8,6	2986,9

Продовження таблиці Б.1

[illegible]

Додаток В - Дані гідравлічного розрахунку

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma \xi$	P _д	Z, Па	RL+Z, Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	30881,7	1327,6	0,6	32x3	0,7	210	126,0	12,0	245,0	2940,0	3066,0	0,368781
2	27194,5	1169,1	1,9	32x3	0,6	161	305,9	5	180,0	900,0	1205,9	0,324749
3	24364,9	1047,5	3	32x3	0,57	144	432,0	6,5	162,5	1055,9	1487,9	0,290959
4	10377,4	446,1	3	26x3	0,39	105	315,0	5	76,1	380,3	695,3	0,123924
5	6022,7	258,9	12,7	20x2	0,33	105	1333,5	7	54,5	381,2	1714,7	0,071921
6	4529,25	194,7	7,7	20x2	0,27	70	539,0	9,5	36,5	346,3	885,3	0,054087
7	3035,8	130,5	9	16x2	0,32	140	1260,0	9,5	51,2	486,4	1746,4	0,036253
8	2538,4	109,1	7,9	16x2	0,26	101	797,9	3,5	33,8	118,3	916,2	0,030313
9	1269,2	54,6	5,3	16x2	0,12	27	143,1	12	7,2	86,4	229,5	0,015156
10	1269,2	54,6	5,3	16x2	0,12	27	143,1	12	7,2	86,4	229,5	0,015156
11	2538,4	109,1	7,9	16x2	0,26	101	797,9	3,5	33,8	118,3	916,2	0,030313
12	3035,8	130,5	9	16x2	0,32	140	1078,0	9,5	51,2	486,4	1746,4	0,036253
13	4529,25	194,7	7,7	20x2	0,27	70	889,0	9,5	36,5	346,3	885,3	0,054087
14	6022,7	258,9	12,7	20x2	0,33	105	315,0	7	54,5	381,2	1714,7	0,071921
15	10377,4	446,1	3	26x3	0,39	105	315,0	5	76,1	380,3	695,3	0,123924
16	24364,9	1047,5	3	32x3	0,57	144	273,6	6,5	162,5	1055,9	1487,9	0,290959
17	27194,5	1169,1	1,9	32x3	0,6	161	96,6	5	180,0	900,0	1205,9	0,324749
18	30881,7	1327,6	0,6	32x3	0,7	210	126,0	12,0	245,0	2940,0	3066,0	0,368781
											23894,0	0
Відгалуження												0
19	3677,2	158,1	7	16x2	0,39	205	1435,0	9,5	76,1	722,5	2157,5	0,043912
20	2819,1	121,2	8,1	16x2	0,28	120	972,0	5	39,2	196,0	1168,0	0,033665
21	1996,2	85,8	7,2	16x2	0,22	75	540,0	6,5	24,2	157,3	697,3	0,023838

Продовження таблиці В.1

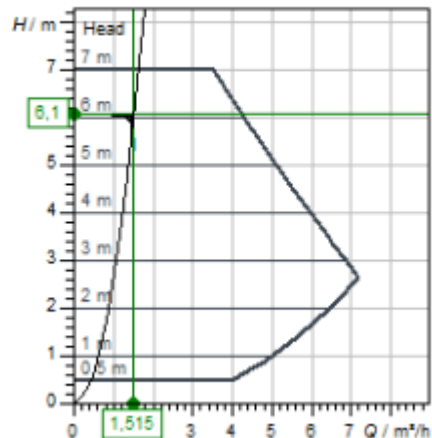
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
22	1996,2	85,8	7,2	16x2	0,22	75	540,0	6,5	24,2	157,3	697,3	0,023838
23	2819,1	121,2	8,1	16x2	0,28	120	972,0	5	39,2	196,0	1168,0	0,033665
24	3677,2	158,1	7	16x2	0,39	205	1435,0	9,5	76,1	722,5	2157,5	0,043912
											8045,6	0
Відгалуження												0
27	10288,2	442,3	4,6	26x3	0,38	101	464,6	5	72,2	361,0	825,6	0,122859
28	8349,4	358,9	4,6	20x2	0,5	212	975,2	3,5	125,0	437,5	1412,7	0,099706
29	7507,7	322,8	1,9	20x2	0,45	176	142,5	11,5	24,2	278,3	420,8	0,089655
30	2507,7	107,8	2,7	16x2	0,26	101	272,7	3,5	33,8	118,3	391,0	0,029946
31	2507,7	107,8	2,7	16x2	0,26	101	272,7	3,5	33,8	118,3	391,0	0,029946
32	7507,7	322,8	1,9	20x2	0,45	176	334,4	11,5	101,3	1164,4	1498,8	0,089655
33	8349,4	358,9	4,6	20x2	0,5	212	975,2	3,5	125,0	437,5	1412,7	0,099706
34	10288,2	442,3	4,6	26x3	0,38	101	464,6	5	72,2	361,0	825,6	0,122859
											6100	0
Відгалуження												0
37	4354,7	187,2	2,3	16x2	0,44	250	575,0	5	96,8	484,0	1059,0	0,052003
38	2449,7	105,3	12,7	16x2	0,26	100	1270,0	8	33,8	270,4	1540,4	0,029254
39	913,9	39,3	5,5	16x2	0,09	10	55,0	12	4,1	48,6	103,6	0,010914
40	913,9	39,3	5,5	16x2	0,09	10	55,0	12	4,1	48,6	103,6	0,010914
41	2449,7	105,3	12,7	16x2	0,26	100	1270,0	8	33,8	270,4	1540,4	0,029254
42	4354,7	187,2	2,3	16x2	0,44	250	575,0	5	96,8	484,0	1059,0	0,052003
											5406,0	0
Відгалуження												0
43	3699,3	635	12,6	26x3	0,58	213	2689	3,1	162	503	3192	0,044176

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
44	1996,3	343	12,6	26x3	0,31	71	894	3,1	46,8	145	1039	0,044176
											4231	0
Відгалуження												0
45	2828	486	12,6	26x3	0,44	132	1663	3,1	94,4	294	1965	0,03379
46	2611	471,4	12,6	26x3	0,045	135	1698	3,1	96,77	300	2006	0,03379
											3971	0

$$\begin{aligned}\sum P &= 66619 \text{ Па ;} \\ \sum G &= 1514 \text{ кг/год ;} \\ \sum Q &= 26440 \text{ Вт/год}\end{aligned}$$

Підбираємо насос для насосної групи сист. опалення з запасом тиску 10%
(WILO Yonos Махo 30/0.5-7 ; 220В ;85 Вт max ; PN 10) .



Додаток Г Розрахунок теплої підлоги

01		02		03(d 16 mm)		07		103	
S м ²	5,1	S	16,2	S	30	S	16	S	18,4
Q Вт.	611	Q	1385	Q	1938	Q	890	Q	1062
qop Вт/м ²	120	qop	85	qop	65	qop	55,6	qop	58
A м.	0,1	A	0,25	A	0,3	A	0,35	A	0,3
qi Вт/м.п.	12	qi	21,25	qi	19,5	qi	19,5	qi	17,5
L м.	51	L	65	L	99	L	46	L	61
G кг/год	52,5	G	119	G	166	G	76,47	G	91,25
W м/с	52,5	W	0,3	W	0,24	W	0,19	W	0,23
R Па/м.п.	30	R	126	R	58	R	56	R	79
Z	1040	Z	3420	Z	1766	Z	1177	Z	1676
RL+Z Па	2560	RL+Z	11623	RL+Z	7475	RL+Z	3834	RL+Z	6490
104		105x2		106		107			
S	11,3	S	20	S	17	S	5,5		
Q	957	Q	1373	Q	952	Q	592		
qop	84	qop	69	qop	56	qop	108		
A	0,25	A	0,3	A	0,35	A	0,1		
qi	21	qi	21	qi	19,6	qi	10,8		
L	45,6	L	65	L	49	L	55		
G	82,3	G	117	G	82	G	51		
W	0,21	W	0,3	W	0,21	W	0,13		
R	66	R	124	R	65	R	28		
Z	1361	Z	2801	Z	1347	Z	312		
RL+Z	4381	RL+Z	10878	RL+Z	4534	RL+Z	1861		

Загальна втрата напору: 64514 Па

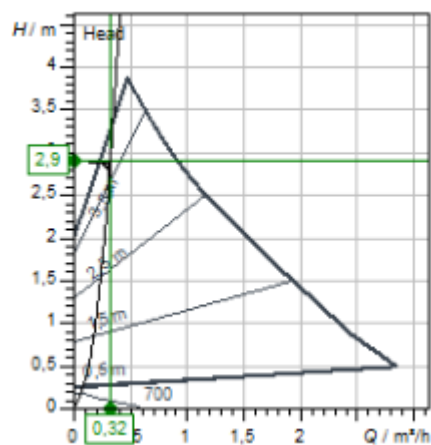
Втрати по колекторам для підбору насосу (до втрати напору додати 10%): WILO Stratos Pico 15/0.5-4

(гілка 43) P= 26290 Па ; G= 316 кг/год

(44) P=14183 Па ;G= 171.5 кг/год

(45) P= 11305 Па ; G= 242.47 кг/год

(46) P= 12732 Па ;G= 224.55 кг/год



Додаток Д

Характеристика ТН arоTHERM split VWL 125/5 AS

Технические характеристики – Общая информация

	VWL 35/5 AS 230V (S2)	VWL 55/5 AS 230V (S2)	VWL 75/5 AS 230V (S2)	VWL 105/5 AS 230V (S2)	VWL 105/5 AS (S2)	VWL 125/5 AS 230V (S2)	VWL 125/5 AS (S2)
Ширина	1 100 мм	1 100 мм	1 100 мм	1 100 мм	1 100 мм	1 100 мм	1 100 мм
Высота	765 мм	765 мм	965 мм	1 565 мм	1 565 мм	1 565 мм	1 565 мм
Глубина	450 мм	450 мм	450 мм	450 мм	450 мм	450 мм	450 мм
Вес, с упаковкой	111,4 кг	111,4 кг	126 кг	187 кг	206 кг	187 кг	206 кг
Вес, эксплуатационный	92,2 кг	92,2 кг	106,3 кг	162,5 кг	181,5 кг	162,5 кг	181,5 кг
Номинальное напряжение	230 В (+10/-15 %), 50 Гц, 1~/N/PE	230 В (+10/-15 %), 50 Гц, 1~/N/PE	230 В (+10/-15 %), 50 Гц, 1~/N/PE	230 В (+10/-15 %), 50 Гц, 1~/N/PE	400 В (+10/-15 %), 50 Гц, 3~/N/PE	230 В (+10/-15 %), 50 Гц, 1~/N/PE	400 В (+10/-15 %), 50 Гц, 3~/N/PE
Номинальная мощность, макс.	2,96 кВт	2,96 кВт	3,84 кВт	4,90 кВт	7,60 кВт	4,90 кВт	7,60 кВт
Номинальный ток, макс.	11,5 А	11,5 А	14,9 А	21,3 А	13,5 А	21,3 А	13,5 А
Пусковой ток	11,5 А	11,5 А	14,9 А	21,3 А	13,5 А	21,3 А	13,5 А
Тип защиты	IP 15 В	IP 15 В	IP 15 В	IP 15 В	IP 15 В	IP 15 В	IP 15 В
Тип предохранителя	Категория С, инерционный, 1-полюсный	Категория С, инерционный, 1-полюсный	Категория С, инерционный, 1-полюсный	Категория С, инерционный, 1-полюсный	Категория С, инерционный, 3-полюсный	Категория С, инерционный, 1-полюсный	Категория С, инерционный, 3-полюсный
Категория перенапряжения	II	II	II	II	II	II	II
Вентилятор, потребляемая мощность	50 Вт	50 Вт	50 Вт	50 Вт	50 Вт	50 Вт	50 Вт
Вентилятор, количество	1	1	1	2	2	2	2

Додаток К - Технічні характеристики біметалічного секційного радіатора DJOUL

Назва параметру	Одиниця виміру	Значення
Об'єм води в секції	л.	0,2
Здатність витримувати високий тиск та гідроудари	бар.	До 60
Робочий тиск	бар	35
Маса 1 секції	кг	1,25
Розміри	мм	557*77*78
Макс.темп.теплоносія	°C	110

Додаток Л

Технічні характеристики геліоколектора Vitosol 200 D30l-200

Тип коллектора	Оптический КПД, η_0 , %	Коэффициенты тепловых потерь		Удельная теплоемкость кДж/(м ² ·К)	Максимальная температура при простое, °С
		k_1 Вт/(м ² ·К)	k_2 Вт/(м ² ·К ²)		
Vitosol 200–F					
– Тип SV2/SH2	79,1 ¹⁾	3,94	0,0122	5,35	202
– Тип 5 DI	84 ¹⁾	4,16	0,0073	6,4	185
Vitosol 300–F					
– Тип SV3/SH3	84 ¹⁾	3,86	0,0139	6,4	221
Vitosol 200–T					
– Тип SD2					
(1 и 2 м ²)	82 ¹⁾	1,62	0,0068	9,3	282
(3 м ²)	83,2 ¹⁾	1,87	0,0041	9,3	282
Vitosol 300–T					
– Тип S33					
(2 м ²)	81,5 ¹⁾	1,43	0,0076	7,8	176,6
(3 м ²)	78,4 ¹⁾	1,36	0,0045	7,8	186

¹⁾ по отношению к поверхности абсорбера

Додаток Н

Таблиця 3.9 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт .

Обгр. по РЕКН	Найменування робіт	Од. ви- міру	Об'єм робіт	Норма часу, люд*г од.	Трудо- місткість, люд* дні	Виконавці		Три валі сть, дні
						кіль- кість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Система опалення								
E1-1-1	Транспортуванн я та складування матеріалів і виробів	т	1,540	3	0,58	2	робітн. 4р.-2	0,5
20-27- 1	Буріння отворів	100 шт	0,22	33,6	0,92	1	Монт 3р-1	1
18-2-1	Встановлення теплового насоса	шт	1	36,24	4,53	3	монтажн. 5р.-2 4р.-1	2
18-5-1	Встановлення буферної ємності системи опалення	шт	1	21,98	2,75	2	монтажн. 4р.-2	2
16-11- 1	Прокладання трубопроводів обв'язки ТН D _y 32 мм.	100 м	0,12	61,34	0,92	3	Слюсар5 р.-1; 4р.-1, 3р.-1	0,5
16-13- 1	Прокладання металополімерн их трубопроводів D _y 16 мм	100 м	8,09	95,78	96,85	6	слюсар- сантехнік 4,2 розрядів	17
16-14- 1	Прокладання металополімерн их трубопроводів D _y 20 мм	100 м	0,66	95,78	7,9	2	слюсар- сантехнік 4,2 розрядів	4

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16-14-2	Прокладання металополімерних трубопроводів D _y 25 мм	100 м	0,12	95,78	1,43	2	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	1
16-14-3	Прокладання металополімерних трубопроводів D _y 32 мм	100 м	0,12	95,78	1,43	2	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	1

Продовження таблиці 3.9

18-6-2	Встановлення опалювальних приладів	100 кВт	0,11	96,92	1,33	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1
18-22-5	Встановлення кранів повітряних	шт	10	0,2	0,25	1	монтажн. 4р.-1	0,5
16-15-1	Встановлення запірної – регулюючої арматури D_y до 25 мм	шт	40	2,41	12,05	3	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	4,5
16-15-2	Встановлення запірної – регулюючої арматури D_y до 50 мм	1 шт	6	2,41	1,8	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1	1
18-13-1	Встановлення циркуляційних насосів	шт	6	21,32	10,66	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	2
16-29-4	Гідравлічне випробовування трубопроводів	500 м	1	8,22	1	2	сл.сантех. 5р.-1, 3р.-1	0,5
26-8-1	Ізоляція трубопроводів	10 м	30	6,78	25,4	2	монтажн. 3р.-1, 2р.-1	2

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18-22-2	Встановлення датчиків, приладів управління і регулювання	шт	15	0,36	0,675	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1	0,5
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів на повернення	т	0,085	3	0,03	2	Робітники 2р. –1	0,5

Додаток П

АКТ ПРИЙНЯТТЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Об'єкт: адміністративна будівля
р. _____

« _____
« _____

Комісія у складі :
представника Замовника _____

представника генерального підрядника _____

представника будівельно-монтажної організації _____

здійснила прийняття системи опалення Коттеджного будинку _____

Встановили :
Обладнання й монтаж системи опалення відповідає проекту і технічним умовам.
При монтажі системи опалення виявлені такі дефекти й недоробки ,які не
заважають нормальній експлуатації: не виявлено

Дефекти повинні бути усунені до призначення Держкомісії .На основі
здійсненого огляду та випробувань систему опалення вважати прийнятою і
допущеною до експлуатації з оцінкою: добре

Представники :

Замовника: _____

Генерального підрядника: _____

Будівельно-монтажної організації: _____

Додаток Р – Акт гідравлічного
випробування

Проведення

гідравлічного випробування

водопровідної

мережі

м .Київ
р.

„_____” _____ 20 _

Комісія в складі представників :

будівельно-монтажної організації

(назва організації, посада, прізвище, ініціали
відповідального)

,

технічного нагляду замовника

(назва організації, посада, прізвище, ініціали
відповідального)

,

експлуатаційної організації

(посада, прізвище, ініціали відповідального)

склали даний акт про проведення гідравлічного випробування водопровідної
мережі

із _____ труб, діаметром _____ мм, довжиною _____ м,

(матеріал труб)

прокладеної по вул.

(назва та адреса об'єкту згідно проекту та технічних умов)

Тиск під час випробування в трубопроводі пресом було доведено до _____

атм.

Падіння тиску після відключення преса на _____ хв. складає _____

атм.

На підставі вище викладеного побудований трубопровід вважається таким, що

витримав гідравлічне випробування згідно

.

(назва нормативного документу)

Представник будівельної організації _____ /

_____ /

/підпис/

П.І.Б.

Представник технагляду замовника _____ /

_____ /

/підпис/

П.І.Б.

Представник експлуатаційно

/підпис/

П.І.Б

ДОДАТОК С

	Артикул	Товар	Кількість	
1	M202100033	Vortex 500 Депаратор шламу Large з магнітним уловлювачем, різьба 1"	1	шт
2		Американка для лічильника Ø1/2"*Ø3/4"	1	компл.
3	Ф2а2Н-25	Американка кут. 1" (нік) SF /в уп.10/50/	1	шт
4	Ф2а1н-20	Американка пр. 3/4" (нік) SF /в уп.10/100/	1	шт
5	Ф2а1н-25	Американка пр. 1" (нік) SF /в уп.5/50/	5	шт
6		Бак розширювальний 35л. VR (Watersystem)	1	шт
7	121090101	Бойлер ОКС 300 NTRR/BP	1	шт.
8	0010021457	Буферна ємність для теплових насосів VPS R 200/1 B	1	шт
9		Витратні матеріали	1	шт
10	0010023526	Внутр. блок VWL 127/5 IS до aroTherm VWL 125/5 AS 230 V	1	шт
11		Гідроакумулятор 24л. VAO (Watersystem)	1	шт
12	305827	Група безп без редукт тиску для VIN більше 200 до 10 бар	1	шт.
13		Дюбель до хомута розпірний КП-12/8*60 п/п	50	шт
14	66341	Електричний 3-х позиційний сервомотор Meibes 220В 6Нм для змішувачів Ду 15-32	1	шт.
15	521500	Змішувач термостат 3/4"*30-65C Caleffi	1	шт.
16	0010021637	Зовн. блок aroTherm VWL 125/5 AS Тепл. пот. 11,9 кВт, Хол. пот. 8,8 кВт 400 V	1	шт
17		Ізоляційна стрічка PBX 25м біла Electro House	2	шт
18		Ізоляційна стрічка тефлонова 100*25м	1	руп
19	521000015	Ізоляція труб.Tubex St Ø22*6 (Protekt Blue) /в уп.300/	6	м
20	521000005	Ізоляція труб.Tubex St Ø22*6 (Protekt Red) /в уп.300/	6	м
21	521000018	Ізоляція труб.Tubex St Ø28*6 (Protekt Blue) /в уп.230/	6	м
22	521000017	Ізоляція труб.Tubex St Ø28*6 (Protekt Red) /в уп.230/	6	м
23	521000021	Ізоляція труб.Tubex St Ø35*6 (Protekt Blue) /в уп.180/	4	м
24	521000022	Ізоляція труб.Tubex St Ø35*6 (Protekt Red) /в уп.180/	4	м
25	4974	Йоржик 28 SANHA	1	шт.
26	10100004	Клапан зворотній 1/2" Bonomi	2	шт.
27	10100006	Клапан зворотній 3/4" Bonomi	1	шт.
28	10100008	Клапан зворотній 1" Bonomi	1	шт.
29	0010038502	Колектор плоский верт. встановл. auroTHERM classic VFK 135/2 VD	3	шт
30	5090	Коліно 15(мідь) 2муфти	7	шт.
31	5090	Коліно 22(мідь) 2муфти	7	шт.
32	5090	Коліно 28(мідь) 2муфти SANHA	30	шт.
33	SKO02090RCT	Коліно 90° 20 Ekoplastik /в уп.50/500/	10	шт.
34	P 7120 00	Коліно 90 20*2 Herz /в упак. 10/80/	2	шт.
35	SKO02590RCT	Коліно 90° 25 Ekoplastik /в уп.50/250/	10	шт
36	P 7126 00	Коліно 90 26*3 Herz /в упак. 5/30/	2	шт.
37	SKO03290RCT	Коліно 90° 32 Ekoplastik /в уп.25/150/	10	шт.
38	P 7132 00	Коліно 90 32*3 Herz /в упак. 5/25/	2	шт.
39	6603230	Консоль стінова 30х30х300 м DN150 Walraven	2	шт
40	502640	Кран ВО верт.авт. 1/2" CALEFFI	6	шт.
41	1 2205 02	Кран для підключення бака 3/4" ГЕРЦ	2	шт
42	76500004R	Кран шар. (амер) 1/2" Bonomi	3	шт.
43	76500006R	Кран шар. (амер) 3/4" Bonomi	1	шт.
44	76500008R	Кран шар. (амер) 1" Bonomi	14	шт.
45	76070004R	Кран шар. В/З 1/2" Bonomi "метелик"	3	шт.
46	76070006R	Кран шар. В/З 3/4" Bonomi "метелик"	2	шт.
47	76070008R	Кран шар. В/З 1" Bonomi "метелик"	4	шт.
48	76170004R	Кран шар. з дренажним відводом ВВ 1/2" Bonomi уп.15/60/	1	шт.
49		Кронштейн д/кріплення розш. бачка (35-50л.)	1	шт
50	91463211	Манометр 63 Ø1/4" В 4 бар CEWAL	1	шт.
51	5270	Муфта 28(мідь)SANHA	10	шт.
52	Ф2м2Н-2025	Муфта ред. В-В 1"*3/4 (нік) SF /в уп.10/120/	1	шт.
53	Ф2м2-2540	Муфта ред. В-В 1 1/2"* 1" (лат) SF /в уп.5/60/	1	шт.
54	4232691	Насос Wilo Stratos PICO 15/0,5-4 130	4	шт.
55	4232694	Насос Wilo Yonos Maxo 30/0,5-7 180	1	шт

57	4132761	Насос Wilo Star-Z-NOVA-A 180	1	шт.
58	66831 EA	Насосна група МК 1"(без насоса) подача справа	1	шт
59	4243g	Ніпель 15*Ø1/2 ПхЗ (мідь) SANHA	1	шт.
60	4243g	Ніпель 22*Ø3/4 ПхЗ (мідь) SANHA	1	шт.
61	4243g	Ніпель 28*Ø1 ПхЗ (мідь) SANHA	17	шт.
62	Ф2Н1Н-15	Ніпель 3-3 1/2" (нік) SF /в уп.10/500/	3	шт.
63	Ф2Н1Н-20	Ніпель 3-3 3/4" (нік) SF /в уп.10/280/	2	шт.
64	SF57N0606	Ніпель 3-3 1" (нік) SF /в уп.10/140/	9	шт
65	1500210	Пакля Unigarm 200 гр	5	шт
66	103103	Паста для паковки Gebatout 200 гр.	1	шт
67	Ф2р1Н-0615	Перехід 3-В 1/2" * 1/4" (нік) SF /в уп.10/800/	1	шт
68	Ф2р1Н-1520	Перехід 3-В 3/4"*1/2" (нік) SF /в уп.10/400/	1	шт
69	Ф2р1Н-1525	Перехід 3-В 1"*1/2" (нік) SF /в уп.10/300/	4	шт
70	SF61N0605	Перехід 3-В 1"*3/4" (нік) SF /в уп.10/250/	5	шт
71	Ф2р1-2540	Перехід 3-В 1 1/2" * 1" (лат) SF /в уп.10/120/	4	шт.
72	Ф2у1Н-2025	Перехід В-3 1"*3/4" (нік) SF /в уп.10/180/	1	шт
73	Ф2у1-2540	Перехід В-3 1 1/2" *1" (лат) SF /в уп.10/60/	1	шт.
74	3.4050.40.020	Перехід з МРВ 32* 3/4" Berke /в уп. 110/	1	шт.
75	SZI02020XX	Перехід МРВ 20*Ø1/2" Ekoplastik /в уп.10/250/	1	шт
76	SZI03232OK	Перехід МРВ 32*Ø1" OK Ekoplastik /в уп.10/60/	1	шт.
77	SZE02020XX	Перехід МРЗ 20*Ø1/2" Ekoplastik /в уп.10/150/	4	шт
78	SZE02525XX	Перехід МРЗ 25*Ø3/4" Ekoplastik /в уп.20/100/	3	шт.
79	SZE03232XX	Перехід МРЗ 32*Ø1" Ekoplastik /в уп.10/60/	2	шт.
80	P 7020 12	Прес-з'єднання з ЗР 20*2-R 3/4 Herz /в упак. 10/150/	2	шт
81	P 7026 13	Прес-з'єднання з ЗР 26*3-R 1 Herz /в упак. 5/80/	2	шт.
82	P 7032 13	Прес-з'єднання з ЗР 32*3-R 1 Herz /в упак. 5/70/	2	шт.
83	4933	припой №3 250гр.	1	шт.
84		Провід ПВС 2*0,75	12	м
85		Провід ПВС 5х2,5 33КМ	12	м
86	0010013153	Станція для незакипаючої сонячної системи VPM 15 D (до 6 панелей)	1	шт.
87	91646050	Термометр 63*Ø1/2" 50мм В 0/120*С CEWAL	1	шт.
88	STK020RCTX	Трійник 20 Ekoplastik /в уп.50/300/	1	шт.
89	5130	Трійник 28(мідь)SANHA	1	шт.
90	10048164	есо TEC plus 24 cs	1	шт
91	STKR03225RC	Трійник 32*25*32 Ekoplastik /в уп.25/100/	1	шт.
92	Ф2т1Н-15	Трійник В-В-В 1/2" (нік) SF /в уп.10/140/	1	шт.
93	Ф2т1Н-25	Трійник В-В-В 1" (нік) SF /в уп.10/50/	4	шт
94	P 7232 07	Трійник ред. 32*3-26*3-32*3 Herz /в упак. 5/30/	2	шт.
95	Ф2т2Н-1520	Трійник ред. В-В-В 3/4" *1/2"*3/4" (нік) SF /в уп.5/40/	1	шт
96	Ф2т2Н-1525	Трійник ред. В-В-В 1" *1/2"*1" (нік) SF /в уп.5/40/	3	шт
97	Ф2т2Н-2025N	Трійник ред. В-В-В 1" *3/4"*1" (нік) SF /в уп.5/40/	3	шт
98	5130	Трійник редук.28*15*28(мідь)SANHA	1	шт.
99	5130	Трійник редук.28*22*18(мідь)SANHA	1	шт.
100	З C200 20	Труба 20*2 (0.4 мм алюм.) Herz PE-RT /в бухті 100м/	660	м.
101	З C260 30	Труба 26*3 (0.5 мм алюм.) Herz PE-RT-HT /в бухті 50м/	120	м
102	З C320 30	Труба 32*3 (0.5 мм алюм.) Herz PE-RT-HT /в бухті 50м/	120	м.
103	STRFB020TRCT	Труба FIBER Basalt Plus 20*2.8 Ekoplastik /в уп.100/	2	м.
104	STRFB025TRCT	Труба FIBER Basalt Plus 25*3.4 Ekoplastik /в уп.60/	2	м.
105	STRFB032TRCT	Труба FIBER Basalt Plus 32* 4.4 Ekoplastik /в уп.40/	4	м.
106	STR025P20X	Труба PN 20 *25*4.2 Ekoplastik /в уп.60/	2	м.
107	STR032P20X	Труба PN 20 *32*5.4 Ekoplastik /в уп.40/	4	м.
108		Труба мідн. Ø3/8" Hetcool м'яка 9,52*0,8мм*15м	10	м
109		Труба мідн. Ø5/8" Hetcool м'яка 15,87*0,9*15м	10	м
110	SANCO15-1t	Труба мідна Ø15*1мм тв. SANCO 2,5м	5	м
111	SANCO22-1t	Труба мідна Ø22*1мм тв. SANCO 2,5м	2,5	м
112	SANCO28-1t	Труба мідна Ø28*1мм тв. SANCO	22,5	м
113		Трубка гумова K-flex ST Ø10*09 /в уп. 266/	10	м
114		Трубка гумова K-flex ST Ø15*09 /в уп. 266/	16	м
115		Трубка гумова K-flex ST Ø22*09 /в уп. 136/	4	м

116		Трубка гумова K-flex ST Ø28*09 /в уп. 98/	2	м
117	*****	Трубка гумова K-flex ST Ø35*09 /в уп. 76/	26	м.
118	961	Тряпка д/зачистки	8	шт.
119	19050004	Фільтр мех.оч. 1/2" Bonomi	1	шт.
120	19050008	Фільтр мех.оч. 1" Bonomi	5	шт.
121	4943	Флюс+паста 250гр	1	шт.
122		Хомут М8 Ø 25-30 (3/4")./в уп.200 шт/	10	шт
123		Хомут М8 Ø 32-37 (1") /в уп.150 шт/	10	шт
124		Хомут М8 Ø 42-47 (1 1/4") /в уп.200 шт/	30	шт
125		Шпилька до хомута комб. з шестигран. ЦБ ШДМ М8*100	50	шт

КРЕСЛЕННЯ

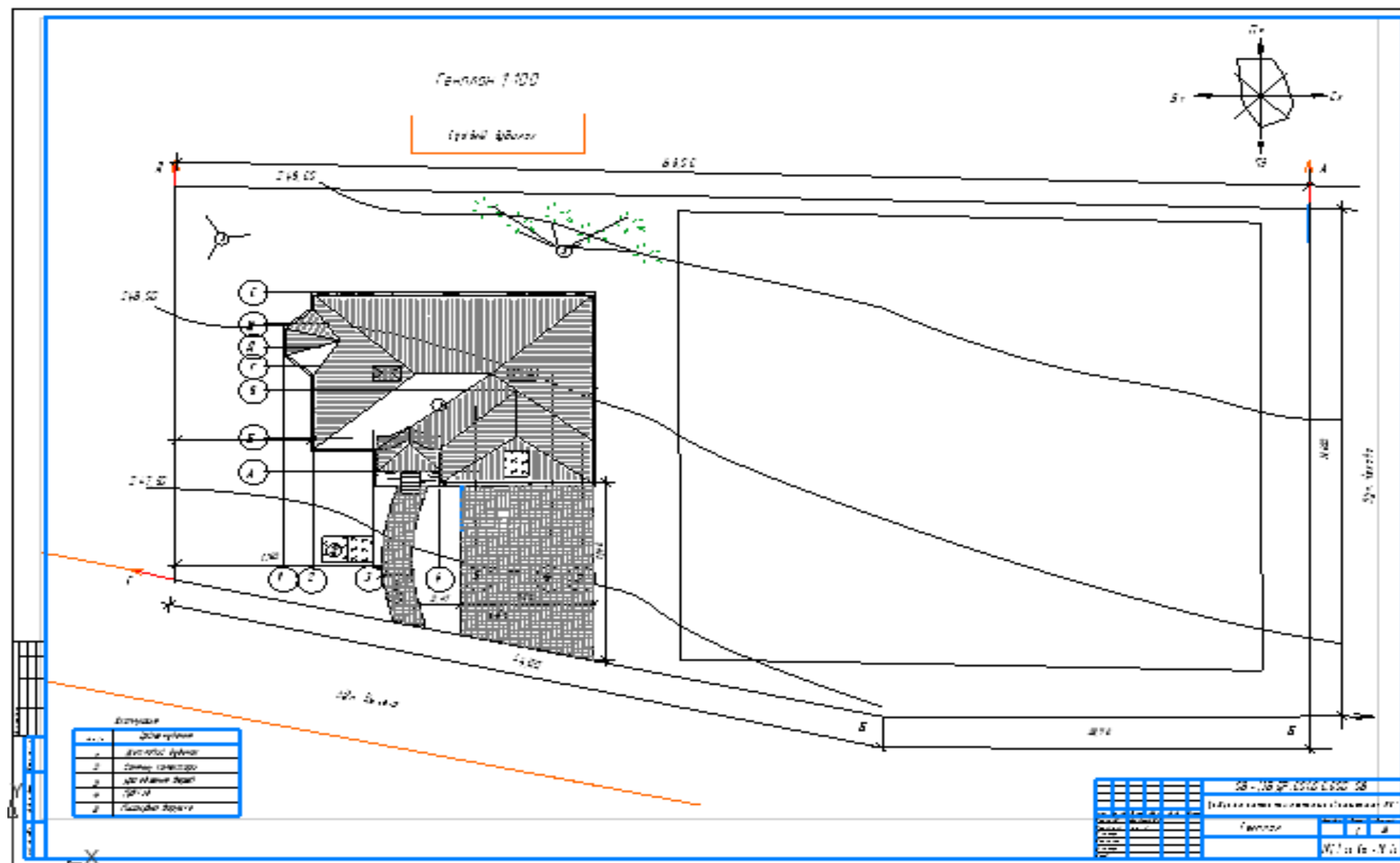


Схема систем опалення та горячого водопостачання на пляжі цокольного поверху

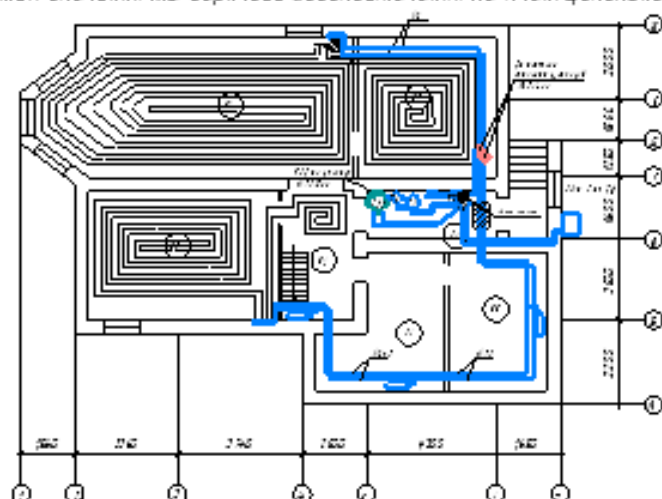


Схема систем ополення та горячого водопостачання на площі / поверхні

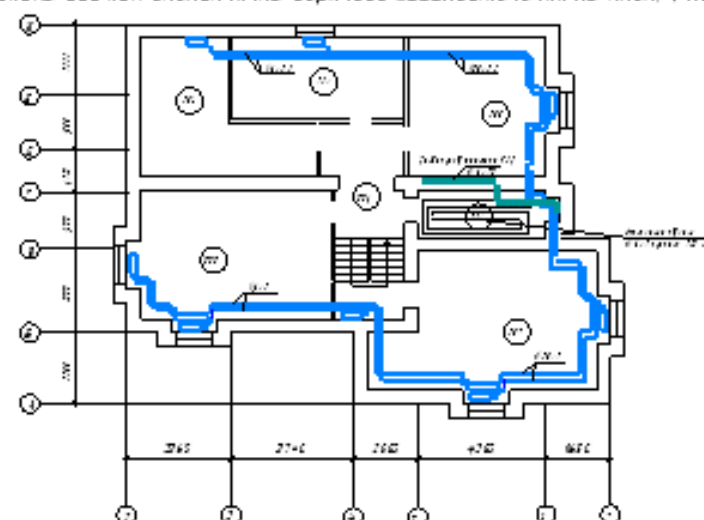
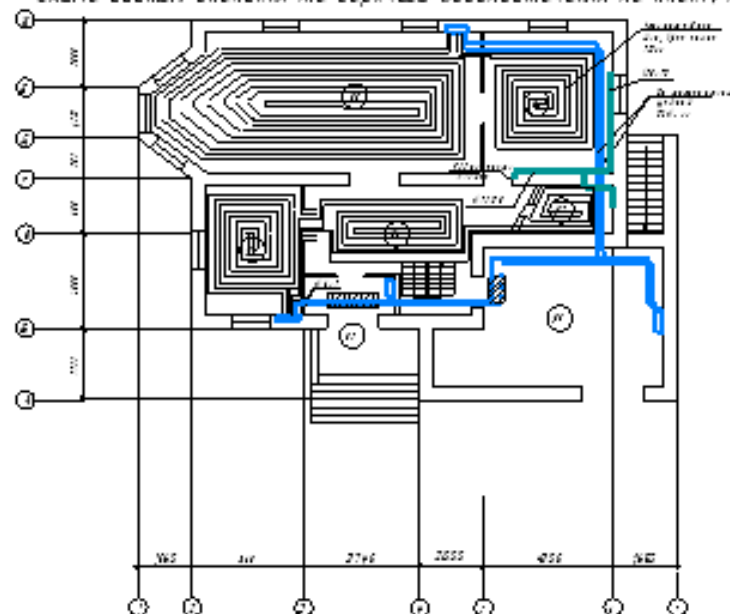


Схема систем опалення та гарячого водопостачання на площі/побережжя

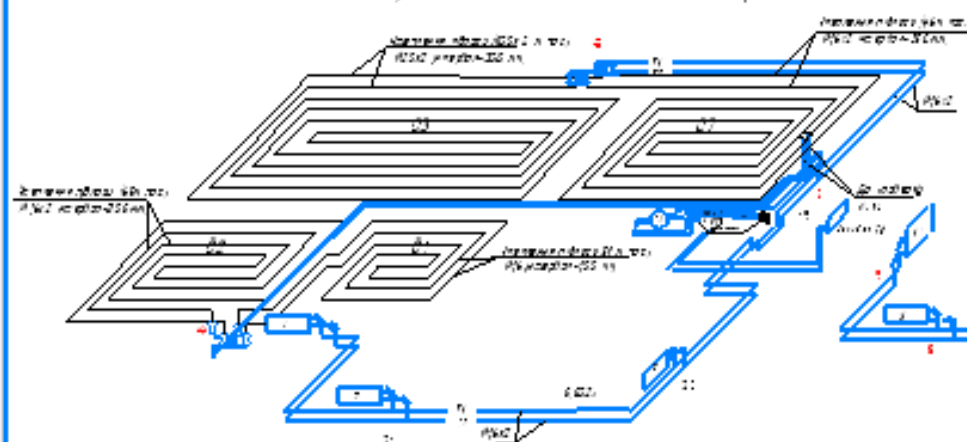


ISTIS/ESPE

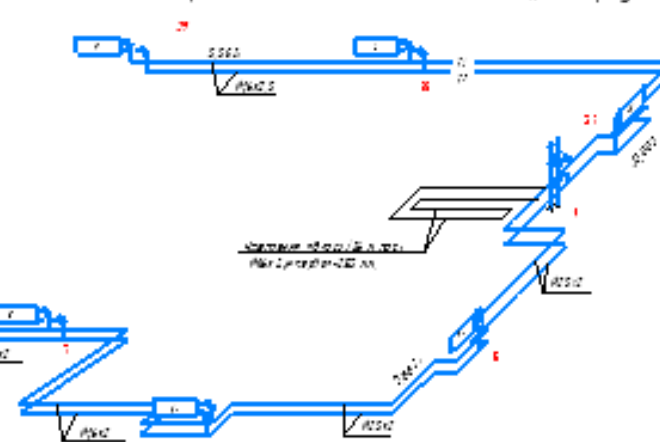
№ п/п	Наименование показателя	2016 г.	2017 г.
Итого по региону			
01	ИТ	9 871	9 871
02	Бюджет	22 276	19 867
03	Государственный	28 79	19 868
04	Муниципальный	1 667	222
05	Частный	2 072	2 667
06	Частногосударственный	12 27	22 79
07	Итого по сектору	11 866	22 628
Итого по отрасли			
081	Исследования	4 97	---
082	Образование	222	2 668
083	Наука	16 78	16 78
084	Общество	6 123	9 727
085	Экономика и управление	28 79	28 79
086	Здравоохранение	1 009	9 012
087	Культура и искусство	2 66	2 667
088	Спорт	26 97	19 868
Итого по отрасли			
081	Наука	6 78	22 79
082	Образование	22 276	22 668
083	Исследования	222	16 78
084	Государственный	22 27	22 27
085	Частногосударственный	16 0	19 868
086	Муниципальный	6 66	22 79
087	Общество	28 79	28 79

[illegible]

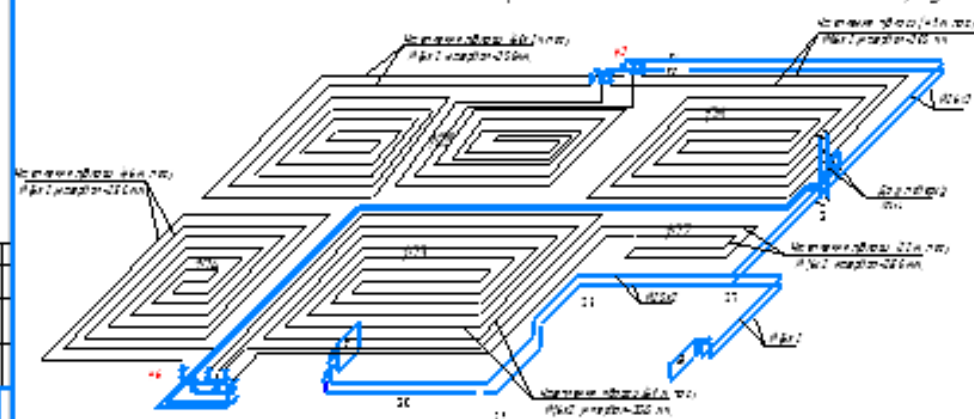
Аксонетрична схема системи опалення цокольної частини



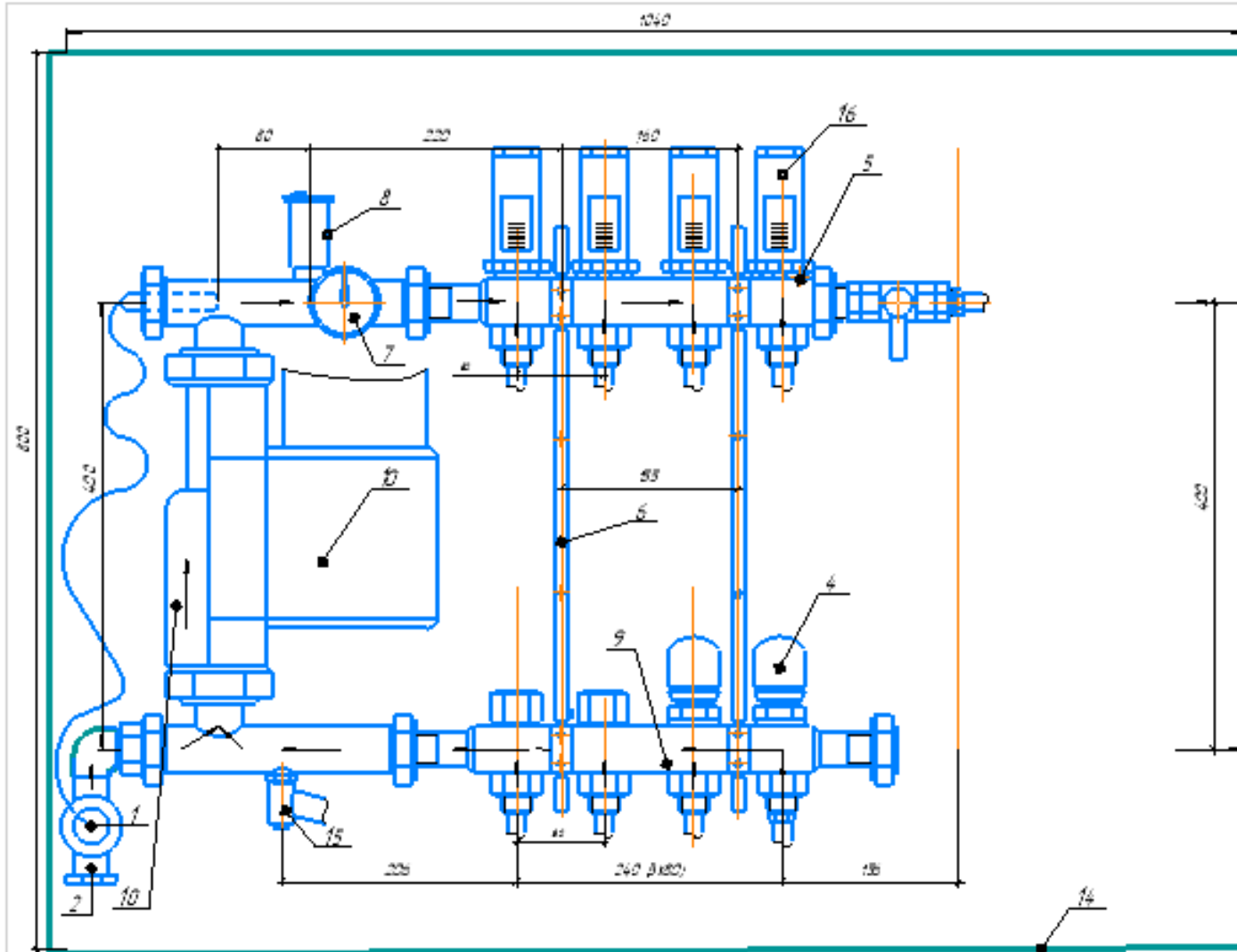
Аксонетрична схема системи опалення II поверху



Аксонетрична схема системи опалення I поверху



08-11824001000000 08			
Система опалення приміщення (С)			
Вид опалення	Водяне опалення	Макс. температура	55/45
Вид опалення	Водяне опалення	Макс. температура	50/40
Вид опалення	Водяне опалення	Макс. температура	55/45
Вид опалення	Водяне опалення	Макс. температура	50/40



Специфікація

- 1 Термостатична головка;
- 2 Клапан термостатичний;
- 3 Термостатичний копіляр;
- 4 Сервопривід ;
- 5 Витратомір ;
- 6 Кронштейн;
- 7 Термометр;
- 8 Автоматичний повітрявідвідник;
- 9 Змішувальний зворотний колектор;
- 10 Насос Grundfos;
- 11 Змішувальний подаючий колектор;
- 12 Злильний кран;
- 13 Металопластикова труба ;
- 14 Колекторна шафа;
- 15 Кран кульовий запірний;
- 16 Витратомір;
- 17 Копіляр.

08-03.5D.P.00100.000.008

Індивідуальна система опалення з підлоговою СІТ

Система опалення по

зв'язаного відопалювання

Устаткування системи опалення 08/12 з оп. 6T-20/2

УДК 62-50:62-50.01

[illegible]

diagram	degree
$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$	3
$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$	4
$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$	5
$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G$	6

