

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання  
Кафедра інженерних систем у будівництві

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання»**

Виконав: студент 2-го курсу,  
групи ТГ-20м спеціальності  
192 – Будівництво та цивільна  
інженерія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Гулько С.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник: к.т.н., професор  
каф. ІСБ

Коц І.В.

(ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф.  
БМГА

Христич О.В.

(ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Вінниця – 2021 рік

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання  
Кафедра Інженерних систем у будівництві  
Рівень вищої освіти II (магістерський)  
Галузь знань 19 - Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)  
Спеціальність 192 - Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)  
Освітня програма "Теплогазопостачання і вентиляція"

**"ЗАТВЕРДЖУЮ"**  
Завідувач кафедри ІСБ  
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

“ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА**

Гулька Сергія Валентиновича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання  
керівник проекту (роботи) Коц Іван Васильович, к.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затвержені наказом закладу вищої освіти № 214 від "25" вересня 2021 року.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 1 грудня 2021р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): Архітектурно-будівельні креслення будівлі. Проектна документація на будівництво, результати обстеження будівлі, технічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі. Відомі конструктивні рішення систем забезпечення тепlopостачання, наукові дослідження в напрямку енергоефективних технологій в системі опалення, наукові публікації.

4. Зміст текстової частини: вступ (актуальність, мета і задачі, об'єкт предмет та новизна наукових досліджень, практична значимість, методи дослідження), аналіз джерел та систем відбору низькопотенційного тепла, теоретичне та практичне обґрунтування та практичних рішень з використанням устаткування для комбінованих джерел теплової енергії в системі тепlopостачання, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень для використання комбінованих джерел енергії в системі тепlopостачання, заходи з охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, техніко-економічні показники, загальний висновок, перелік використаних джерел, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Креслення: плани поверхів з нанесенням системи опалення, аксонометричні схеми системи опалення, аксонометрична схема системи ГВП, колекторна система теплої підлоги, об'язка обладнання котельні, розподільник розсолного контуру, план системи опалення прибудованої теплиці, тепломеханічна схема, об'язка теплокомунікаційного бака, колекторний колодязь розсолного контуру, монтажне креслення сонячного колектора, колодязь свердловини, герметизувальний оголовок, пристрій утилізації тепла стічних вод, календарний план монтажних робіт.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналіз джерел та систем відбору низькопотенційного тепла	Коц І.В. к.т.н., проф.		
Теоретичне та практичне обґрунтування та практичних рішення з використанням устаткування для комбінованих джерел теплової енергії в системі тепlopостачанняприй	Коц І.В. к.т.н., проф.		
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень для використання комбінованих джерел енергії в системі тепlopостачання	Коц І.В. к.т.н., проф.		
Заходи з охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І. М. к.т.н., доцент		
	Поліщук О.М. к.т.н., доцент		
Техніко-економічні показники	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 25.09.2021 р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Складання завдання та змісту до МКР	30.09.2021	вик.
2	Аналіз джерел та систем відбору низькопотенційного тепла	04.10.2021	вик.
3	Теоретичне та практичне обґрунтування та практичних рішення з використанням устаткування для комбінованих джерел теплової енергії в системі тепlopостачанняприй	9.10.2021	вик.
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень для використання комбінованих джерел енергії в системі тепlopостачання	25.10.2021	вик.
5	Заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях	30.10.2021	вик.
6	Техніко-економічні показники	23.11.2021	вик.
7	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	26.11.2021	вик.
8	Попередній захист	01.12.2021	вик.
9	Виправлення зауважень	05.12.2021	вик.
10	Рецензування	06.12.2021	
11	Захист МКР	21.12.2021	

Магістрант \_\_\_\_\_ Гунько С.В.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_ Коц І.В.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

## Анотація

**УДК 621.643+662.987**

**Гулько С.В.** Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія. Освітня програма – Теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця, ВНТУ, 2021. 181 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 78 назв.; рис. 11; табл. 25.

Магістерська кваліфікаційна робота складається із п'яти розділів: наукової частини, технічного обґрунтування основних параметрів і характеристик системи забезпечення мікроклімату, організаційно-технічної частини, заходів з охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях та техніко-економічного обґрунтування.

В роботі виконано аналітичний огляд комбінованих джерел теплової енергії в системі тепlopостачання із застосуванням технологічного устаткування для систем опалення та гарячого водопостачання будинку та опалення теплиці з використанням теплового насосу, із застосуванням системи утилізації тепла стічних вод та геліоколекторів. У другому розділі здійснено розрахунок вище поименованих систем з підбором обладнання.

Розроблені організаційно – технологічні рішення з монтажу. Розглянуті засоби по експлуатації систем опалення та гарячого водопостачання з використанням теплового насосу.

Розроблені заходи з охорони праці при монтажі та експлуатації системи.

В розділі техніко – економічних показників доведена економічна та екологічна доцільність впровадження проєкту. Виконано техніко-економічне обґрунтування систем опалення та гарячого водопостачання.

Графічна частина містить аксонометричні схеми системи опалення та гарячого водопостачання, схема котельні, сонячного колектора, календарний план з графіком руху робітників та графіком руху машин і механізмів.

## **Abstact**

The master's qualification work consists of five sections: scientific part, technical substantiation of the basic parameters and characteristics of the microclimate system, organizational and technical part, labor protection, technical and economic substantiation.

An analytical review of options for the application of energy efficient solutions in microclimate systems is performed.

In the second section all mathematical calculations and selection of equipment for the ventilation and heating system are performed.

Organizational and technological solutions for installation have been developed. Means for operation of ventilation and air conditioning system are considered. The main measures and ways to increase the energy saving of the building are considered. Developed measures for labor protection during installation and operation of the system.

The technical and economic indicators of the microclimate systems of a multi - storey residential building are calculated. Feasibility study of the heating system is performed, the characteristics of different types of heating devices are compared and the indicators of economic efficiency of the project are calculated.

The graphic part contains axonometric diagrams of the ventilation and heating system, floor plans with applied air ducts, a calendar plan with the schedule of workers and the schedule of machines and mechanisms.

## Зміст

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ТА СИСТЕМ ВІДБОРУ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОГО ТЕПЛА.....	10
1.1 Огляд та аналіз існуючих систем відбору низькопотенційного тепла.....	10
1.1.1 Характеристика потенціалу стічних вод у містах.....	10
1.1.2 Способи утилізації тепла стічних вод.....	12
1.1.3 Установки, що працюють на стічних водах міських колекторів .....	13
1.1.4 Індивідуальні установки, що працюють на стічних водах окремих квартир, будинків та ін. малих споживачів.....	14
1.1.5 Приклади систем утилізації теплоти стічних вод.....	14
1.1.6 Аналіз використання геліосистем .....	19
1.2 Аналіз використання геотермальних систем .....	22
1.2.1 Загальні рекомендації щодо застосування теплонасосних систем теплопостачання .....	24
1.2.2 Аналіз комбінованої ТНС.....	27
1.2.3 Термодинамічний аналіз ТНС .....	29
1.2.4 Вихідні положення щодо розробки системи опалення прибудованої теплиці .....	33
1.3 Аналіз гідрогеологічних умов об'єкта будівництва.....	35
1.3.1 Кліматичні умови.....	35
1.3.2 Геологічна будова .....	36
1.3.3 Тектоніка тріщин.....	43
1.3.4 Гідрогеологічні умови .....	43
1.3.5 Теплоємність гірських порід.....	45
1.4 Висновки до розділу .....	46
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯ УСТАТКУВАННЯ	

ДЛЯ КОМБІНОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	47
2.1 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій будівлі.....	47
2.1.1 Розрахунок зовнішніх стін .....	47
2.1.2 Підбір вікон.....	49
2.1.3 Розрахунок дахового перекриття.....	49
2.1.4 Розрахунок підлоги .....	49
2.2 Вибір нагрівальних приладів .....	51
2.3 Розрахунок підлогового опалення.....	51
2.4 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення .....	54
2.5 Теплофізичний розрахунок прибудованої теплиці.....	56
2.5.1 Призначення теплофізичного розрахунку.....	56
2.5.2 Етапи теплофізичного розрахунку .....	56
2.5.3 Прийняті припущення для розрахунку.....	56
2.5.4 Розрахунок тепловтрат теплиці .....	57
2.6 Принципи функціонування системи опалення теплиці .....	66
2.7 Розрахунок системи гарячого водопостачання будинку.....	68
2.7.1 Приготування гарячої води з використанням ємнісного нагрівача і зовнішнього теплообмінника.....	68
2.7.2 Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання...	69
2.8 Визначення параметрів теплового насосу .....	72
2.8.1 Надбавка на приготування гарячої води.....	73
2.8.2 Розрахунок необхідної довжини земляних зондів.....	74
2.8.3 Розрахунок кількості теплоносія .....	75
2.8.4 Розрахунок втрат тиску в земляних зондах.....	76
2.8.5 Теплообмінник стоку стічних вод .....	77
2.8.6 Підбір циркуляційного насосу розсолного контуру .....	78
2.8.7 Розрахунок буферної ємності грюючого контуру для	

оптимізації часу роботи .....	79
2.9 Розрахунок сонячних колекторів.....	80
2.9.1 Розрахунок надходження сонячної енергії на поверхню сонячного колектора .....	80
2.9.2 Визначення ККД сонячного колектора.....	85
2.9.3 Розробка компоновки водонагрівальної установки .....	91
2 10. Висновки до розділу .....	93
<b>3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ .....</b>	<b>94</b>
3.1 Аналіз системи теплопостачання та гарячого водопостачання, що приймається до монтажу .....	94
3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи .....	96
3.3 Визначення складу і об'ємів робіт .....	97
3.3.1 Склад робіт .....	97
3.3.2 Визначення об'ємів робіт .....	99
3.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт .....	102
3.4.1 Монтаж опалювальних приладів .....	102
3.4.2 Монтаж трубопроводів .....	102
3.4.3 Монтаж підводок до радіаторів .....	103
3.4.4 Виконання ізоляційних робіт .....	104
3.4.5 Монтаж сонячно-теплонасосної системи теплопостачання .....	104
3.4.6 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів .....	105
3.5 Визначення потреб у матеріально – технічних ресурсах .....	108
3.6 Витрати паливно-енергетичних ресурсів .....	116
3.7 Визначення трудомісткості робіт .....	117
3.8 Техніко – економічні показники календарного плану .....	124
3.9 Випробування та запуск систем в експлуатацію .....	126
3.9.1 Випробування та запуск системи опалення в експлуатацію .....	126
3.9.2 Гідравлічні випробування сонячно-теплонасосних систем	



теплопостачання (СТСТ).....	128
3.9.3 Порядок пусконаладжувальних робіт .....	128
3.9.4 Приймальні теплотехнічні випробування .....	129
3.9.5 Здавання СТСТ в експлуатацію.....	129
3.10 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт .....	130
3.11 Пуск, випробування системи опалення та її елементів.....	131
3.12 Експлуатація систем опалення та гарячого водопостачання та їх елементів .....	134
3.13 Налагодження робочих режимів системи опалення та її елементів .....	136
3.14 Експлуатація системи сонячних колекторів (СК).....	141
3.15 Регулювання відпуску теплоти.....	143
3.16 Технічне обслуговування системи .....	144
3.17 Оцінка надійності та довговічності системи опалення .....	145
3.18 Можливі неполадки в системі та засоби їх усунення.....	147
3.18.1 Відключення електропостачання .....	147
3.18.2 Розбалансування системи опалення.....	147
3.18.3 Неполадки в роботі арматури, відсутність регулювальних приладів .....	148
3.18.4 Причини погіршення роботи системи, які виникають в процесі її експлуатації .....	149
3.19 Стійкість системи опалення.....	152
3.20 Висновки до розділу .....	155
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>156</b>
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання .....	157
4.1.1 Вимоги до організації робочих місць операторів.....	157
4.1.2 Електробезпека.....	160
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії .....	161
4.2.1 Мікроклімат .....	161

4.2.2	Склад повітря робочої зони .....	162
4.2.3	Виробниче освітлення .....	163
4.2.4	Виробничий шум.....	165
4.2.5	Психофізіологічні фактори .....	166
4.3	Оцінка безпеки роботи систем управління теплових насосів та сонячних колекторів в умовах дії іонізуючих та електромагнітних випромінювань .....	168
4.4	Оцінка безпеки роботи систем управління теплових насосів та сонячних колекторів в умовах дії іонізуючих випромінювань.....	169
4.5	Оцінка безпеки роботи систем управління теплових насосів та сонячних колекторів в умовах дії електромагнітних випромінювань.....	171
4.6	Висновки до розділу .....	173
5	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ .....	174
5.1	Локальний кошторис .....	174
5.2	Загальні техніко-економічні показники.....	175
5.3	Висновки до розділу .....	179
	Загальні висновки.....	180
	Список використаних джерел... ..	182
	Додаток А (Технічне завдання) .....	188
	Додаток Б (Графічна частина) .....	192
	Додаток В (Розрахунок тепловтрат приміщень) .....	213
	Додаток Г (Розрахунок теплих підлог у приміщеннях) .....	220
	Додаток Д (Гідравлічний розрахунок системи тепlopостачання) .....	221
	Додаток Е (Технічні характеристики геліоколектора Vitosoi 200 D30) ...	224
	Додаток Ж (Технічні характеристики тепловентилятора Луч-5к).....	225
	Додаток К (Технічні характеристики теплового насос Vitocal 300 BW 232) .....	226
	Додаток Л (Технічні характеристики алюмінієвого секційного радіатора Nova Florida FONDITAL 500/100 ) .....	227
	Додаток М (Кошторис) .....	228

## ВСТУП

В роботі обґрунтовується ефективне технологічне устаткування при розробці системи опалення, гарячого водопостачання будинку та опалення теплиці з використанням теплового насосу, із застосуванням системи утилізації тепла стічних вод та геліоколекторів.

**Актуальність даної теми.** Останнім часом динаміка росту цін на викопні енергоносії стає все більше непрогнозованою. Ціни на них стають на заваді росту економіки держави. Система централізованого тепlopостачання є морально і матеріально застарілою. Крім того одним із показових факторів безпеки держави є енергонезалежність.

Нагрів води для потреб гарячого водопостачання становить 20-25% від загального споживання енергії в стандартному будинку, і більша частина навантаження посідає підігрів води для прийняття ванни або душу. Запровадження новітніх технологій має дуже важливе значення і для нашої країни, тому інженери в першу чергу повинні володіти знаннями і практичними навичками, щодо впровадження новітніх технологій.

Утилізація та повторне використання більшої частини енергії стічної води дозволить заощадити теплову енергію, знизити загальну вартість гарячої води та за рахунок зниження викидів парникових газів сприятливо позначиться на екологічному стані навколишнього середовища.

Екологічний ефект від використання нетрадиційних джерел енергії є очевидним, крім того при правильному проектуванні і експлуатації, вони дають значну економію коштів.

Одним із сучасних видів ефективної техніки нетрадиційної енергетики є сонячні колектори (СК), завдяки їх можливості використовувати поновлювану та нетрадиційну енергію, а саме – енергію сонця.

Застосування енергоефективного обладнання є практичною гарантією скорочення витрат на експлуатацію та обслуговування будь-яких об'єктів, які раніше вимагали великих матеріальних витрат.

В даний час в Україні проходить новий етап розвитку систем теплопостачання, який полягає у широкому використанні сучасних систем та новітніх розробок, та заходах енергозбереження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана згідно з Національним планом дій з енергоефективності, затвердженим розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2015р. № 1228-р, а також з комплексною програмою «Енергетична стратегія України на період до 2030 року», затвердженої Кабінетом Міністрів України від 15.03.2006 р. № 145-р.

Тема магістерської кваліфікаційної роботи відповідає науковому напрямку кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету – «Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування та іншого технологічного устаткування в галузі будівництва та цивільної інженерії» (Шифр 93К2, державна реєстрація №01184000209).

Дана кваліфікаційна магістерська робота носить **дослідно-конструкторський характер.**

**Мета і задачі.** Розроблення науково-обґрунтованих енергоощадних технологій з забезпечення комфортних умов мікроклімату у приміщеннях, що оснащені сучасними опалювальними приладами.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- за результатами аналітичного огляду виконати техніко-економічне обґрунтування систем опалення і гарячого водопостачання;
- виконати математичне моделювання теплових втрат з приміщень житлової будівлі;
- визначити оптимальні проектні розміри трубопроводів;
- обґрунтувати вибір енергоощадного технологічного обладнання;
- провести аналіз умов праці, виявити основні небезпечні і шкідливі фактори праці, забезпечити комфортні умови при виконанні монтажних робіт.

**Об'єктом дослідження** – системи опалення та гарячого водопостачання

житлового будинку з прибудованою теплицею у м. Вінниці. з використанням енергоефективного обладнання та відновлювальних джерел енергії.

**Предметом дослідження** – процеси тепломасообміну в повітрі приміщень житлової будівлі та прибудованої теплиці.

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

**Наукова новизна роботи:**

- обґрунтовано раціональні співвідношення змішаного використання відновлювальних та традиційних джерел енергії із застосуванням інноваційних технологій і розробленого устаткування;

-проведено моделювання залежності нормативних показників термічного опору огорожувальних конструкцій будівлі відповідно до вибору традиційних та інноваційних утеплювачів та запропоновані критеріальні аналітичні співвідношення для встановлення основних параметрів устаткування при виборі раціональних технічних рішень.

**Практичне значення роботи** полягає в розробці принципів і конструктивних рішень для систем створення мікроклімату з використанням комбінованих відновлювальних і традиційних джерел енергії, рекомендації щодо їх встановлення, а також методики розрахунку основних параметрів і характеристик.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Основні положення та результати роботи доповідались на наукових конференціях ВНТУ.

**Публікації.** За матеріалами роботи було опубліковано тези доповідей на науково-технічних конференціях ВНТУ [28, 29].

**Структура роботи:** Магістерська кваліфікаційна робота включає: вступ, 5 розділів, загальні висновки, перелік використаних літературних джерел, додатки.

Основна текстова частина пояснювальної записки має 183 сторінок формату А4, графічна частина 13 арк. формату А1, 3 арк. формату А3, 4 арк. формату А4.

## **1 АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ТА СИСТЕМ ВІДБОРУ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙ-НОГО ТЕПЛА**

### **1.1 Огляд та аналіз існуючих систем відбору низькопотенційного тепла**

#### **1.1.1 Характеристика потенціалу стічних вод у містах**

У міру зростання цін на традиційні джерела енергії при одночасному скорочення їх запасів і недостатньому впровадженні систем енергопостачання з використанням альтернативних (відновлюваних) джерел енергії, питання підвищення ефективності роботи енергоспоживаючих систем стає все більш актуальним. Обсяг споживання енергії сектором житлово-комунального господарства великий, а частка витрат енергії на нагрів води в ньому становить 20 ÷ 25%. При цьому, значна частина тепла викидається в каналізацію разом зі стоками [1]. Так згідно з дослідженнями проведеними Центром Енергозбереження Київ ЗНДІЕП температура стоків багатоповерхового гуртожитку складає в середньому 20 ÷ 25 ° С, а в години найбільшого споживання температура стоків досягає 30 ° С, графіки зміни температур стічних вод наведені на рис. 1.1 [1]. Ці цифри говорять про втрату половини тепла, за умови використання для ванн і душів води з температурою до 50 ° С.

Якщо ж говорити про стічні води в міських колекторах і за очисними спорудами, то їх температура буде нижче, ніж у стічних вод на випусках біля споживачів, внаслідок втрат тепла в міських каналізаційних мережах. Але в той же час практично постійні і значні значення витрати в поєднанні з малими змінами температури стічних вод і взимку і влітку роблять їх зручним джерелом теплової енергії для теплових насосів.

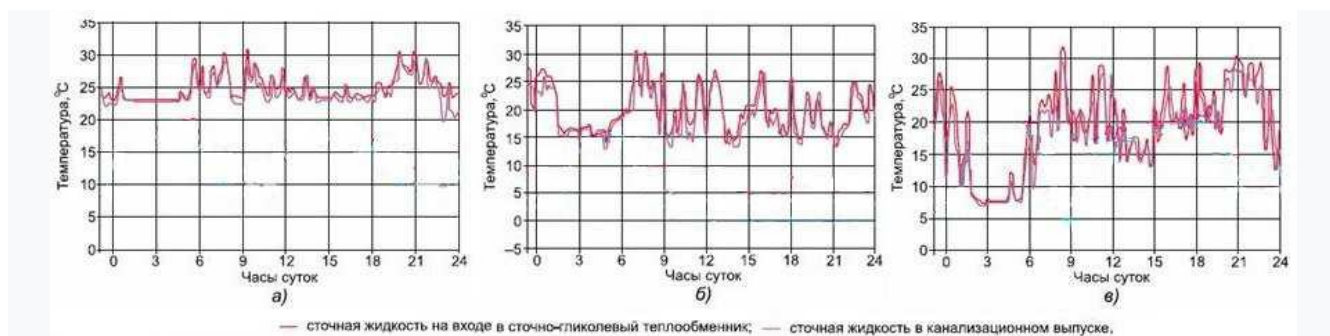


Рис. 1.1 - Характер зміни температур каналізаційних стоків: а) влітку (17 серпня 2006 року); б) восени (17 листопада 2006 року); в) взимку (31 січня 2007 року).

Нагрівання води для потреб гарячого водопостачання складає 20-25% від загального споживання енергії в стандартному будинку, і велика частина навантаження припадає на підігрів води для прийняття ванни або душу. Вартість гарячої води, як правило, займає друге місце в графі витрат на послуги ЖКГ в багатоквартирних житлових будинках, поступаючись за вартістю тільки витрат, витрачених на опалення приміщень.

Дослідження показали, що для гігієнічних процедур людині досить 1/10 частини використовуваної в душі води. Значить близько 90% теплої води, що підводиться до змішувача душа, зливається в каналізацію невикористаною. Крім теплої води від душових, свій внесок також вносять пральні та посудомийні машини, що нагрівають воду за допомогою електрики.

Утилізація і повторне використання більшої частини енергії стічної води дозволить заощадити теплову енергію, знизити загальну вартість гарячої води та, за рахунок зниження викидів парникових газів, сприятливо позначиться на екологічний стан навколишнього середовища. Обсяг каналізаційних стоків, вироблених у величезних кількостях великими містами, практично не змінюється протягом року.

Температура стічних вод нижче температури зовнішнього повітря в літній час і вище в зимовий. Це робить їх ідеальним джерелом низько потенційного тепла для використання в теплових насосах. Різні пристосування, що дозволяють утилізувати тепло стічних вод, розробляються і застосовуються вже близько 30 років.

Найпоширенішою системою є застосування теплових насосів, що встановлюються на очисних станціях. Подібні системи централізовано збирають тепло стічних вод, це дозволяє економити велику кількість енергії. У той же час фахівці з енергоефективності кажуть, що значна кількість теплової енергії стічних вод в буквальному сенсі йдуть в землю.

При транспортуванні каналізаційних вод від будівель до очисних споруд температура вод значно знижується через те, що колектори призначені для транспортування вод, а не для збереження їх тепла. У зв'язку з цим фахівці вважають за доцільне утилізувати тепло стічних вод не тільки на очисних станціях, а й безпосередньо в самій будівлі.

### **1.1.2 Способи утилізації тепла стічних вод**

Існують різні підходи до класифікації способів утилізації тепла стічних вод. Класифікацію можна проводити:

- за типом установки: з тепловим насосом або без нього;
- за типом стічних вод:
  - установки, що працюють з «сірими» стічними водами,
  - установки, що працюють з «чорними» стічними водами,
  - установки, що працюють з технологічними стоками виробництв;
- за місцем відбору тепла:
  - установки, що працюють на стічних водах міських колекторів,
  - установки, що працюють на випусках стічних вод у міську мережу від груп споживачів,
  - індивідуальні установки, що працюють на стічних водах окремих квартир, будинків та ін. малих споживачів.

«Сіримі» називають стічні води від побутових і господарських потреб: прання, миття посуду, підлог, вода від ванн, душових кабін та ін. «Чорними» називають стічні води містять фекальні забруднення. Крім того, «Чорні» стічні води через присутність фекальних забруднень містять більшу кількість небезпечних мікробів



і мікроорганізмів ніж «сірі» води. Класифікація за місцем відбору тепла заслуговує детального розгляду, так як вимагає принципово різних рішень конструкції теплообмінних пристроїв, в залежності від місця відбору тепла.

### 1.1.3 Установки, що працюють на стічних водах міських колекторів

При відборі тепла в міських колекторах і за очисними спорудами мова йде про великих і рівномірних витратах стічних вод. Температура стічних вод майже не змінюється протягом року, взимку вона вища температури навколишнього середовища, а влітку нижче (рис. 1.2).



Рис. 1.2 - Порівняння температур стічних вод і повітря протягом року

Для такого способу характерне застосування великих теплонасосних станцій великої потужності для найбільш ефективного і економічно вигідного використання теплового потенціалу стічних вод.

Такий спосіб вимагає значних капіталовкладень для проведення складних і тривалих проєктних робіт та будівництва, кваліфікованого персоналу для обслуговування. Також в даному випадку виникає проблема з транспортуванням отриманої енергії через частого розташування станцій далеко від можливих споживачів.

Перевагами такого способу можна назвати значну їх ефективність при відборі низькопотенційного тепла. Залежно від використаного обладнання, такі станції

можуть повністю забезпечувати теплом або теплом і холодом окремі житлові, адміністративні, виробничі та інші об'єкти або їх групи.

#### **1.1.4 Індивідуальні установки, що працюють на стічних водах окремих квартир, будинків та ін. малих споживачів**

При відборі тепла стічних вод безпосередньо у споживача, необхідними умовам є наявність індивідуального вузла приготування гарячої води. У ролі споживача тут може виступати квартира, приватний будинок і інші невеликі споживачі.

Вимоги до такої системи такі ж, як і для установок відбору тепла у груп споживачів. Установка фактично не повинна вимагати обслуговування. Через ще менших потужностей, що збільшує термін окупності, вимоги до надійності і довговічності ще більш високі, як і обмеження максимальної вартості установки.

Цей спосіб, як і попередній, вимагає спеціальної конструкції теплообмінних апаратів, з високими показниками ефективності роботи при малих значеннях перепадів температур, і малими габаритами.

#### **1.1.5 Приклади систем утилізації теплоти стічних вод**

Станція в Koraku 1-chome, Токіо, Японія.

У цьому районі на станції для перекачування стічних вод була побудована теплонасосна станція для використання теплоти неочищених стічних вод, і подальшого його використання.

Теплообмінники призначені для передачі тепла від стічних вод теплового насоса, знаходяться нижче станції перекачки. Труби теплообмінника виготовлені з титану для надійної і довговічної роботи. Чистка труб відбувається за допомогою встановлених в них щіток.

Економія електричної енергії становить 20% в порівнянні з теплонасосною установкою використовує в якості джерела низькопотенціального тепла повітря. На станції встановлено три теплових насоса, два основних і один допоміжний. Потужність основних насосів становить: 10,5 МВт охолоджувальної і 12,8 МВт

нагрівальної потужності кожен. Потужність допоміжного: 3,9 МВт охолоджувальної і 5 МВт нагрівальної потужності. Коефіцієнт перетворення теплонасосної установки становив в серпні 1995 року 4,3, а в лютому 1996 року - 3,9. За період з квітня 1995 року по березень 1996 року станція виробила 37 741 ГДж енергії для охолодження води, і 9151 ГДж енергії для приготування гарячої води. Станція забезпечує охолодження води до  $+ 7^{\circ} \text{C}$ , і нагрів до  $+ 47^{\circ} \text{C}$ , яка йде на забезпечення будівлі загальною площею 126 400 м<sup>2</sup>.

#### Установка Thermo CYCLE для «сірих» стічних вод.

Крім потужних теплонасосних станцій що працюють на стічних водах в міських мережах, існують рішення для середніх і малих споживачів.

Приклад такого рішення - установка Thermo CYCLE фірми Forstner Speichertechnik GmbH.

Дана установка випускається в трьох типорозмірах, для витрат 40, 80 і 130 л/хв, також можливо паралельне підключення модулів установки в залежності від потреб споживача. Розміри установки складають від 355 до 630 мм в діаметрі, і від 1000 до 1660 мм у висоту.

Конструктивно установка являє собою резервуар, в який набирається тепла стічна вода. У середині резервуара знаходиться теплообмінник з нержавіючої сталі, по якому рухається підігрівана вода, відбираючи тепло у стічної води. Також передбачена система автоматики, яка здійснює очищення установки від накопичених утворень і засмічень. Подача води в резервуар установки передбачена від низу до верху, через фільтруючу сітку, таким чином що всі великі частки залишаються на ній, не потрапляючи в резервуар з теплообмінником. Після закінчення заданого в контролі часу, автоматично відкривається клапан для чищення форсунки, яка розпорошує воду над фільтруючою сіткою, змиваючи при цьому все засмічення в каналізацію.

Слід зазначити що через конструктивних особливостей установки її використання можливе виключно з «сірими» стічними водами, також неприпустимо використання установки зі стічними водами містять жирові

забруднення. Це істотно обмежує сферу застосування установки ThermoCYCLE, і унеможлиблює її використання для систем каналізації без відділення фекальної каналізації, а також для кухонь ресторанів, їдалень, кафе та інших схожих приміщень.

Залежно від того, де буде встановлюватися установка - в існуючій будівлі або новобудові, необхідні наступні заходи:

- в існуючих будівлях необхідно проводити реконструкцію систем каналізації для відділення фекальних стоків;
- в новому будівництві необхідно проєктувати і споруджувати дві системи каналізації, для відділення фекальних стоків.

Необхідність відділення фекальних стоків призводить до значних капіталовкладенням, особливо при реконструкції, а в ряді випадків взагалі не може бути здійснено.

Також установка не може бути застосована в квартирах з індивідуальними установками приготування гарячої води через значні габаритних розмірів і особливості підключення. За заявленим виробником. Дана установка дозволяє скоротити споживання енергії на приготування гарячої води на 25%.

Зовсім іншим як за принципом дії, так і конструктивно прикладом обладнання для використання теплоти стічних вод є установка Power-PIPE (рис.3) канадської фірми Renew ABILITY.

Це система, яка задовольняє перерахованим вище вимогам. Вона являє собою мідну центральну трубу великого діаметру, яку обмотують мідні труби меншого діаметру. Дана конструкція встановлюється замість вертикального ділянки внутрішньобудинкової каналізації. По трубі більшого діаметра будуть транспортуватися стічні води, по трубах меншого діаметра - холодна вода від джерела водопостачання до водонагрівача гарячої води.

Таким чином, буде здійснюватися попередній підігрів води, що йде на потреби гарячого водопостачання, за допомогою тепла стічних вод. Витки труби меншого діаметру сконструйовані таким чином, щоб втрати тиску води в них були

мінімальні, це необхідно для того, щоб потужності вже існуючого насоса водопостачання вистачило для транспортування води, і не потрібна була б заміна насоса на насос більшої потужності. Це призвело б до зниження енергоефективності системи і додаткових витрат коштів замовника.

Продуктивність Power-Pipe була перевірена Інститутом природних ресурсів Канади, університетом Ватерлоо. Для перевірки ефективності система була побудована в житловому багатоквартирному будинку, а також в одному з будинків університету. Дослідження показали, що система, змонтована на ділянці стандартної для Канади каналізаційної труби, дозволяє підняти температуру вхідної холодної води від 10 °С до цілих 24 °С, при інших рівних умовах потоку.

Дана система дозволяє знизити витрати на приготування гарячої води на 20-40% в залежності від типу будинку та його режиму водоспоживання. Дана система може застосовуватися не тільки в житлових будинках, але і в готелях, багатофункціональних будинках, ресторанах, освітніх установах, спортивних спорудах.

Завдяки низькій початковій вартості і здатності до відновлення до 40% теплової енергії, термін окупності даної системи зазвичай становить від 3 до 4 років. У ряді країн, де уряд фінансово стимулює власників будівель на впровадження енергозберігаючих технологій, термін окупності може бути значно зменшений.

Робота системи заснована на фізичному принципі, званому «ефект падаючої плівки». Він полягає в тому, що падаюча вертикально по трубі вода не буде знаходитися в центрі труби, а буде переміщатися тонкою плівкою по внутрішній поверхні труби, в яку вона укладена. Це дозволяє максимально зібрати теплову енергію від стічної води і передати через мідну поверхню, відому своїм високим коефіцієнтом теплопровідності, водопровідній воді.

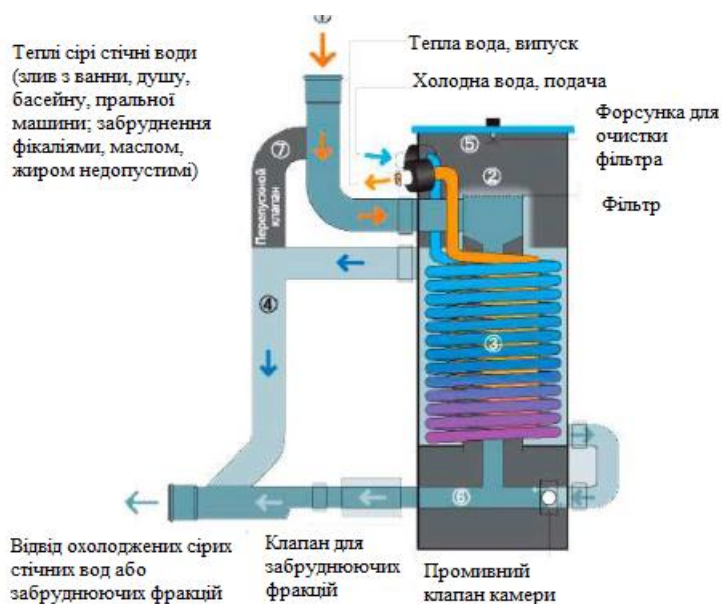


Рис. 1.3 - Установка Power-PIPE

Конструктивно вона являє собою металеву основну трубу з навитими на неї зовні прямокутними трубками. За основній трубі рухаються теплі стічні води, а по навитих зовні трубок, які йдуть паралельно в чотири ряди для зменшення швидкості руху води і гідравлічного опору, рухається і підігрівається вода.

Конструкція установки проста, у конструкції установки відсутні складні вузли які можуть виходити з ладу, і не вимагає обслуговування. Установка фактично не займає вільного простору (діаметр основної частини установки незначно перевищує діаметр труби) і вимагає лише можливості підведення виходу та повернення води підігріваної води.

До недоліків установки можна віднести неефективність її використання в горизонтальному положенні.

Заявлений показник зниження енерговитрат на нагрів гарячої води при використанні даної установки складає до 40%.

Використання в тепло- і холодопостачанні стічних вод має значний потенціал. Використання цього потенціалу дозволило б значно підвищити ефективність використання традиційних джерел енергії. Але через недосконалість існуючих на даний момент пристроїв для використання тепла стічних вод дана технологія не досить поширена. Провівши аналіз переваг і недоліків існуючих конструкцій,

можна сформулювати ряд вимог до теплообмінних пристроїв для відбору тепла стічних вод:

- конструкція повинна бути простою і дешевою у виробництві;
- теплообмінник повинен забезпечувати високі показники ефективності роботи з водою включає фекальні, жирові та ін. можливі забруднення;
- поверхня контакту зі стічними водами повинна бути стійка до розрушення від контакту зі стічними водами, також поверхня повинна легко очищатися від всіляких відкладень;
- пристрій розроблений таким чином повинна бути сконструйована таким чином, щоб при пошкодженні теплообмінника, потрапляння стічних вод у систему водопостачання було неможливим і легко виявлялося;
- гідравлічний опір контуру підігріву води повинен бути мінімальним для можливості роботи пристроїв від тиску в системі водопостачання;
- пристрій не повинен створювати ніяких перешкод природному руху стічних вод і не повинен вимагати істотних змін існуючої системи каналізації об'єкта.

Відповідність нових зразків обладнання даним вимогам дозволить спростити процедуру адаптації існуючих систем до використання тепла стічних вод і спростить процес проектування нових систем з відбором тепла стічних вод.

### **1.1.6 Аналіз використання геліосистем**

Земля щодня отримує від Сонця в 1000 разів більше енергії, ніж її виробляється всіма електростанціями світу. Завдання полягає в тому, щоб навчитися це використовувати.

Одним із лідерів практичного використання енергії Сонця стала Швейцарія. Тут побудовано 2600 геліоустановок на кремнієвих фотоперетворювачах потужністю від 1 до 1000 кВт

Сонячні установки практично не вимагають експлуатаційних витрат, не потребують ремонту і вимагають витрат лише на їх спорудження і підтримку в чистоті. Працювати вони можуть нескінченно. Ці умови стосуються територій

розташованих близько  $50^\circ$  широти, тому подібні технології актуально розвивати у нашій країні, що значно зменшить екологічне навантаження та поліпшить економічне становище України. Восени 2010 року було введено в експлуатацію першу сонячну електростанцію України. Частково вже розпочато та планується будівництво поблизу таких міст: Запоріжжя, Кривий Ріг, Херсон, Миколаїв, Донецьк, Харків, Вінниця.

#### Вплив географічної широти місцевості та пори року

Вісь Землі, що проходить через Північний і Південний полюси, нахилена на  $23,5^\circ$  до осі її орбіти обертання навколо Сонця. З березня по вересень Сонце більшою мірою висвітлює Північну півкулю, а з вересня до березня – Південну, наслідком чого є зміна тривалості дня влітку та взимку. Тривалість дня визначається також широтою місцевості, тобто чим менше на Північ, тим довшим (літом) або коротшим (зимою) дні. У Стокгольмі, наприклад 21 червня тривалість дня становить 18 годин 38 хвилин, а в Мадриді всього 15 годин 4 хвилини. Взимку все навпаки: 21 грудня тривалість дня у Мадриді становить 9 годин 18 хвилин, а Стокгольмі – 6 годин 6 хвилин. Місто Київ (Україна) має координати  $50,3^\circ$  північної широти. З урахуванням кута нахилу осі Землі  $23,5^\circ$  це означає, що 21 червня Сонце знаходиться опівдні під кутом  $63,2^\circ$  до горизонту (рис 1.4)[2]. Опівдні 21 грудня цей кут становить всього  $16,2^\circ$ .

рахувати за такою формулою: Максимальна висота стояння Сонця 21 червня:

$$H_s = 90^\circ - \text{широта} + 23,5^\circ.$$

Мінімальна висота стояння Сонця

21 грудня:

$$H_s = 90^\circ - \text{широта} - 23,5^\circ$$



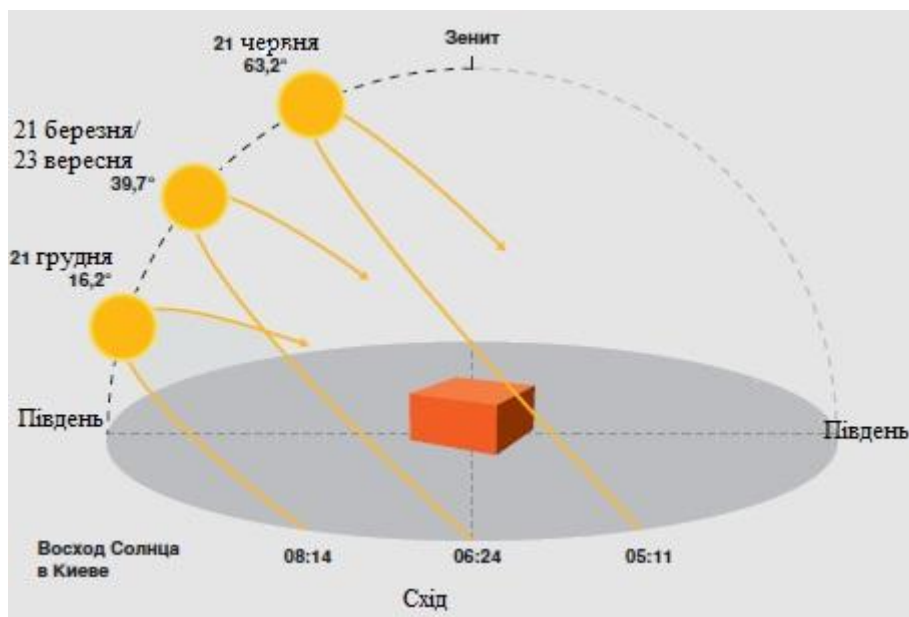


Рис.1.4 Сонячна орбіта

Випромінювання, що потрапляє на Землю

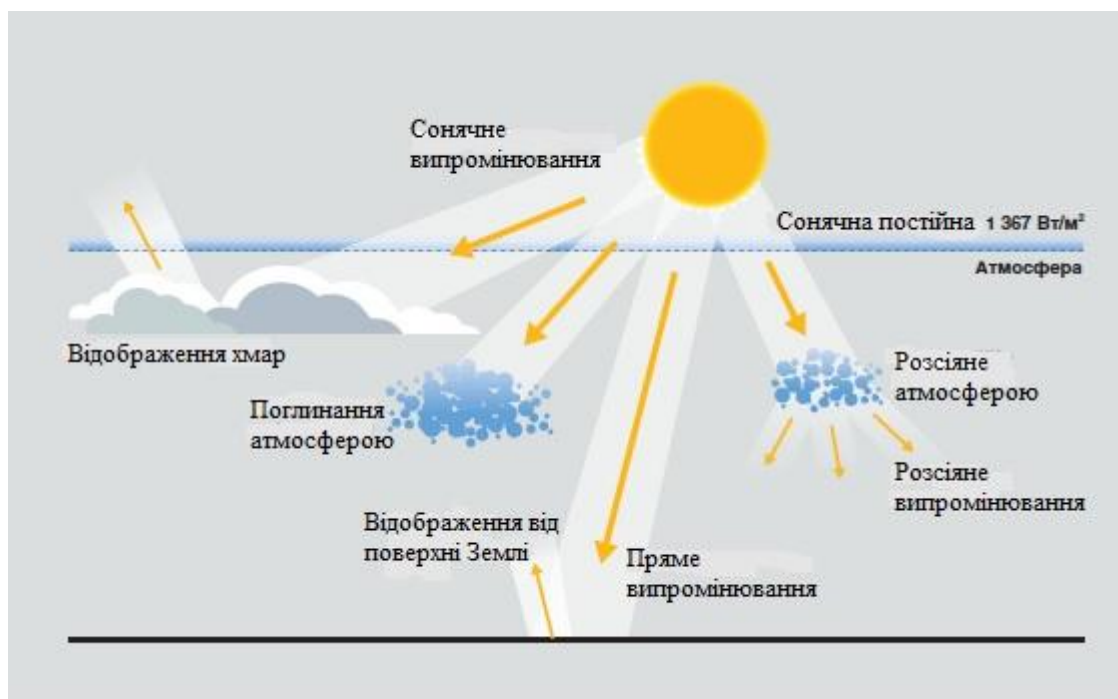


Рис 1.5 Вплив атмосфери

Сумарне сонячне випромінювання Внаслідок впливу атмосфери з випромінювання інтенсивністю  $1367 \text{ Вт/м}^2$  (сонячна постійна) поверхні Землі досягає максимум близько  $1000 \text{ Вт/м}^2$ . Атмосфера по-різному діє весь спектр випромінювання. Шар хмар відбиває частину випромінювання (рис 1.5), інша

частина абсорбується (від латинського *absorbere* = поглинати). Частина випромінювання розсіюється щільними шарами атмосфери чи хмар, внаслідок чого виникає розсіяне випромінювання. Значна частина випромінювання досягає Землі. Випромінювання, що падає Землю, частково відбивається, а частково поглинається поверхнею Землі. Внаслідок поглинання відображення прямого випромінювання також створює розсіяне випромінювання.

Сума розсіяного та прямого випромінювання називається сумарним випромінюванням. Частка розсіяного випромінювання у сумарному випромінюванні становить як у Німеччині, так і в Україні в середньому близько 50 відсотків за рік: влітку дещо менше, а взимку більше.

Відмінність між прямим та розсіяним випромінюванням важлива для розрахунку сонячних систем, особливо для концентруючих систем (параболічні концентратори та геліостатичні системи), оскільки ці системи використовують лише пряме випромінювання.

#### «Air Mass» (повітряна маса)

Інтенсивність випромінювання лежить на поверхні Землі визначається також довжиною шляху випромінювання через атмосферу. Цей редукуючий ефект називається Air Mass (AM), тобто «повітряна маса», і визначається кутом падіння сонячних променів. Найкоротший шлях відповідає вертикальному падінню променів ( $= 90^\circ$ ) і називається редукуюча дія атмосфери.

### **1.2 Аналіз використання геотермальних систем**

У світі на потреби теплопостачання або кондиціонування витрачається понад 40 % енергії, що виробляється. Традиційно раніше, використання вуглеводневих носіїв у генерації енергії для цих потреб призвело до значного забруднення атмосфери парниковими газами і стало одним зі значних факторів що викликають незворотні глобальні наслідки впливу на навколишнє середовище і, як наслідок, веде до змін клімату планети.

Енергетична стратегія країн ЄС передбачає на перших етапах реалізації

скорочення частки використання традиційних джерел на 20 % зі збільшенням до 20 % частки використання відновлюваних джерел енергії. Використання нових технологій грає основну роль у підвищенні енергоефективності теплогенеруючого обладнання, яке працює на відновлювальних джерелах енергії. Теплові насоси (ТН) визнані в даний час найбільш енергоефективним устаткуванням в системах тепlopостачання та кондиціонування, що значно зменшує викиди парникових газів та використовують відновлювальні джерела енергії.

Для України, запровадження технологій, що дозволяють зменшити використання вуглеводнів у генерації енергії є уже питанням не тільки екологічної та економічної, а і національної безпеки.

Використання геотермального тепла за допомогою теплових насосів для цілей опалення/кондиціонування будівель різного призначення нині визнано однією з найефективніших екологічно чистих технологій [4]. В умовах того, що в останні роки зими стають більш холодними, логічно допустити, що використання геотермальних зондів є більш доцільним та ефективним, оскільки дослідження показують, що температурне поле має більш стабільні характеристики зі збільшенням глибини. Спеціалісти з тепlopостачання ЄС визнають, що система використання геотермальних зондів у ТН є однією з найбільш енергоефективних.

У випадку використання геотермальних систем, як відновлювального джерела енергії важливо все ж розуміти характер процесів та враховувати переваги та недоліки різних типів. Є два типи геотермальних систем теплових насосів: ґрунтовий колектор та ґрунтовий зонд. З практичної точки зору, ґрунтовий колектор у процесі будівництва є більш дешевим ніж ґрунтовий зонд, але потребує значної площі, а влаштування ґрунтового зонду потребує дорогавартісних бурових робіт. Водночас ґрунтовий колектор працює від температурних потоків що направлені знизу та від сонячної енергії, потоки якої направлені зверху. Температурна нестабільність при поверхневого шару ґрунту вимагає враховувати цей фактор при розрахунках довжини та площі ґрунтових колекторів. Ґрунтові зонди працюють в умовах більш стабільного температурного

поля тому результати роботи є більш надійними.

Головним недоліком ГС служить її висока вартість, але її здатність генерувати необхідну кількість енергії навіть у холодний зимовий період, робить це джерело дуже привабливим.

Для правильного ефективного використання ТН з ґрунтовими зондами необхідно дослідити температурний режим джерела (ґрунту) та проаналізувати характеристики температурного поля.

### **1.2.1 Загальні рекомендації щодо застосування теплонасосних систем теплопостачання**

Теплонасосні системи теплопостачання використовують для:

- підвищення рівня експлуатаційного комфорту в місцях, де відсутні інші джерела енергії і немає вимог щодо кількості і параметрів теплової енергії, яку виробляють;
- зменшення обсягів споживання традиційних енергоресурсів. Оскільки ТНСТ у силі періодичності її дії, як правило, не забезпечує повного покриття теплової потужності, її треба застосовувати разом з існуючим традиційним джерелом енергії (дублером), а рішення щодо доцільності застосування ТНСТ приймають згідно з ДБН В.2.5-67:2013 на основі техніко-економічного обґрунтування.

Результатом техніко-економічного обґрунтування повинні бути:

- оцінка енергетичного ефекту використання ТНСТ із визначенням витрат первинної енергії палива у варіантах, що порівнюються.

Енергетичний ефект від застосування ТНСТ вважають досягнутим, якщо річна кількість енергії, що споживає обладнання системи для забезпечення її річної продуктивності, не перевищує витрат енергії, яка може бути вироблена при спалюванні первинного палива для забезпечення проектних параметрів системи теплопостачання без використання ТНСТ;

- оцінка екологічного ефекту за рахунок зменшення викидів парникових газів у CO<sub>2</sub>-еквіваленті, що виконують відповідно дчинних нормативно-методичних документів;
- оцінка одноразових інвестицій, пов'язаних із застосуванням ТНСТ, щорічної економії витрат на паливо (енергію) та експлуатаційних витрат, пов'язаних із роботою енергозберігаючих установок, а також окупності варіантів інвестиційних проєктів.

За однакової економічності проєктних рішень (у межі  $\pm 5\%$  від приведених витрат) необхідно приймати рішення, що забезпечують більшу економію палива і зниження викидів.

Під час проєктування ТНСТ необхідно враховувати режими постачання енергії від різних джерел та водопостачання об'єкта. У разі перерв у подачі холодної води або у разі використання електроенергії за погодинним графіком необхідно передбачити можливість акумуляції цих ресурсів, що забезпечить безперервну роботу системи.

Застосування активних ТНСТ призводить до необхідності влаштування низькотемпературних систем опалення, найчастіше підлогових, стельових або підлогово-стельових систем, що може призвести до необхідності зміни конструкцій перекриттів та дахів.

В усіх випадках застосування ТНСТ необхідно передбачити заходи проти замерзання теплоносія (застосування антифризу), злив теплоносія з контуру колекторів у неробочий час, тощо.

У проєкті ТНСТ має бути наведено рекомендації щодо передпускової наладки та експлуатаційного обслуговування обладнання з метою забезпечення розрахункових параметрів роботи системи.

Принципова схема ТНСТ повинна містити дублювальне джерело, акумулятор тепла і систему контролю і розподілу. Теплове навантаження, забезпечуване СТНУ, може бути різним - опалення помешкань, гаряче водопостачання, кондиціонування і підігрівання води в плавальному басейні.

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

Розміщення акумулятора в ТНСТ теж може бути різним, що обумовлює роботу ТН на різних параметрах. Розташування БА з боку випарника ТН має деякі переваги: випарник працює в стаціонарному режимі і за більш високого потенціалу тепла, а ТН передає теплову енергію споживачу. Розташування БА з боку конденсатора між ТН і споживачем зумовлює роботу конденсатора за постійної температури конденсації і накопичення теплової енергії більш високого потенціалу, ніж з боку випарника. Можливою є схема паралельно-послідовного підключення ТН і БА. Конкретний вибір залежить від умов роботи і режиму експлуатації системи.

Для попередніх розрахунків теплонасосних систем теплопостачання можна прийняти, що середньорічний коефіцієнт перетворення  $\phi$  знаходиться в (межах 3,5 - 4,5 і, з точки зору використання первинного палива цілком виправдовує використання електроенергії для теплопостачання.

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

Ємність баків-акумуляторів для теплонасосних систем розраховують з урахуванням споживання теплової енергії для даної системи.

Для теплопостачання селищ, окремих будівель і комплексів забудови в місцях, де відсутня розвинута інженерна інфраструктура (гірські райони, придорожні комплекси тощо), можливим є застосування сонячно-теплонасосних систем теплопостачання із сезонним акумуляуванням теплоти.

Для оціночних розрахунків таких систем потужністю до 1 МВт з парокомпресійними ТНУ із сезонними БА прямокутної форми в підземному виконанні і дублером-електрокотлом.

Використання інших активних систем у кліматичних умовах України економічно недоцільно, за винятком окремих випадків, коли системи літнього

ГВП застосовано для низькотемпературної системи опалення в поєднанні з іншими джерелами енергії.

### **1.2.2 Аналіз комбінованої ТНС**

Принципова схема комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення з використанням теплоти стічних вод і ґрунту (зображена на рис. 1.6). Для вилучення теплоти з ґрунту та використання його як нижнього джерела теплоти для ТНС опалення в даній схемі застосовується вертикальний ґрунтовий теплообмінник. Головні їх переваги – це високий коефіцієнт трансформації за рахунок постійної високої температури джерела теплоти, простота обслуговування геотермальних теплообмінників, для їхньої установки необхідна невелика площа ділянки, недолік – високі початкові капіталовкладення на інсталяцію обладнання (буріння свердловини, погодження цих робіт з відповідними організаціями і т.п.). Особливістю даної схеми є додаткове встановлення теплообмінника, в якому теплота відбирається від умовно-чистих стічних вод будівлі і передається теплоносію нижнього контуру ТНС опалення. Таким чином, за рахунок викидної теплоти можна підвищити термодинамічну ефективність даної схеми.

По трубі ВГТО рухається незамерзаючий теплоносій, на основі етиленгліколю, що нагрівається за рахунок теплоти ґрунту. Для підвищення енергетичної ефективності ВГТО верхній шар L10 м повинен бути теплоізований, оскільки в холодну пору року (протягом опалювального періоду) температура у верхньому шарі менше незбуреної температури на глибині [3].

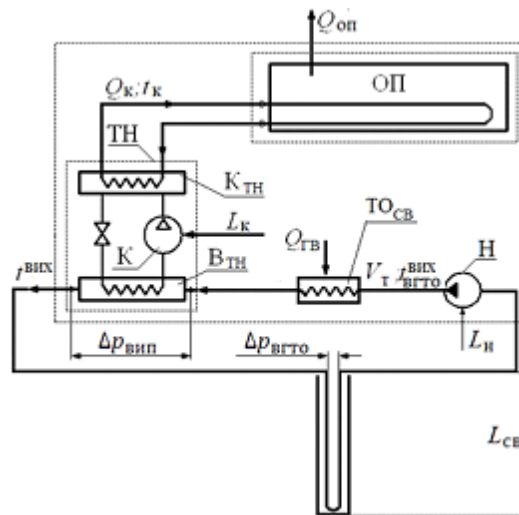


Рисунок 1.6 - Принципова схема комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення з використанням теплоти стічних вод і ґрунту.

ОП – опалюване приміщення, ТН – тепловий насос, К<sub>ТН</sub> – конденсатор ТН, В<sub>ТН</sub> – випарник ТН, К – компресор, Н – насос, ТО<sub>св</sub> – теплообмінник стічних вод, L<sub>к</sub> – робота приводу компресора ТН, L<sub>н</sub> – робота приводу насоса, L<sub>св</sub> – глибина свердловини.

Теплоносій (25 % водний розчин етиленгліколю) з температурою й об'ємною витратою  $V_t$  насосом нижнього контуру системи з ґрунтового зонду подається у теплообмінник стічних вод (ТО<sub>св</sub>). У даному теплообміннику теплоносій підігрівається до температури , відбираючи від стічних вод теплоту і подається до випарника ТН, в якому теплоносій охолоджується та на виході його температура становить  $t_t^{\text{вих}}$  . Опалювальне приміщення має теплові втрати в навколишнє середовище. Для їхньої компенсації використовується тепловий потік від конденсатора теплового насоса з температурою теплоносія на вході в систему опалення  $t_k$ .

Таким чином, наведена вище схема в порівнянні зі звичайною теплонасосною схемою з використанням теплоти ґрунту характеризується наявністю в нижньому контурі ТН додаткового джерела теплоти у вигляді теплоти стічних вод, що може привести до зміни оптимальних характеристик вертикального ґрунтового теплообмінника і ефективності роботи всієї теплонасосної схеми.



### 1.2.3 Термодинамічний аналіз ТНС

Розглянувши комбіновану систему ТНС на предмет термодинамічної ефективності схеми опалення можна виконати, використовуючи характеристики теплоти стічних вод. Каналізаційні стоки можуть бути перспективним додатковим джерелом теплоти для теплових насосів. При наявності системи ГВП температура їх може сягати до 32 С° [5]. Для більш ефективного процесу відбору теплоти від стічних вод, потрібно забезпечити їх розділення на умовно-чисті (душ, умивальники, кухня) та холодні (туалет). Для аналізу потужності цього джерела теплоти можна використати результати розрахунків витрат теплоти на опалення та ГВП. Спостереження показують, що для ряду об'єктів житлового призначення відносна витрата теплоти на ГВП може складати біля 20 % від витрати теплоти на опалення того ж будинку при розрахунковій температурі зовнішнього повітря. При цьому, при використанні системи ГВП, теплота гарячої води майже не використовується, тобто це означає, що кількість теплоти в умовно-чистих стічних водах  $Q_{ст}$  не набагато менша від такої, яка витрачається на підготовку гарячої води  $Q_{ГВ}$ . Тому для попередніх розрахунків ми можемо допустити, що:

$$Q_{ст} = Q_{ГВ}, \quad (1.1)$$

а по відношенню до витрат теплоти на опалення величину  $Q_{ст}$  можна показати як:

$$Q_{ст} = K^p Q_{оп}^p, \quad (1.2)$$

де  $K^p$  – коефіцієнт, що дорівнює долі витрат теплоти на ГВП від загальної теплоти на опалення;

$Q_{оп}^p$  – витрати теплоти на опалення при розрахункових умовах відповідно, кВт.

Якщо праву частину рівняння (1.2.) помножити і поділити на величину  $Q_{оп}$  за будь-якої температури зовнішнього повітря, то рівняння (1.2.) можна набуває вигляду:

$$Q_{ст} = K Q_{оп}, \quad (1.3)$$

де  $K$  – коефіцієнт, характеризує зміни температури зовнішнього повітря

$$K = K_p \frac{t_{п-т_о}^p}{t_{п-т_о}}, \quad (1.4)$$

де  $t_p$  – температура в приміщенні, С°;

$t_o$  – температура навколишнього повітря, С°;

$t_o^p$  – розрахункова температура навколишнього повітря, С°;

Тоді, питомі сумарні затрати зовнішньої енергії на ТНС опалення можна визначити аналогічно [7]

$$l_{оп} = \frac{(L_K + L_H)}{Q_K} = \frac{1}{\varphi} + \frac{L_H}{Q_K}, \quad (1.5)$$

де  $L_K, L_H$  – затрати енергії на роботу компресора ТН та на циркуляцію теплоносія відповідно, кВт;

$Q_K$  – тепловий потік, відведений від конденсатора ТН, кВт.;

$\varphi$  – дійсний коефіцієнт трансформації ТН, що визначається як

$$\varphi = \varphi_T \eta_{ТН}, \quad (1.6)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт втрат ТН, який прийнятий [6].  $\eta_{ТН} = 0,6$  [6]

Коефіцієнт трансформації теплоти ідеального циклу Карно можна записати у такому вигляді

$$\varphi_T = \left[1 - \frac{T_B^{ТН}}{T_K^{ТН}}\right]^{-1} = \left[1 - \frac{273 + t_T^{ВИХ} - \Delta t_{ВИЦ}}{273 + t_k + \Delta t_k}\right]^{-1}. \quad (1.7)$$

Температура теплоносія на виході з випарника ТН  $t_T^{ВИХ}$  в рівнянні (1.7) може бути отримана при заданій і фіксованій температурі на виході з ґрунтового теплообмінника  $t_{ВГТО}^{ВИХ}$  із теплового балансу ВГТО

$$Q_{підв} = Q_{відв} \quad (1.8)$$

який можна записати у вигляді

$$q_r L_{CB} = W \frac{\pi d_{ВН}^2}{4} \rho_T c_p (t_{ВГТО}^{ВИХ} - t_T^{ВИХ}). \quad (1.9)$$

Тоді, з рівняння (1.9) маємо

$$t_T^{ВИХ} = t_{ВГТО}^{ВИХ} - \frac{4q_r \cdot L_{CB}}{W \pi d_{ВН}^2 \rho_T c_p}. \quad (1.10)$$

Для визначення температури теплоносія, що подається з конденсатора ТН у низькотемпературну систему водяного опалення, має силу рівняння, яке виводиться на основі аналізу процесів теплообміну в системі гріюча вода – повітря в приміщенні – атмосферне повітря [3]:

$$t_K = t_{\Pi} + (t_T^p - t_{\Pi}) \left[ \frac{(t_{\Pi} - t_0)}{(t_{\Pi} - t_0^p)} \right]^{\frac{1}{(1+n)}} , \quad (1.11)$$

де  $t_{\Pi}$  – температура в приміщенні,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_0$  – температура навколишнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_T^p$  – розрахункова температура теплоносія в системі опалення за розрахункової температури навколишнього середовища,  $t_0^p$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  – коефіцієнт, який характеризує обрану систему опалення (для низькотемпературних систем опалення  $n = 0$ ).

Затрати енергії на насос для перекачки теплоносія нижнього джерела енергії визначаються за співвідношенням:

$$L_H = \frac{V_T(\Delta p_{\text{ВИП}} + \Delta p_{\text{ВГТО}})}{\eta_H \eta_{\text{ПР}}} , \quad (1.12)$$

де  $\Delta p_{\text{ВИП}}$ ,  $\Delta p_{\text{ВГТО}}$  – гідравлічні втрати тиску у випарнику ТН та у ВГТО відповідно, кПа;

$\eta_H \eta_{\text{ПР}}$  – ККД насоса теплоносія нижнього джерела енергії і його приводу відповідно.

Можна прийняти, що в оптимальному режимі роботи для насоса  $\eta_H = 0,8$ , а  $\eta_{\text{ПР}} = 0,95$ [6].

Втрати тиску при подоланні потоком теплоносія гідравлічного опору ґрунтового теплообмінника визначаються за формулою Дарсі – Вейсбаха:

$$\Delta p_{\text{ВГТО}} = \lambda \frac{\rho_T w^2 L_{\text{ВГТО}}}{2 d_{\text{ВН}}} , \quad (1.13)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного тертя;

$L_{\text{ВГТО}} = 2L_{\text{СВ}}$  – довжина труби ВГТО, м.

Для подальших розрахунків прийнято, що коефіцієнт гідравлічного тертя  $\lambda$  визначається залежно від режиму течії теплоносія:

- при ламінарному режимі течії в гладких трубах ( $Re < 2300$ ) коефіцієнт гідравлічного тертя  $\lambda$  визначається згідно із законом Пуазейля:

$$\lambda = 64 / Re , \quad (1.14)$$

- при турбулентному режимі течії ( $Re > 2300$ ) коефіцієнт гідравлічного тертя  $\lambda$  для гладких труб визначається за рівнянням Блазіуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0.25}}, \quad (1.15)$$

де  $Re = wd_{вн}/v_T$ ;

$v_T$  - кінематична в'язкість теплоносія,  $m^2/c$ .

Тепловий потік  $Q_k$  у співвідношенні (2.5) може бути визначений на основі рівняння теплового балансу ТН як

$$Q_k = Q_{вип} \frac{\varphi}{\varphi - 1}. \quad (1.16)$$

Тепловий потік у випарнику ТН  $Q_{вип}$  визначимо із теплового балансу нижнього контуру ТН:

$$Q_{вип} = Q_{втго} + Q_{ст} = Q_{втго} + K \cdot Q_{оп}, \quad (1.17)$$

де  $q_r$  – середній за сезон питомий тепловий потік, віднесений до 1 м свердловини,  $Вт/м$ ;

$L_{св}$  – глибина свердловини ВГТО, м.

Тоді, з урахуванням рівнянь (1.9) – (1.13), (1.16) і (1.17), рівняння (1.5) для визначення сумарних питомих затрат зовнішньої енергії на ТНС опалення після деяких математичних перетворень набуде вигляду:

$$l_{оп} = \frac{1}{\varphi} \left[ 1 + \left[ \frac{\Delta p_{вип}}{\eta} \frac{w \pi d^2}{4 q_r L_{св}} + \frac{\lambda \rho_T w^3 \pi d}{4 q_r \eta} \right] (\varphi(1 - K) - 1) \right]. \quad (1.18)$$

Числовий аналіз рівняння (2.18) дозволяє визначити оптимальну швидкість теплоносія в ґрунтовому теплообміннику і її залежність від геометричних параметрів ВГТО в умовах використання додаткового джерела теплоти.

Разом з тим, при використанні додаткового джерела теплоти зменшується необхідна теплова потужність ВГТО, що може бути враховано відносним вкладом теплового потоку від ВГТО в загальний тепловий потік, що передається від конденсатора ТН в систему опалення. Вираз для цієї характеристики впливає із спільного рішення рівнянь (1.16) і (1.17) за умови, що  $Q_k = Q_{оп}$  [5].

$$\beta = \frac{Q_{втго}}{Q_k} = \frac{\varphi(1-K)-1}{\varphi}. \quad (1.19)$$

#### **1.2.4 Вихідні положення щодо розробки системи опалення прибудованої теплиці**

Системи опалення теплиць розрізняють за видом і параметрами теплоносія і первинної енергії, типом нагрівальних приладів.

По виду теплоносія розрізняють системи з водяним та повітряним обігрівом. У теплицях з водяним опаленням використовують гарячу або перегріту воду з температурою на вході в систему 95, 130 і 150 °С, на виході 70 °С. При обігріві ґрунту застосовують воду з температурою 45-35 °С.

У повітряних системах опалення використовують різні повітрянагрівачі або теплогенератори, які здійснюють нагрівання повітря споруди. В якості первинного виду енергії в таких пристроях використовують теплову (у вигляді пари або гарячої води), хімічну, перетворюється в теплову при згорянні рідкого або газоподібного палива, електричну енергію. Як правило, повітрянагрівачі мають вузол перетворення енергії і вентилятор з електроприводом, який здійснює інтенсивний знімання тепла з вузла перетворення за рахунок повітряного потоку.

За конструкцією та типом нагрівальних приладів розрізняють гладкотрубні і конвекторні водяні системи опалення, повітряні системи з зосередженою роздачею теплового повітря і з розподілом його за допомогою повітропроводів, комбіновані системи опалення.

У типових проєктах великих промислових теплиць системи опалення та вентиляції вже розраховані для конкретного кліматичного району і мають цілком певні конструктивні рішення в залежності від температури використовуваного теплоносія. Системи опалення промислових зимових теплиць розраховуються на підтримку внутрішньої температури 15 °С при зниженні температури зовнішнього повітря до -25 °С.

Оптимум температури ґрунту лежить в діапазоні 14-24 °С, зниження до 10°С і нижче, ускладнює надходження фосфору і сприяє фосфорному голодуванню; підвищення до 25-28°С і вище призводить до ускладнення всмоктування корінням вологи, в результаті чого рослини в'януть від посухи навіть на вологому ґрунті.

При виборі відповідного проєкту теплиці для конкретного населеного пункту необхідно знати розрахункові кліматичні характеристики місцевості. За розрахункову температуру зовнішнього повітря беруть середню багаторічну температуру найбільш холодних днів року. Правильний вибір відповідного проєкту означає, що система опалення теплиці повинна бути розрахована на температуру нижче, ніж розрахункова температура зовнішнього повітря даного району.

Системи опалення типових весняних плівкових теплиць розраховуються на температуру зовнішнього повітря  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Як правило, тепловий баланс теплиці розраховується для певного періоду часу. Наприклад, при визначенні потужності (теплопродуктивності) системи опалення користуються складовими теплого балансу за секунду або за годину, розрахунок споживаної теплової енергії ведеться за добу, місяць або рік.

Значно підвищити ефективність використання сонячної енергії можна шляхом акумулювання тепла в ґрунті в ясні сонячні дні. Акумулювання сонячної енергії в теплиці досягається шляхом циркуляції теплого повітря по асбоцементним трубам діаметром 10-20см, покладеним в шарі глини на глибині 40-50см. Рух повітря здійснюється завдяки електровентилятору потужністю 25-30Вт (рисунок 1,7). При постійній циркуляції вдень тепле повітря, проходячи по трубах, віддає тепло шару глини товщиною 20 см і тепличному ґрунту, а вночі більш холодне повітря в теплиці нагрівається за рахунок акумульованого тепла.

Поліпшити використання сонячної енергії в теплиці можна за допомогою виносної геліоустановки, в якій досягається більш висока температура використовуваного теплоносія.

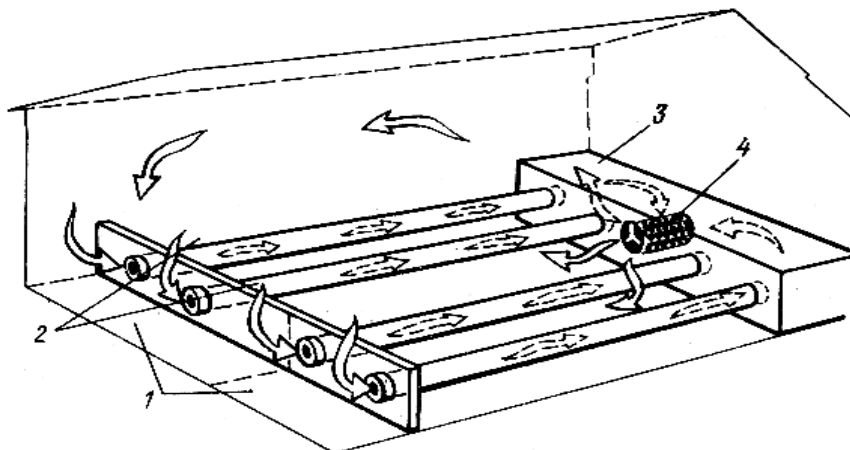


Рисунок 1.7- Схема теплиці з акумуляцією сонячного тепла в ґрунті: 1 - прямки, 2 - ґрунтові труби; 3 - з'єднувальний канал, 4 – вентилятор.

### 1.3 Аналіз гідрогеологічних умов об'єкта будівництва

Ландшафт території являє собою горбисту рівнину з абсолютними відмітками від 190 до 340 м. Регіон належить до басейну річки Південний Буг. У багатьох місцях річка перегороджена греблями, що використовують як об'єкти гдроенргетики.

#### 1.3.1 Кліматичні умови

Клімат – помірно-континентальний, з м'якою зимою і теплим вологим літом.

У відповідності з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 об'єкт розташований в І кліматичному районі.

Температура повітря: розрахункова складає  $-21^{\circ}\text{C}$ ; середня за січень  $-5\dots-8^{\circ}\text{C}$ , липень  $+18\dots+20^{\circ}\text{C}$ . Абсолютний мінімум  $-37\dots-40^{\circ}\text{C}$ , абсолютний максимум  $+37\dots+40^{\circ}\text{C}$ . Кількість опадів за рік 600 мм. В холодний період року 170 мм (листопад-березень), в теплий 430 мм. Середня річна вологість повітря складає 77%.

### 1.3.2 Геологічна будова

В геологічному відношенні об'єкт розташований в західній частині Українського щита. Район займає західну окраїну Дністровсько-Бузького мегаблока в місці з'єднання Подільського та Середньобузького блоків I порядку.

Породи в межах ділянки відносяться до двох чітко виражених структурних поверхів: верхнього-складеного осадовими породами неогенового і четвертинного віку і нижнього – складеного кристалічними породами докембрію. Серед порід докембрію виділяють утворення архейського і нижньопротерозойського віку.

До них відносяться три групи порід: метаморфічні бугської серії, інтрузивні основного, ультраосновного і ультраметаморфічні подільського чарнокітового комплексу[8].

#### Архей

##### Дністровсько-бузька серія метаморфічних порід.

Породи Дністровсько-бузької серії представлені невеликими тілами, останцями, які залягають в товщі ультраметаморфічних утворень. Це глибокометаморфізовані ефузивно-осадові утворення, які повсюди гранітизовані.

До цього підрозділу відносяться усі переважно дрібнозернисті породи – кристалосланці і гнейси різного складу, що є найдавнішими утвореннями Верхнього Побужжя.

До комплексу основних і ультраосновних порід припустимо інтрузивного генезу віднесено більшість дрібних тіл піроксенітів і габроїдів.

Зустрічаються піроксеніти і габроїди, які зазвичай просторово і генетично зв'язані з породами тиврівської товщі.

#### Тиврівська товща

Поширена майже скрізь. Найбільші за площею ділянки збереглись від подальшої гранітизації у синкліналях, які розміщені поміж куполоподібними структурами, складені ендербітами.

Основний фон тиврівської товщі утворюють гіперстенові кристалосланці, рідко гнейси.



### Гніванська товща

Наявні останці пачки гранат-біотит-піроксенові та біотит-піроксенові гнейси, а також кальцифіри серед гранат-біотит-гіперсенових гранітоїдів (вінницитів). У гранат-біотинових гранітах, що тут превалюють, знайдені лише останці біотитизованих гіперстенових кристалосланців, ендербіт-мігматитів, кальцифірів. Гранат-біотитові гнейси з реліктовим гіперстеном розвиваються в реакційних облямівках поблизу контактів кристалосланців з гроанітами – так виникають загальновідомі «зональні останці».

### Березинська товща

У багатьох місцях товщі спостерігається розвиток гранат-біотитових гнейсів, часто з реліктовим гіперстеном, по перефірії – кристалосланцевих останців. Температури мінеральних рівноваг у них не перевищують 720-700 оС, зазвичай 630-670оС, а ізотопний вік аналогічний вікові гранітів, які з ним асоціюють і похідними яких вони є, становить 2100-1900 млн. років.

### Кайнозойська ератема

Осадкові утворення суцільним чохлам покривають нерівну поверхню кристалічного фундаменту. Найдавнішими серед них є палеогенові континентальні алювіальні й озерно-болотні відклади бучанської серії, прибережно-морські осадки обухівської світи, найбільш поширені утворення неогенової системи.

### Палеогенова система

Підошва і покрівля відкладів залягають на корі вивітрювання кристалічних порід і перекриваються товщею строкатих глин, рідше новопетрівською світою, іноді на схилах річки Південний Буг – відкладами четвертинної системим.

Відклади прируслової фації – це піски кварцові коричневого, коричнево-жовтого, сірувато-жовтого кольору, нерівномірнотзернисті, переважно грубозернисті, зерна середньої обкатаності і сортування, зустрічаються прошарки глини.

## Неогенова система

### Міоценовий відділ

Новопетрівська світа поширена в північно-східній частині, поля її розвитку мають неправильну форму і приурочені переважно до вододільних ділянок плато. Абсолютна відмітка подошви змінюється від 239 до 258 м. Вона залягає на кристалічних породах докембрію або на їхній корі вивітрювання.

Піски новопетрівської світи відрізняються від пісків інших стратографічних підрозділів ущільненістю, вони слюдисті, місцями мають слабо виражену горизонтальну шаруватість, а також містять домішки каоліну.

Глини зустрічаються рідше. Породи світло-сірі з зелонуватим відтінком, щільні, в'язку, з раковистим зломом. За складом переважно каоліністі з незначним вмістом монтморилонітової складової і лусочок гідрослюди, до низу розрізу в глинах поступово збільшується вміст тонкозернистого кварцового піску.

### Сарматський ярус

За літологічним складом порід у даному підрозділі виділяють три товщі: товща вуглистих пісків і глин, товща вапняків, товща глин, пісків і алевритів.

Відклади сарматського ярусу широко поширені на ділянці робіт і відсутні лише у долинах рік і великих балок. В розрізі відкладів сарматського ярусу умовно виділені середньо-сарматський під'ярус і горизонт строкатих глин.

Середньо-сарматський під'ярус представлений морськими і лагунними відкладами: вапняками, алевритистими і мергелистими глинами, алевритами та пісками.

Вапняки залягають на локальних, невеликих по площі, ділянках, складаючи шарі потужністю 0,2-0,4м. Звичайно спостерігається чергування шарів зцементованих черепашниково-детрітових вапняків з цілком пухкими черепашниковими пісками.

Піски полевошпат-кварцеві, дрібно- і середньо зернисті залягають на розмитій поверхні вапняків і кристалічних порід, в основі під'ярусу, невитриманими шарами потужністю від 1-2 до 14,5м.

Алеврити, алевритські і мергелісті глини складають основну частину розрізу середньо сарматського під'яруса. Шари їх фаціально не витримані, часто виклинюються. Глинисті відклади пофарбовані в блакитно-сірі і оливково-блакитні тони.

Горизонт строкатих глин є на відкладах середнього сармату. Потужність відкладів горизонту звичайно складає 10-20 м, досягаючи 39 м на піднятих блоках кристалічної основи.

Переважаючи в розрізі горизонту глини пофарбовані в палево-і зеленувато-сірі тони з характерним жовтим і бурим відтінком.

Пліоцен – нижньочетвертичні відклади не розчленовані. Горизонт червоно-бурих глин (edN2Q1) є на сарматських строкатих глинах рідкими останцями на високих вододілах. Потужність глинистих відкладів коливається від 4 до 20 м. Це важкі щільні глини бурого, червоно-бурого, жовтого-бурого кольору з тонкими прошарками глинистих пісків, а також бурих тонів забарвлення.

#### Четвертична система

Відклади четвертичного часу поширені повсюди, покриваючи суцільним чохлом різнозернисті геологічні утворення.

Ці відклади представлені різними літолого-генетичними типами відкладів середнього, верхнього і сучасного відділів системи.

Середньо-верхньочетвертичні нерозчленовані відклади (edII-III) представлені елювіально-делювіальними суглинками з прошарками супісків. Вони поширені на вододільних площах і їх схилах, де покривають більш давні відклади. Потужність суглинків на вододілах досягає 20 м.

Суглинки лесовидні, пилеваті, пористі, паливо-жовтих тонів забарвлення.

#### Верхньочетвертичні відклади (aIII).

До верхнього відділу четвертичної системи відносяться відклади надзаплавних терас долин Бугу і його притоків. Ці відклади представлені пісками, супісями і суглинками потужністю до 6 м.

Сучасні відклади (а, е, bIV) представлені заплавленим алювієм річок і балок, а також озерно-болотними відкладами.

Алювіальні відклади заправ: перешарування пісків, супісей, суглинків і мулів-мають потужність до 4-6 м, рідше більше метрів.

Потужність озерно-болотних відкладів стариць складає 2-4 м. Представлені ці відклади також перешаруванням пісків, суглинків, мулів і торфу.

#### Палеоархейська ера

##### Сабарівський інтрузивний комплекс

Об'єднує найбільш ранні магматичні утворення району, представлені метаморфізованими габроїдами та ультраосновними породами, які тією чи іншою мірою зберегли риси свого походження. Діапазон складу дуже широкий – від дуніту лейкократового габро. Вони складають, переважно невеликі, до кількох десятків-сотень метрів, тіла, які здебільшого спостерігаються у вигляді дрібніших останців серед масивів гранітоїдів різного віку, або залягають серед кристалосланців.

##### Гайворонський ультраметаморфічний комплекс

Розповсюджені породи гранітно-діоритового ряду – чарнокітоїди.

#### Мезоархейська ера

##### Літинський ультраметаморфічний комплекс

Чарнокітоїди літинського комплексу здебільшого належать до гіперстєвових різновидів і за складом варіюють від діориту до нормального граніту і навіть сієніту. За структурою також різноманітні – від чітко гнейсоподібних дрібно-середньозернистих до масивних середньо-крупнокристалічних і нерідко пегматоїдних, але в усіх випадках розподіл мінеральних скупчень у них нерівномірний.

Є три основні групи порід:

- ендербіт-магматити - найбільш ранні гранітоїди Подільського блока, мають дрібносередньозернисту структуру, лінзоподібно-смугасту будову та

істотно плагіоклазовий склад, містять багато темноколірних матеріалів, серед яких гіперстен, помітно збіднені на кремнезем, калій та інші літофільні елементи;

- ендербіти – масивні, більш крупнозернисті породи, здебільшого це гіперстенові кварцвмісні антипертинові різновиди;

- чарнокіти – породи, що вміщують, крім кварцу і плагіоклазу, калійовий польовий шпат, гіперстен і біотит, вони здебільшого мають пегматоїдний вигляд, формують невеликі тіла метасоматичного та алохтонного типу, склад варіює від лейкограніту до лужного сієніту.

### Палеопротерозойська ера

#### Гайсинський ультраметаморфічний комплекс

До даного комплексу відносяться гранітоїди з мінеральними парагенезисами амфіболітової фації.

У Гайсинському блоку часто чергуються породи різного складу. Крім мігматитів, також виявлено дрібні тіла інтрузивних діоритів, лейкогранітів і апліт-пегматоїдних гранітів.

Діорити – це сірі масивні середньозернисті породи з порфірованою структурою.

Діорит-мігматиди – за складом відповідають кварцовому діориту.

Плагіомегматити біотитові.

Граніти і мігматити біотитові зосереджені в зоні тектонічних порушень, представлені лейкократовими та пегматоїдними різновидами. Породи рожевого кольору, середньокрупнозернисті, можуть бути масивними і гнейсоподібними.

Апліт-пегматоїдні та лейкократові граніти – склад їх кварцпольово-шпатний, мають крупнокристалічну пегматноїду структуру. Граніти світлі, з рожеватим відтінком, масивні, дрібно-середньозернисті.

#### Діафоричне та метасоматично змінені породи

#### Бердичівський ультраметаморфічний комплекс

Бердичівський комплекс поширений майже скрізь. Бердичівський комплекс включає породи гранітного складу, генетично зв'язані з архейськими метаморфічними утвореннями. В районі ділянки робіт гранітоїди бердичівського

комплексу широко розповсюдженні. Серед них виділяються чарнокіти, граніти і мігматити чудново-бердичівські, граніти апліт-пегматоїдні, граніти гранат-біотітові лейкократові хмільницькі.

Чарнокіти (čPR1bd) мають обмежене поширення і представляють собою різнозернисту породу зеленовато-сірих тонів забарвлення.

Граніти і мігматити гранат-біотітові чудново-бердичівські (γmPR1čb) відносяться до найбільш ранніх ультраметаморфічних утворень нижнього протерозоя. Забарвлені в сірі тони з червонуватим відтінком, мають середньозернисту структуру, полосчату, сланцювату, очково-сланцеву, рідше масивну текстуру.

Граніти апліто-пегматоїдні бердичівські (γγPR1bd) це червоновато-розові апліто-пегматоїдні породи, які можна зустріти в зоні Верхньо-Бугського або Хмільницького розлому.

Будова гранітів від дрібно - і середньозернистого до пегматоїдного. Складені вони калієвим польовим шпатом, сірим або блакитним кварцем, біотітом, присутній монацит.

По своїм фізичним властивостям граніти є найменш магнітоактивними і найменш щільними породами району.

Для метасоматичних гранітів характерні світлі тони забарвлення - сірі, рожево-сірі.

Головні породоутворюючі мінерали представлені К-шпатом, плагіоклазом, кварцом.

#### Палеозой-мезозой

##### Кора вивітрення кристалічних порід

Утворення кори вивітрення широко поширені на ділянці робіт.

Первинні глинисті утворення кори вивітрення мають переривчасте, скоріше навіть плямисте поширення. В розрізі утворень кори вивітрення виділяється зона структурних каолінів і зона дезінтегрованих порід.

Зона дезінтегрованих порід представлена уламками різної форми і розміру від брил до жорстви в тій чи іншій мірі зачеплених процесами хімічного вивітрення.

Осадкові відклади неогену і четвертичного часу

Осадкові морські і континентальні відклади залягають на нерівній еродованій поверхні кристалічного фундаменту.

Найбільша потужність осадкових відкладів відзначається в межах піднятих блоків земної кори. Площі слабо піднятих або відносно опущених блоків характеризуються малими потужностями відкладів неогена і навіть повною відсутністю їх, як, наприклад, в межах опущеного блока долини річки Південний Буг [8].

### **1.3.3 Тектоніка тріщин**

В геоструктурному відношенні район і ділянка об'єкту відносяться до західної частини Українського кристалічного масиву. Тут чітко виділені два структурних поверхи.

Нижній, який являє собою складно-дислоковану кристалічну основу і верхній, складений осадковими відкладами, які залягають практично горизонтально.

В межах ділянки кристалічна основа складена переважно великими полями протерозойських кристалічних порід.

В результаті тектонічних рухів кристалічні породи вкриті системою тріщин, які мають різні напрямки і глибину.

Другий структурний поверх, складений осадковими породами і сформований уже після повної консолідації кристалічного фундаменту, залягає майже горизонтально, ознак складчастих і розривних деформацій тут не встановлено. Потужність осадкових порід коливається в межах 20-50 м.

Сучасні процеси, викликані зниженням базису ерозії, відобразились в рельєфі, який виражений у вигляді ярів і балок.

### 1.3.4 Гідрогеологічні умови

Гідрогеологічні умови даної території складні і обумовлені рядом природних факторів, до яких в першу чергу відносяться геологічна будова, тектоніка, геоморфологія та ін.

У відповідності з геологічною будовою виділяють наступні водоносні горизонти і комплекси:

1. Водоносний горизонт в верхньоплейстоценових еолово-делювіальних та елювіально-делювіальних відкладах (vd, edPIII);
2. Водоносний комплекс в сарматських відкладах неогену (N1s);
3. Водоносний горизонт в нижнепротерозойській відкладах (PR1)

Водоносний горизонт верхньоплейстоценових еолово-делювіальних відкладах практичного значення для централізованого водопостачання не має через незначні фільтраційні властивості. Нижче наведено опис водоносних горизонтів, які можуть бути використані, як джерело централізованого водопостачання.

Водоносний горизонт в неогенових відкладах сарматського ярусу. Даний водоносний горизонт на ділянці робіт має локальне розповсюдження.

Водовміщуючі породи представлені вапняками світло-сірими детритовими і черепашковими, пісковиками. Водозбагаченість порід по площі невитримана і змінюється в широких межах.

Живлення сарматського водоносного горизонту здійснюється за рахунок атмосферних опадів, а в період паводків – за рахунок річкових вод в місцях розкриття порід річковою мережею. Крім того, виникає перетікання підземних вод четвертинного водоносного горизонту в неогенові породи [8].

Водоносний горизонт в нижнепротерозойських відкладах. Даний водоносний горизонт на ділянці робіт є одним з основних і має широке розповсюдження на території.

Водовміщуючі породи представлені гранітами і мігматитами. Водозбагаченість порід по площі невитримана і змінюється в широких межах.



Живлення нижнепротерозойського водоносного горизонту здійснюється за рахунок атмосферних опадів, а в період паводків – за рахунок перетікання річкових вод в місцях розкриття порід річковою мережею. Крім того, виникає перетікання підземних вод сарматського водоносного горизонту.

Води горизонту, в основному, без запаху, без смаку, температура коливається від 8 до 12 °С, по даним хіманалізів – слабкомінералізовані і прісні, гідрокарбонатні кальцієво – магнієві, чи гідрокарбонатні натрієво – кальцієві.

### 1.3.5 Теплоємність гірських порід

Великий вплив на термодинамічний стан гірських порід має тепловий потік з над Землі, він також є причиною багатьох геологічних процесів. Вивчення закономірності цих процесів можливе при теоретичних та експериментальних дослідженнях теплофізичних властивостей мінеральних та гірських порід і параметрів теплового потоку. Визначення термофізичних властивостей мінералів та порід мають велике прикладне значення у зв'язку із розширенням масштабів впливу людини на земну кору. Збільшення глибини розробки родовищ призводить до нагріву повітря в гірських виробках більше допустимої межі.

До теплофізичних властивостей гірських порід відноситься теплоємність  $C$ , теплопровідність  $\lambda$ , температуропровідність  $a$ , теплове розширення, плавкість порід, морозостійкість і термостійкість, поліморфні перетворення і розклад мінералів під дією високих температур та інші.

При нагріванні гірські породи поглинають тепло, при цьому амплітуда та частота коливання атомів і молекул збільшується, зростає їх кінетична енергія, що призводить до зміни температури.

Тепло, що поглинає порода, згідно першому закону термодинаміки, переходить у внутрішню енергію  $dQ_1$  і витрачається на зовнішню роботу  $dQ_2$  (теплове розширення, поліморфні перетворення):

$$dQ = dQ_1 + dQ_2 . \quad (1.20)$$

Тепло, що переходить у внутрішню енергію, пов'язане з температурою тіла співвідношенням

$$dQ_1 = C dT \quad , \quad (1.21)$$

де  $C$  – теплоємність тіла.

Звідси, теплоємність – величина, рівна відношенню кількості теплоти  $dQ_1$  сполученого тілу, до відповідної зміни температури  $T$  цього тіла:

$$C = dQ_1 / dT \quad . \quad (1.22)$$

Теплоємність порід залежить від хімічних властивостей і умов процесу теплопередачі. Так розрізняють теплоємність при постійному об'єкті  $C_v$  і при постійному тиску  $C_p$ . Приклично зручніше користуватись теплоємністю одиниці маси речовини, тобто питомою теплоємністю

$$C_v = C_v / T \quad , \quad (1.23)$$

$$C_p = C_p / T \quad . \quad (1.24)$$

Переходячи до кінцевого значення і нехтуючи величиною  $dQ_2$  як досить малою, отримуємо:

$$c = \Delta Q / \Delta T m \quad . \quad (1.25)$$

#### **1.4 Висновки до розділу**

В даному розділі роботи проведено огляд та аналіз джерел та систем відбору низькопотенційного тепла, конструктивних рішень щодо їх використання в системах тепlopостачання. Приведений термодинамічний аналіз комбінованої теплонасосної системи. Досліджені гідрогеологічні умови району будівництва, що дозволяє зробити висновок про перспективність використання геотермальних систем у регіоні Вінницької області.

## **2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ КОМБІНОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

### **2.1 Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій будівлі**

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнта теплопередачі окремих огорожувальних конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом, вікна).

Необхідний термічний опір окремої огорожувальної конструкції  $R_0^п$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , вибираємо з додатку Д [9]. 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 (рисунок 2.1).

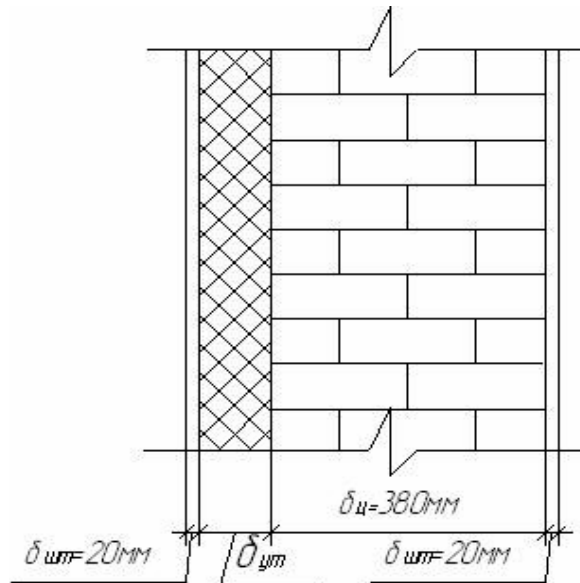


Рисунок 2.1- Конструкція зовнішньої стіни

Приймаємо  $R_0^п = 3 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ . Всі значення теплотехнічних показників матеріалів приймаємо за дод.3 [9].

Повний фактичний термічний опір зовнішньої стіни підраховується з виразу:

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

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

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

$\delta_{у}/\lambda_{у}$  – термічний опір шару утеплювача,  $R_{у}$ ;

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

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

$\alpha_з$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

Виходячи з умови  $R_0^п \leq R_0^ф = (0,1 + 0,05 \cdot 20) \cdot 3,7 = 2,97 (\text{м}^2\text{°C/Вт})$  знаходимо необхідний термічний опір утеплювача:

$$R_{ум} = R_{\Sigma} - \left[ \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{ц}}{\lambda_{ц}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_з} \right], \quad (2.2)$$

$$R_{ум} = 2,97 - \left( 0,115 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,7} + 0,043 \right) = 2,37 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right).$$

В якості утеплювача приймаємо пінополістрол з  $\lambda = 0,037 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$ , тоді

необхідна його товщина:

$$\delta_y = R_y \cdot \lambda_y = 2,37 \cdot 0,037 = 0,088(\text{м}). \quad (2.3)$$

Приймаємо товщину шару утеплювача 0,1м.

Перерахуємо необхідний термічний опір для стіни із шаром утеплювачу товщиною 0,1м:

$$R_{cm} = 0,115 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,1}{0,037} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,7} + 0,043 = 3,455 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right)$$

Тоді, коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни становитиме:

$$K = 1/R_{cm}, \quad (2.4)$$

$$K = 1 / 3,455 = 0,29 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}.$$

### 2.1.2 Підбір вікон

Конструкцію та термічний опір світлових прорізів (вікон, балконів) підбираємо за додатком Е [9] в залежності від розрахункової різниці температур. Для даного проекту різниця температур складає:  $t_b - t_{зоб} = 20 - (-21) = 41\text{°C}$ . За табл.2 (дод. Е) [9] для  $t_b - t_{зоб} = 41\text{°C}$   $R_0^n = 0,6 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Для даного будинку приймаємо вікна в дерев'яних рамах з потрійним склінням (одинарне плюс подвійне), які мають  $R_0^{\phi} = 0,52 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ , тобто умова  $R_0^n \leq R_0^{\phi}$  виконується. Для прийнятих вікон  $K = 2,3 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$  (для цегляного будинку). Приймаємо також зовнішні подвійні дерев'яні двері (на балкон) з  $K = 2,3 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}$ . Для воріт  $K = 1,72 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}$ .

### 2.1.3 Розрахунок дахового перекриття

Конструкцію та термічний опір підбираємо за таблицею 1.15 [9].

Для дахового перекриття  $K = 0,85 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}$ .

### 2.1.4 Розрахунок підлоги

Конструкція підлоги зображена на рисунку 2.2.

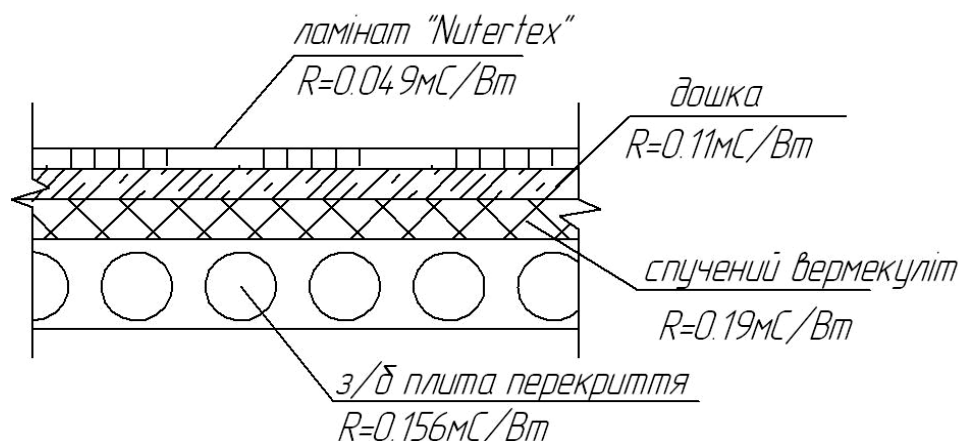


Рисунок 2.2 - Конструкція підлоги

Спочатку вибираємо нормативний опір теплопередачі для захисної конструкції нового будівництва  $R_0^н = 3,75 \text{ м}^2\text{С/Вт}$  згідно додатку Д [9].

Тоді, з формули (2.1) визначаємо необхідний термічний опір утеплювача.

$$R_{ym} = R_0^н - \left[ \frac{1}{\alpha_в} + R_{zn} + R_d + R_n + \frac{1}{\alpha_з} \right], \quad (2.5)$$

$$R_{ym} = 3,75 - (0,11 + 0,156 + 0,11 + 0,049 + 0,17) = 3,15 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{С}}{\text{Вт}} \right).$$

Тоді необхідна товщина утеплювача становитиме:

$$\delta_y = R_y \cdot \lambda_y, \quad (2.6)$$

$$\delta_y = 3,15 \cdot 0,06 = 0,189 \approx 0,19 \text{ (м)}.$$

Приймаємо пінополістирольні мати товщиною 100мм, тоді:

$$R_{ym}^\phi = R_{cm} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}, \quad (2.7)$$

$$R_{ym}^\phi = 0,6 + \frac{0,19}{0,06} = 3,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{С/Вт)}.$$

Коефіцієнт теплопередачі для підлоги становитиме:

$$K = 1/R_{ym}^\phi, \quad (2.8)$$

$$K = 1 / 3,65 = 0,27 \text{ (Вт/м}^2\text{С)}.$$

Розрахунок тепловтрат будівлі виконуємо згідно [9], результати представлені в таблиці (додаток В).

## 2.2 Вибір нагрівальних приладів

Для опалення будівлі прийнято схеми горизонтальні з нижнім розведенням магістралей поповерхові.

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

$$F_{пр} = Q_{пр} / q_{п}, \quad (2.9)$$

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

$q_{п}$  - поверхнева густина теплового потоку приладу, Вт/( $m^2 \cdot K$ );

Для розрахунків в проекті приймають  $q_{п} = q$ .

Підбираємо для приміщень алюмінієві радіатори марки “Nova florida”, технічні характеристики (див. додаток М). Оскільки система є низькотемпературною, то при підборі нагрівальної площі приладу, орієнтуємось на потужність, при температурі теплоносія 50 ( $^{\circ}C$ ).

## 2.3 Розрахунок підлогового опалення

Для опалення всіх кімнат, крім спалень і дитячих, використовуємо підлогове опалення, оскільки цей 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 25-40% експлуатаційних витрат, оскільки нагрівальні елементи є ізольованими від неефективних втрат тепла (вниз і вбік) і в той самий час забезпечують найвищий температурний комфорт людини. Крім того, підлогове опалення не сприяє виникненню позитивної іонізації повітря, яка негативно впливає на самопочуття людини і підтримує сталий рівень вологості в приміщенні.

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  $Q_{106}=951,5(\text{Вт})$ , тоді питоме теплове навантаження підлоги становитиме:

$$q_n=Q_n/S_{\text{акт.}}, \quad (2.10)$$

$$q_{106}=951,5/13,79=68,99 (\text{Вт}/\text{м}^2).$$

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

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:

$$T_{\text{ср}}=T_{\text{під}}+q \cdot \frac{\delta_{\text{пл.}}}{\lambda_{\text{пл.}}} + q \cdot \frac{\delta_{\text{ст.}}}{\lambda_{\text{ст.}}} \quad (2.11)$$

де  $q$  – питомий тепловий потік ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ );

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

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

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

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

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

Знаходимо температуру в прямому і зворотному трубопроводі (приймаємо перепад температур  $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$ ):

$$T_1=T_c+\Delta t/2=27,08+5/2=29,58 (^{\circ}\text{C});$$



$$T_2 = T_c + \Delta t / 2 = 27,08 + 5 / 2 = 24,58 (^\circ\text{C}).$$

Знаходимо витрати теплоносія в петлі:

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

Визначення швидкості руху теплоносія:

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

Швидкість руху теплоносія повинна знаходитись в межах: 0,15-1,0(м/с).

Кількість труб для обраного варіанту укладки дорівнює 4 (м.пог/м<sup>2</sup>).

Довжина петлі підлоги:  $L = 13,79 \cdot 4 = 55,16 (\text{м})$ .

Аналогічні розрахунки проводимо для інших приміщень, результати розрахунків заносимо в табл. 2.2 (додаток Г).

### ***Принцип функціонування системи теплої підлоги***

Мережева вода з температурою  $t = 35-55 \text{ }^\circ\text{C}$  подається від джерела теплопостачання (див.аркуш 5) до зонного вентиля (2) з термостатичною головкою (1).

Далі мережева вода після зонного вентиля (2) змішується зі зворотньою водою системи теплої водяної підлоги у зворотному колекторі (12), звідки розподіляється в змішувальний подаючий колектор (14) і далі в подаючий колектор системи теплої підлоги (5), а також частково в зворотну магістраль системи опалення.

При досягненні налаштованої температури в подаючому колекторі (5), зонний вентиль (2) перекриває потік теплоносія із мережі у зворотню гребінку теплої підлоги (4) і подає воду в зворотний колектор, при цьому система тепла підлога працює незалежно від джерела теплопостачання, циркуляція теплоносія забезпечується циркуляційним насосом (13). При зниженні температури в подаючому колекторі теплої підлоги зонний вентиль (2) відкривається і відбувається змішування у зворотньому колекторі (4) для підвищення температури теплоносія в подаючому колекторі. Налаштування витрат через контур теплої підлоги здійснюється шляхом регулювання витратоміра (7) (витратомір налаштовується на витрату води від 1 до 4 літрів за хвилину, згідно

проектних рішень).

Змішувальний клапан (3) призначений для компенсації лінійних розширень і підтримки постійної витрати теплоносія в системі теплої підлоги шляхом ручного регулювання.

Для рівномірного розподілу теплової енергії у контури, на зворотному колекторі встановлюються сервоприводи (6), які призначені для перекривання подачі теплоносія в контури при досягненні необхідної температури в приміщеннях. Сервоприводи підключаються до двох-, шести-або дванадцяти каналного реле (20). Для регулювання контуру передача даних здійснюється від кімнатного термостата який підключений до реле.

## 2.4 Моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення

Гідравлічний розрахунок зводиться до визначення оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець.

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

$$P_p = P_{ш} + P_{пр}, \quad (2.12)$$

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

$$P_{ш} = (80 \dots 100) \Sigma l, \quad (2.13)$$

де  $\Sigma l$  – 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.

$$P_{пр} = \Delta P_{пр.прил.} + \Delta P_{пр.труб}, \quad (2.14)$$

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

$$\Delta P_{пр.прил.} = \beta \cdot g \cdot h(t_r - t_o), \quad (2.15)$$

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

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

$\Delta P_{\text{пр.труб}}$  – додатковий тиск від охолодження води в трубах, визначаємо за графіком V.5 [10].

В даній дипломній роботі:

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

Розрахунок починається із самого невідповідного циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш віддалений опалювальний прилад. Вибране циркуляційне кільце ділиться на ділянки. Через кожну 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:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{4,187(t_r - t_o)}, \quad (2.16)$$

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:

$$R_d = 0,9 \cdot k \cdot P_p / \Sigma l, \quad (2.17)$$

де  $\Sigma l$  – сумарна довжина розрахункових ділянок циркуляційного кільця, м;

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

$$R_d = 0,9 \cdot 0,65 \cdot 6110 / 72 = 50 (\text{Па/м}).$$

Для даної системи приймаємо металополімерні труби PEXAL. 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 2.2, після цього визначають витрати тиску

від тертя на ділянці.

Втрати тиску в місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \sum \xi \cdot p_d, \quad (2.18)$$

де  $\xi$  – коефіцієнт місцевого опору, визначається з каталогів виробників фасонних частин;

$p_d$  – динамічний тиск, визн. 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%, розрахунок можна вважати закінченим, якщо запас менший або перевищує допустимий здійснюють корегування діаметрів труб і проводять перерахунок до одержання відповідного запасу тиску.

Гідравлічний розрахунок наведено в таблиці (додаток Д).

## **2.5 Теплофізичний розрахунок прибудованої теплиці**

### **2.5.1 Призначення теплофізичного розрахунку**

Теплофізичний розрахунок встановлює аналітичний зв'язок між необхідними параметрами мікроклімату в теплиці і необхідними для їх забезпечення потоками тепла і речовини, що взаємодіють в споруді. Це засіб кількісного аналізу закономірностей регулювання енергетичного режиму в теплиці. Споруду розглядають як єдину енергетичну систему, що включає в себе опалення, вентиляцію та теплотехніку огорожувальних конструкцій [9].

### **2.5.2 Етапи теплофізичного розрахунку**

1 етап. Складання розрахункової схеми тепло-і масообміну в споруді.

2 етап. Складання системи рівнянь енергетичного балансу споруди, що відповідають прийнятій розрахунковій схемі і представляють собою фізико-математичну модель формування енергетичного режиму в теплиці.

### 2.5.3 Прийняті припущення для розрахунку

При складанні розрахункової схеми енергетичного режиму теплиці прийняті наступні припущення:

- нічний режим споруди;
- массообмінні процеси відбуваються тільки в робочій зоні;
- екран (рослини) як найгірший випадок з точки зору енергетичної забезпеченості споруди не враховують, тому що при наявності екрану знизиться променистий тепловий потік від ґрунту до огорожі;
- впливу продуктів життєдіяльності рослин на вологісний режим у спорудженні також не враховують, тому що вночі транспірація рослин дорівнює нулю;
- осереднення величини температур поверхонь огорожень, ґрунту, шарів повітря, потоків тепла і маси;
- умови протікання процесів тепло і масообміну в спорудженні і зовні стаціонарні;
- термічним опором огороження нехтують[11].

### 2.5.4 Розрахунок тепловтрат теплиці

В основу всіх методів теплотехнічного розрахунку теплиці покладено аналіз теплового балансу, тобто алгебраїчної суми всіх теплових потоків в споруді. У статичному режимі, тобто в періоди, коли температури всередині і зовні теплиці постійні, тепловий баланс дорівнює нулю. В цьому випадку прибуткові складові потоки тепла рівні видатковими, в результаті чого спостерігається рівновага температур. При перехідних, або динамічних, режимах співвідношення між припливом і витратою тепла змінюється і температура в теплиці; буде або підвищуватися, або знижуватися в залежності від цього відношення. Теплові потоки, що сприяють нагріванню теплиці, прийнято вважати позитивними, а теплові потоки, що викликають зниження температури, - негативними. Одні



Математична модель енергетичного режиму в стаціонарному стані може бути представлена тепловими балансами на поверхнях теплообміну і теплиці в цілому.

Тепловий баланс на поверхні огороження (рисунок 2.3):

$$Q_{л1}^- + Q_{к1}^- + Q_{конд} = Q_{л1}^+ + Q_{к1}^+, \quad (2.19)$$

де  $Q_{л1}^-$ ,  $Q_{л1}^+$  - променисті теплові потоки від внутрішньої і зовнішньої поверхні огороження теплиці, Вт;

$Q_{к1}^-$ ,  $Q_{к1}^+$  - теплові потоки в результаті теплообміну конвекцією внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожі з повітрям в робочій зоні теплиці, Вт;

$Q_{конд}$  - тепловий потік, що характеризує виділення теплоти при конденсації пари на внутрішній поверхні огороження, Вт.

Тепловий баланс на поверхні ґрунту:

$$Q_{п} = Q_{пг} + Q_{ко} + Q_{ло} + Q_{и}; \quad (2.20)$$

де  $Q_{п}$  - тепловий потік для компенсації сумарних теплових втрат поживного ґрунту в теплиці, Вт;

$Q_{пг}$  - тепловий потік втрат в ґрунтовий масив, Вт;

$Q_{ко}$  - конвективний тепловий потік від ґрунту до повітря в робочій зоні, Вт;

$Q_{ло}$  - променистий тепловий потік від поверхні ґрунту в теплиці, Вт;

$Q_{и}$  - тепловий потік, що характеризує витрату теплоти на випаровування вологи з ґрунту, Вт.

Сумарний тепловий баланс для споруди в цілому:

$$Q_{ш} + Q_{п} = Q_{л1}^+ + Q_{к1}^+ + Q_{в}, \quad (2.21)$$

де  $Q_{ш}$  - тепловий потік для компенсації сумарних тепловтрат шатра теплиці, Вт;  
 $Q_{в}$  - тепловий потік втрат на інфільтрацію, Вт.

Теплові потоки, що входять в рівняння (1) - (3), виражають через визначаючі їх параметри, а саме, конструктивні розміри теплиці, теплофізичні

характеристики поверхні огорожі та живильного шару ґрунту, параметри мікроклімату споруди і метеорологічні чинники.

Тепловий потік втрат в ґрунтовий масив:

$$Q_{\text{гр}} = (t_{\text{об}} - t_{\text{н}})F_0 / R^{\text{cp}}_o, \quad (2.22)$$

де  $t_{\text{об}}$  - узагальнена температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{н}}$  - температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$F_0$  - площа поверхні ґрунту в теплиці,  $\text{м}^2$ ;

$R^{\text{cp}}_o$  - середньозважений опір теплопередачі ґрунту,  $\text{м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ .

Узагальнена температура розраховується за формулою:

$$t_{\text{об}} = \frac{133,9 - C_{\text{ПР}} - \left[ 55 - \left( \frac{\tau_1 + 273}{100} \right)^4 \right]}{C_{\text{ПР}} + 8,6}, \quad (2.23)$$

де  $C_{\text{ПР}}$  - приведений коефіцієнт випромінювання;

$\tau_1$  - температура поверхні огороження,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$C_{\text{ПР}} = \frac{5,67}{\frac{1}{\varepsilon_0} + \frac{F_0}{F_1} \cdot \left( \frac{1}{\varepsilon_1} - 1 \right)}, \quad (2.24)$$

де  $\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_1$  - ступінь чорноти ґрунту й огороження;

$F_1$  - площа поверхні огороження теплиці,  $\text{м}^2$ .

Опір теплопередачі ґрунту розраховується за формулою:

$$F_o^{\text{cp}} = \frac{2F_{1,0} \cdot 2,14 + 2F_{2,0} \cdot 4,3 + 2F_{3,0} \cdot 8,6 + F_{4,0} \cdot 14,2}{F_0}, \quad (2.25)$$

де,  $F_{1,0}$ ;  $F_{2,0}$ ;  $F_{3,0}$ ;  $F_{4,0}$  - площі поверхні ґрунту в теплиці, що примикають до огорожі і віддалені від нього відповідно на 2, 4 і 6 м.

Конвективний тепловий потік від поверхні ґрунту в теплиці дорівнює:



$$Q_{KO} = A_3 \cdot m^3 \sqrt{(\tau_0 - t_p) \cdot F_0}, \quad (2.26)$$

де  $A_3$  - коефіцієнт, залежить від  $(\tau_0 + t_p)/2$ ;

$m$  - коефіцієнт ( $m = 1,3$ , якщо  $\tau_0 > t_p$ ;  $m = 0,7$ , якщо  $\tau_0 < t_p$ );

$\tau_0$  - температура поверхні грантів теплиці,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_p$  - температура робочої зони,  $^{\circ}\text{C}$ .

Променистий тепловий потік від поверхні ґрунту в теплиці дорівнює:

$$Q_{\text{ло}} = C_{\text{пр}} \cdot 0,814 F_0 (\tau_0 - \tau_1). \quad (2.27)$$

Теплота, що витрачається на випаровування вологи з ґрунту дорівнює:

$$Q_{\text{II}} = \frac{r_c \eta \beta \cdot (C_{\tau_0}^H - \varphi_p C_{t_p}^H) F_0 \cdot 760}{P_6}, \quad (2.28)$$

де  $r_c$  - питома теплота випаровування ( $r_c = 693 - 0,66 t_{\text{жс}}$ ), де  $t_{\text{жс}}$  - температура рідини,  $^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{Вт} \cdot \text{год.} / \text{кг}$ ;

$\eta$  - коефіцієнт неповноти водності,  $\eta = 0,8$ ;

$\beta$  - коефіцієнт масообміну,  $\text{м} / \text{год.}$ ; - концентрація водяної пари при повному насиченні і температурі  $\tau_0$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\varphi_p$  - відносна вологість повітря в робочій зоні, %;

$C_{t_p}^H$  - концентрація водяної пари насиченого повітря в робочій зоні при температурі  $t_p$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$P_6$  - барометричний тиск,  $\text{мм рт. ст.}$

Коефіцієнт масообміну дорівнює:

$$\beta = 0,66 \frac{D}{\sqrt{F_0}} \left( \frac{gL_1^3}{\nu D} \cdot \frac{\gamma_p - \gamma\tau_0}{\gamma_p} \right)^{0,26}, \quad (2.29)$$

де  $D$  - коефіцієнт дифузії,  $\text{м}^2/\text{год.}$  ;

$g$  - прискорення вільного падіння,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$L_1$  - геометричний розмір ( $L_1 = \sqrt{F_0}$ ),  $\text{м}$ ;

$\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря залежить від  $(\tau_0 + t_p)/2$ ,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$\gamma t_p$  і  $\gamma\tau_0$  - об'ємна маса повітря при температурі  $t_p$  і  $\tau_0$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Коефіцієнт дифузії можна розрахувати за формулою:

$$D = 0,0754 \left( \frac{t_{\text{опр}} + 273}{273} \right)^{1,89} \cdot \frac{760}{P_0}, \quad (2.30)$$

де  $t_{\text{опр}}$  – визначальна температура,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$t_{\text{опр}} = (\tau_0 + t_p)/2, \quad ^{\circ}\text{C}, \quad (2.31)$$

$$\gamma_p = 1,293 \frac{273}{t_p + 273} \left( \frac{P_0}{760} - 0,378 \frac{e_{t_p}^H}{760} \right); \quad (2.32)$$

$$\gamma\tau_0 = 1,293 \frac{273}{\tau_0 + 273} \left( \frac{P_0}{760} - 0,378 \frac{e_{\tau_0}^H}{760} \right), \quad (2.33)$$

де  $e_{t_p}^H$  - пружність насиченої водяної пари при температурі  $t_p$ ,  $\text{ммрт. ст.}$ ;

$e_{\tau_0}^H$  - те ж при температурі  $\tau_0$ ,  $\text{мм рт. ст.}$

Конвективний тепловий потік від внутрішньої поверхні огороження дорівнює:

$$Q_{\kappa 1} = (F_{B1} + 0,7F_{H1}) A_3 \sqrt[3]{(t_p - \tau_1)} \cdot (t_p - \tau_1), \quad (2.34)$$

де  $F_{B1}$  - площа вертикальних огорож теплиці,  $\text{м}^2$ ;

$F_{H1}$  – площа похилих огорожень,  $m^2$ ;  $A_3'$  – коефіцієнт, що залежить від  $(t_p + \tau_1)/2$ .

Променистий тепловий потік від внутрішньої поверхні огороження дорівнює:

$$Q_{\lambda 1} = k_{\Pi} Q_{\lambda 0}, \quad (2.35)$$

де  $k_{\Pi}$  – коефіцієнт поглинання довгохвильового випромінювання, що дорівнює 0,88 для теплиць і 0,93 для парників і малогабаритних укриттів.

Різницю об'ємного вмісту пари в повітрі розраховуємо за формулою:

$$\Delta \varepsilon = 100 \frac{\varphi_p e_{t_p}^H - e_{\tau_1}^H}{P_0}, \quad (2.36)$$

де  $e_{\tau_1}^H$ , – пружність насиченої водяної пари при температурі  $\tau_1$ , мм рт.ст.

Кількість теплоти, виділена при конденсації водяної пари на внутрішній поверхні огороження теплиці дорівнює:

$$Q_{\text{конд}} = r_c \cdot 2,2 \cdot 10^{-6} (0,5t_p + 0,5\tau_1 + 273)^{0,42} \cdot \sqrt[3]{\frac{t_p - \tau_1}{\nu^2}} \cdot \Delta \varepsilon^{1,4} F_1. \quad (2.37)$$

Конвективний тепловий потік від зовнішньої поверхні огороження дорівнює:

$$Q_{K1}^+ = \alpha_{K1} (\tau_1 - t_{\Pi}) F_1, \quad (2.38)$$

де  $\alpha_{K1}$  – розрахунковий коефіцієнт тепловіддачі конвекцією зовнішнього огороження теплиці, Вт/( $m^2 \cdot \text{град}$ ).

$$\alpha_{K1} = \frac{\alpha_{K1}' F_{H1} + \alpha_{K1}'' F_{B1}}{F_1}, \quad (2.39)$$

$$\alpha_{K1}' = 3,7 (\nu \gamma_n)^{0,8} / L^{0,2}, \quad (2.40)$$

$$\alpha_{K1}'' = 10 \sqrt{\nu}, \quad (2.41)$$

де  $\alpha'_{k1} = 3,7(\nu\gamma_n)^{0,8} / L^{0,2}$  – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією для похилої ділянки огороження, Вт/(м<sup>2</sup>·град);

$\alpha''_{k1} = 10\sqrt{\nu}$  коефіцієнт тепловіддачі конвекцією для вертикальної ділянки огороження, Вт/(м<sup>2</sup>·град);

$\nu$  - швидкість вітру, м / с;

$L$  - найменший розмір споруди на плані, м.

Променистий тепловий потік від зовнішньої поверхні огороження теплиці дорівнює:

$$Q_{Л1}^+ = Q_{эф} + Q_{окр}, \quad (2.42)$$

де  $Q_{эф}$  – ефективне випромінювання зовнішньої поверхні, Вт;

$Q_{окр}$  – променевий теплообмін зовнішньої поверхні огороження і прилягаючих до неї будівель і ґрунтом, Вт.

$$Q_{эф} = 5,67\varepsilon_1\psi_2(\Theta)F_1[(0,814t_n + 55,55)(0,27 - 0,007\varphi_n e_{t_n}^H)(1 - C'n_0^2)\psi(\alpha) + 0,814(\tau_1 - t_n)], \quad (2.43)$$

де  $\psi_2(\Theta)$ - функція, що враховує взаємне розташування теплиці і навколишніх будівель, для окремої споруди дорівнює одиниці;

$\varphi_n$  - відносна вологість зовнішнього повітря, %;

$e_{t_n}^H$  - пружність насиченої водяної пари при температурі  $t_n$ , мм рт. ст.;

$C'$  - коефіцієнт, що залежить від широти місцевості;

$n_0$  - хмарність в частках одиниці;

$\psi(\alpha)$ - функція, що враховує просторову орієнтацію огороження.

$$\Psi_1(\alpha) = \frac{\delta_\alpha F_{B1} + \cos \alpha F_{П1}}{F_1}, \quad (2.44)$$

де  $\delta_{\text{л}}$  - коефіцієнт, що дорівнює 0,5 для хмарного неба і 0,35 для безхмарного;

$\alpha$  - кут нахилу покрівлі теплиці ( $\alpha \leq 30^\circ$ ).

$$Q_{\text{окр}} = 5,67 \varepsilon_1 \varepsilon_0 \varphi_{\text{оп}} F_1 (\tau_1 - t_{\text{п}}) 0,814, \quad (2.45)$$

$$\varphi_{\text{оп}} = 0,5 F_{\text{В1}} / F_1, \quad (2.46)$$

де  $\varphi_{\text{оп}} = 0,5 F_{\text{В1}} / F_1$  - коефіцієнт опромінення системи огорожа - ґрунт - будівля.

Тепловий потік втрат на інфільтрацію дорівнює:

$$Q_{\text{в}} = (\gamma_{t_{\text{н}}} - \gamma_t) \cdot (Q_{\text{пг}} + Q_{\text{к1}}^+ + Q_{\text{л1}}^+), \quad (2.47)$$

де  $\gamma_{\text{н}}$  - об'ємна маса зовнішнього повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Результати розрахунків тепловтрат теплиці представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Результати розрахунків тепловтрат теплиці

Номер формули	Позначення	Результати розрах.	Розмірність	Примітка
1	2	3	4	5
2.24	$c_{\text{пр}}$	5,20		$\varepsilon_0=0,96$ , $F_0=12,4\text{м}^2$ ; $\varepsilon_2=0,85$ ; $F_2=46,83\text{м}^2$ ;
2.23	$t_{\text{об}}$	5,53	$^\circ\text{C}$	$\tau_1 = -9^\circ\text{C}$
2.25	$R_{\text{ср}0}$	4,14	$\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$	$F_1=12,4\text{м}^2$ ;
2.22	$Q_{\text{п.г}}$	61,5	Вт	$t_{\text{об}}=5,53^\circ\text{C}$ ; $R_{\text{ср}0}=4,14 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$
2.26	$Q_{\text{кo}}$	501,54	Вт	$A_3=1,375$ ; $m=1,3$ $t_{\text{р.з.}}=12,0^\circ\text{C}$
2.27	$Q_{\text{л.о}}$	1522,12	Вт	$\tau_1 = -9^\circ\text{C}$
2.30	$D$	$23,2 \cdot 10^{-6}$	$\text{м}^2/\text{с}$	$t_{\text{опр}}=16^\circ\text{C}$ ; $P_6=760\text{мм.рт.ст.}$
2.32	$\gamma_{\text{р}}$	1,232	$\text{кг}/\text{м}^3$	$e_{\text{тп}}^{\text{н}}=11,2 \text{ мм.рт.ст.}$
2.33	$\gamma_{\text{тo}}$	1,194	$\text{кг}/\text{м}^3$	$e_{\text{тo}}^{\text{н}}=17,54 \text{ мм.рт.ст.}$
2.29	$\beta$	5,3	м/год.	$v=14,48 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ; $L_1=3,52\text{м}$

Продовження таблиці 2.1

2.28	$Q_{и}$	334,53	Вт	$r_0=679,8 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{кг}$ ; $z=0,8$ ; $c_0^H=17,2\cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$ ; $\varphi_p=0,7$ ; $c_{t_p}^H=11,2\cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$
2.34	$Q_{к2}^-$	3610,08	Вт	$A_3'=1,465$ ; $\tau_1 = -9^0\text{C}$
2.35	$Q_{л2}^-$	3176,8	Вт	$Q_{л2}=3610,08 \text{ Вт}$ ; $k_{п}=0,88$ ;
2.36	$\Delta \varepsilon$	0,73	$\chi$	$e_{t_2}^H=2,267 \text{ мм.рт.ст.}$ ;
2.37	$Q_{конд}$	961,7	Вт	$r_c=693 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{кг}$ ; $\nu=13,2\cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$
2.40	$\alpha'_{к1}$	2,3	$\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^0\text{C})$	$\Gamma_H=1.36810^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$ ; $g=4,7 \text{ м}/\text{с}$
2.41	$\alpha''_{к1}$	21,7	$\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^0\text{C})$	-
2.39	$\alpha_{к1}$	105	$\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^0\text{C})$	-
2.38	$Q_{к2}^+$	2587,79	Вт	$\tau_1 = -9^0\text{C}$
2.44	$\psi_1(\alpha)$	0,51		$\delta_\varepsilon=0,35$ ; $\cos \alpha =0,866$
2.46	$\varphi_{оп}$	0,35		$F_{B2}=32,51 \text{ м}^2$ ; $F_2=46,83 \text{ м}^2$ ;
2.43	$Q_{эф}$	1526,16	Вт	$c'=0,72$ ; $n_0=0,5$ ; $\tau_1=-9^0\text{C}$ ; $e_{t_n}^H=1,4 \text{ мм.рт.ст.}$ ; $\varepsilon_2=0,85$
2.45	$Q_{окр}$	370,4	Вт	$\varphi_{оп}=0,35$ ; $\varepsilon_0=0,96$
2.47	$Q_{в}$	460,25	Вт	$\Gamma_{тн}=1,368 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; $\Gamma_{тп}=1,219 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
2.42	$Q_{л2}^+$	1896,56	Вт	-
2.20	$Q_{п}$	2428,69	Вт	-
2.21	$Q_{ш}+Q_{п}$	5006,10	Вт	-

## 2.6 Принципи функціонування системи опалення теплиці

В теплиці влаштовують систему автоматичного керування мікрокліматом, яка складається з блоку керування (контролера мікроклімату), блоку ручного керування, релейної комутації та набору датчиків, що вимірюють температуру і вологість повітря в центрі теплиці; концентрацію  $\text{CO}_2$ ; температуру скління;

температуру ґрунту; температуру повітря в верхній точці теплиці; температуру повітря по периметру теплиці; температуру теплоносія в усіх контурах обігріву. Всі датчики температури повітря та вологості розташовані у вентиляційних комірках. Збір даних та головне керування мікрокліматом виконує контролер, який передає всі вимірювання на персональний комп'ютер .

В ґрунті на глибині 40 см вкладають перфоровані тонколистові труби діаметром 100 мм з азбестоцементу, під перфорованими трубами для поливу рослин. Кінці труб з однієї сторони виводять з під землі, і з'єднують в колектор, від якого прокладають канали подачі повітря у північній стіні будинку, яка сполучена із стіною теплиці. Перфоровані тонколистові труби розташовують на насип ґрунту. Даний насип ґрунту складається з шарів пористого бетону (80 - 100 мм), гравію (250 - 300 мм), поліетиленової плівки та полістиролу (20 - 25 мм).

У системі повітряного обігріву використаний теплоаккумулятор встановлений всередині приміщення, який має два баки – внутрішній та зовнішній. Тепла вода в бак подається із системи опалення будинку.

Між внутрішнім та зовнішнім баками теплоаккумулятора є повітряний прошарок, щоб дати повітрю можливість безперешкодно обтікати внутрішній бак. У нічний час повітря завдяки встановленому у колекторі, що розташований на північній стіні теплиці, тепло вентилятору Луч-5к (додаток Ж) забирається з шатрового об'єму теплиці проходить повітропроводом до теплоакмулюючого бака. Швидкість повітря при його проходженні у прошарку між зовнішнім і внутрішнім баками зменшується в 11 разів, що дозволяє йому нагрітись. далі догрівається тепловентилятором (за командою контролера) і подається у колектор азбестоцементних труб, що розташовані у ґрунті, проходить по всій довжині і знову подається у шатровий об'єм на висоті 1,7м.

Колектор забору холодного повітря розташований вздовж південної стіни теплиці. Випуск повітря здійснюється через колектор що розташований на північній стіні, що дає змогу найбільш ефективно спрямовувати теплові потоки і

підтримувати розрахункову температуру в зоні рослин на рівні мінімально допустимої температури, 12°C, і розрахункову температуру ґрунту 20°C.

## **2.7 Розрахунок системи гарячого водопостачання будинку**

### **2.7.1 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 - ВW 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 ГВП.

При виборі ємнісного водонагрівача слід передбачити достатньо велику площу теплообмінника. Приготування гарячої води переважно здійснюється в нічний час після 22:00, так як нічні тарифи більш вигідні. Тоді вся теплова потужність теплового насоса протягом дня може використовуватися для опалення.

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 людей вибрати ємнісний водонагрівач об'ємом 300л. і електронагрівальну вставку або проточний водонагрівач контуру водорозбору ГВП. Електронагрівальна вставка ЕНО може використовуватися тільки для м'якої води або для води середньої жорсткості (до 14° німецької жорсткості).



Для сім'ї з 4-ох чоловік обираємо ємність Vitocell–B300 об'ємом 300л[12].

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

Для даного проєкту обираємо проточний теплообмінник Vitotrans 100 (об'ємна витрата контуру відбору гарячої води 1,26м<sup>3</sup>/год, об'ємна витрата теплоносія 1,80 (м<sup>3</sup>/год) [12].

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

### **2.7.2 Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання**

Метою гідравлічного розрахунку водопровідної мережі будинку є визначення витрати води на її розрахункових ділянках, а також визначення необхідних діаметрів труб на цих ділянках. Крім того метою є визначення необхідного вільного напору води на ввіді у будинок, а також необхідності використання насосного устаткування для забезпечення стабільного водопостачання.

На аксонометричній схемі водопроводу (див. аркуш 4) позначаємо розрахунковий водорозбірний кран цифрою «0» та 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. Відповідно до аксонометричної схеми маємо 3 розрахункових ділянок: «0 - 1», «1-2», «2-3».

Довжини розрахункових ділянок  $L$  вимірюємо на аксонометричній схемі відповідно до масштабу. Розраховуємо кількість водорозбірних приладів (кранів)  $N$ , що обслуговуються розрахунковою ділянкою мережі.

Максимальну витрату води на розрахунковій ділянці визначаємо за формулою:

$$q = 5q_0\alpha, \quad (2.48)$$

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

$\alpha$  - величина, що враховує кількість приладів  $N$  і ймовірність їх одночасної дії  $P$ .

Значення ймовірності одночасної дії визначаємо за формулою:

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0}, \quad (2.49)$$

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

$$q_r = \frac{q}{24} \cdot K_r, \quad (2.50)$$

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  $U_0 = 4$  чел.

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0}, \quad (2.51)$$

$$P = \frac{q_r \cdot U_0}{3600 \cdot q_0 \cdot N_0} = \frac{10 \cdot 4}{3600 \cdot 0,2 \cdot 5} = 0,0111.$$

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

$$q = 5q_0 \alpha. \quad (2.52)$$

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

Розрахункові діаметри на кожній розрахунковій ділянці водопровідного стояка, магістралі і вводу водопроводу визначаємо за формулою:

$$D_{pj} = 35,6 \sqrt{q_1 / [V]}, \quad (2.53)$$

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:

$$V_j = 1275 \cdot q_1 / d_j^2. \quad (2.54)$$

Втрати напору на у трубах по розрахунковому напрямку внутрішньої водопровідної мережі будинку  $h_M$  визначаємо за формулою:

$$h_M = \sum h_{mj}, \quad (2.55)$$

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:

$$h_{ij} = i_l l, \quad (2.56)$$

де  $i_l$  - гідравлічний нахил для розглянутої ділянки водогінної мережі;

$l$  - довжина розрахункової ділянки.

Результати гідравлічного розрахунку водопровідної мережі запропонованого будинку зводимо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 Результати гідравлічного розрахунку водопровідної мережі

№ діл.	$L, м$	$N, Шм$	$(NP)$	$\alpha$	$q, л/с$	$d_p, мм$	$d, м$	$V, м/с$	$i, мм$	$h_l, Мм$
0-1	0,6	0,011	1	0,011	0,200	15,92	16	1,133	426,6	255,60
1-2	4,8		2	0,022	0,219	0,219	17,08	1,10	131,05	629,05
2-3	3,9		5	0,056	0,282	0,282	19,38	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:

$$h_c = h_l(1 + \delta), \quad (2.57)$$

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

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

## 2.8 Визначення параметрів теплового насосу

При моновалентному режимі роботи теплонасосна установка, як єдиний теплогенератор, повинна забезпечувати всі теплоспоживання будівлі [12].

Щоб визначити необхідну теплову потужність, повинні бути також враховані надбавки на періоди припинення подачі електроенергії енергопостачальною організацією. подача електроенергії може бути перервана максимум на 3х2

години протягом 24 годин.

Для замовників, які мають особливі контракти з енергопостачальною організацією, слід також взяти до уваги можливі особливі правила. В наслідок інертності будівлі при визначенні надбавки на потужність 2 годинний період припинення подачі електроенергії в розрахунок не приймається.

При цьому, тривалість періоду постачання між двома припиненнями електропостачання повинна бути не меншою попереднього часу припинення.

У теплонасосних установках з моновалентним режимом роботи точне визначення параметрів установки особливо важливе, тому що надлишкові

розміри устаткування часто пов'язані з непропорційно великими затратами. Тому, необхідно уникати надмірно великих розмірів. Спочатку необхідно визначити номінальне теплоспоживання будівлі  $Q$ .

Для переговорів із замовником і складання пропозиції, як правило, достатній наближений розрахунок теплоспоживання.

Тепловтрати будівлі складають –  $Q = 26442,8$  Вт.

Теоретичний розрахунок при 3х2год. перерві постачання електроенергії протягом доби при найнижчій температурі зовнішнього повітря.

Розрахункове теплоспоживання складає – 26442,8Вт.

В розрахунку на 24 год., добове теплоспоживання складе:  $26442,8 \cdot 24 = 634,63$  кВт.

Для покриття максимального добового теплоспоживання в наслідок перерв у постачанні електроенергії залишається  $t = 24 - 6 = 18$  год.

В наслідок інертності будівлі, 2 год. в розрахунок теплової інертності не приймаємо:

$$Q = \frac{634,63}{18+2} = 31,73 \text{ (кВт)}. \quad (2.58)$$

### 2.8.1 Надбавка на приготування гарячої води

В житловому будівництві виходять із максимальної витрати гарячої води в кількості 50 л/добу, при температурі  $45^{\circ}\text{C}$ . це відповідає додатковій тепловій

потужності 0,25кВт на людину при 8 год. нагрівання. Рекомендована надбавка на приготування гарячої води для сім'ї з 4-х чоловік сладе:

$$4 \cdot 0,25 = 1 \text{ кВт.}$$

Вона враховується лише коли її значення перевищує 20% теплової потужності установки.

Отже, необхідна теплова потужність теплового насоса складає: 31,73 кВт.

Обираємо насос Vinocal 300 BW232, технічні характеристики (див. додаток К):

- холодопродуктивність насоса:  $Q_K = 25,4$  кВт;

- теплопродуктивність:  $Q_{TH} = 32.6$  кВт;

- питомий відбір потужності для нормальної твердої кам'яної породи, або для насиченої водою осадової породи складає:  $q_E = 50$  Вт/м.

Приймаємо  $q_E = 50$  Вт/м.

### 2.8.2 Розрахунок необхідної довжини земляних зондів

Для невеликих земельних ділянок земляні U- подібні зонди є ефективним і раціональним джерелом відновлювальної енергії.

U- подібний зонд являє собою одну або дві петлі полімерного трубопроводу в одній свердловині. Всі проміжки між ґрунтом і свердловиною заповнюються матеріалом з високою теплопровідністю – бетоном.

Охолоджений теплоносій з домішками антифризу (розсол) перетікає до нижньої точки, а потім повертається у випарник теплового насоса. При цьому він відбирає тепло з шарів через які він рухається. Досвід показує, що питомий теплови потік в значній мірі непостійний і складає від 20 до 100 Вт/м довжини зонда.

Можливий питомий відбір потужності для земляних зондів (подвійних U- подібних трубчастих зондів):

Загальні нормативні показники:

поганий ґрунт (суха осадова порода) ( $\lambda < 1,5$  Вт/(м·К)) - 20Вт/м;

нормальна тверда камяна порода і насичена водою осадова порода ( $\lambda < 1,5-3,0$

Вт/(м·К)) - 50 Вт/м;

тверда камяна порода з високою теплопровідністю 3,0 Вт/(м·К)) - 70 Вт/м.

Окремі породи:

галька, сухий пісок - < 20 Вт/м;

галька, вологий пісок - 55-65 Вт/м;

волога глина, суглинок - 30-40 Вт/м;

вапняк (масивний) - 45-60 Вт/м;

піщаник - 55-65 Вт/м;

кислі магматичні породи (наприклад, граніт) - 55-70 Вт/м;

лужні магматичні породи(наприклад, бальзат) - 35-55 Вт/м;

гнейс - 60-70 Вт/м.

Загальна глибина свердловин для забезпечення необхідної потужності:

$$L_E = \frac{Q_K}{q_E}, \quad (2.59)$$

Де  $Q_K=25,4$  Вт - хододопродуктивність теплового насоса [23].

Розрахунок виконуємо для робочої точки В0/W35 ( В0- вхідна температура розсолу 0<sup>0</sup>С, W35- вихідна температура теплоносія 35<sup>0</sup>С) .

$$L_E = \frac{25400}{50} = 508 \text{ (м)}.$$

Визначення кількості трубних контурів (для поліетиленових труб 32×2,9) по 100м довжини, кількість контурів приймаємо 4.

Вибрано 5 подвійних U- подібних трубних контурів по 100м довжини (Ø32мм×2,9мм, об'ємом  $V= 0,531$ л/м погон.).

### 2.8.3 Розрахунок кількості теплоносія

Подаюча та зворотня лінії: 20м (2×10м) розміром РЕ 63×3,6 мм, питомий об'єм теплоносія  $V_1 = 2,445$  л/м погон.[23].

Труби розсольного контуру: РЕ 32×3,9 мм, загальна довжина  $l = 2144$  м (144 м додаємо на те, що свердловини мають знаходитись на відстані мінімум 6 м одна від одної) питомий об'єм теплоносія  $V_1 = 0,531$  л/м погон[23].

Тоді загальний об'єм розсолу для земляних зондів складе:

$$m = X \cdot l \cdot V + l_1 \cdot V_1, \quad (2.60)$$

$$m = 2144 \cdot 0,531 + 20 \cdot 2,445 = 1187,36(\text{л}).$$

Вибираємо:  $m=1200$  (л), (включаючи кількість розсолу для циркуляційного насоса).

#### 2.8.4 Розрахунок втрат тиску в земляних зондах

Для земляногих зондів вибраний розсолно-водяний тепловий насос типу VitocalBW 232.

Теплоносій: «Tyfocor».

Продуктивність теплового насосу: 7800 л/год [12].

Витрата на кожний трубний зонд визначається:

$$G = \frac{Q}{n}, \quad (2.61)$$

$$G = \frac{7800}{5} = 1560 \text{ л/год}.$$

Витрата на кожну U- подібну трубу  $1560 : 2 = 780 \text{ л/год}$ .

$$\Delta p = R \cdot L. \quad (2.62)$$

де R- врати тиску по довжині труби, Па/м.

Значення R= 148,1 Па/м для PE 32×2,9мм [12].

Значення R= 367,2 Па/м для PE 63×3,6мм [12].

Знаходимо втрати тиску в трубному контурі:

$$\Delta p_{U\text{-зонда}} = 148,1 \cdot 2144 = 317526 \text{ (Па)}.$$

Знаходимо втрати тиску по довжині:

$$\Delta p_{\text{под.лін.}} = 367,2 \cdot 20 = 7344 \text{ (Па)}.$$

Визначаємо втрати тиску теплового насосу (згідно паспортних даних):

$$\Delta p_{\text{тепл.насос.}} = 12000 \text{ (Па)}.$$

Втрати тиску земляного колектора визначаються за формулою:

$$\Delta p_{\text{заг.}} = \Delta p_{U\text{-зонда}} + \Delta p_{\text{под.лін.}} + \Delta p_{\text{теп.нас.}}, \quad (2.63)$$

$$\Delta p_{\text{заг.}} = 317526 + 7344 + 12000 = 336840 \text{ (Па)}.$$



Загальні втрати тиску для вибору циркуляційного насоса складають:

$$\Delta p_{\text{цирк.}} = 336840 \text{ (Па)} = 33,7 \text{ (м)}.$$

Для технічної реалізації в роботі запропонована альтернативна конструкція земляного зонда. Конструктивно він являє собою коаксіальну трубу, де подаюча магістраль розсолу підєднана до труби зовнішнім діаметром 102 мм, розсол подається в середину зовнішньої труби, а повертається через прийомний патрубков діаметром 40 мм, який знаходиться в нижній частині колони. Зворотня магістраль являє собою теплоізольовану трубу діаметром 42 мм, товщина ізоляції 9 мм і, в свою чергу, знаходиться в середині труби зовнішнім діаметром 76 мм. Таким чином розсольним контуром подаючої магістралі служить об'єм між колонами діаметром 102 мм і 76 мм. (див. креслення аркуш 14). Загальна площа поперечного перерізу в даному випадку відповідатиме площі поперечного перерізу двох подаючих ліній U- подібних зондів діаметром 32 мм, теплосприймальна поверхня збільшена на 60%, а рух теплоносія по зворотній магістралі до точки 0 м буде з більшою швидкістю. Важливо враховувати те, що мінімальна витрата теплоносія має становити не менше 7800 л/год. Розрахункова різниця температур для найбільш ефективного відбору тепла має становити  $\Delta 3\text{К}$ . Для забезпечення цих двох параметрів запропоновано керування насосом розсольного контуру з застосуванням інвертора АВВ ACS580 з обов'язковим пріоритетним параметром в налаштуваннях по витраті (не нижче 7800 л/год.).

Частотний перетворювач дозволяє знизити споживання електричної енергії двигуном циркуляційного насоса та створює додатковий захист від зниження граничної витрати.

### **2.8.5 Теплообмінник стоку стічних вод**

Як додаткове джерело теплової енергії влаштований теплообмінник, який встановлюється на централізованій системі каналізації. Теплопередавальною поверхнею служить чавунна труба зовнішнім діаметром 635 мм, що проходить біля будинку. Теплова інерція чавуну дозволить утилізувати залишки теплоти

стічних вод системи каналізації. М'яка мідна труба зовнішнім діаметром 22 мм обмотується навколо чавунної труби з кроком між витками по осям 66 мм (загалом 60 витків) (див. креслення аркуш 15). Для утеплення теплообмінника використовуються мінеральні мати товщиною 200 мм по всьому периметру та влаштовується бітумна ізоляція з використанням двох шарів рубероїда.

### 2.8.6 Підбір циркуляційного насоса розсольного контуру

Загальні втрати тиску для вибору циркуляційного насоса складають:  
 $\Delta p_{\text{цирк.}} = 33,7 \text{ (м)}$

Згідно напірних характеристик [12], обираємо циркуляційний насос WILO-TOP-S30/10.

Відсоткова надбавка на потужність насоса для роботи із теплоносієм «Tyfocor».

Теплоносії «Tyfocor» фірми Vessman (готова суміш робоча температура розсолу до  $-15^{\circ}\text{C}$ ), об'ємна доля етиленгліколя складає 28,6% (в розрахунок приймається 30%)[23].

Розрахункова подача насоса розраховується за формулою:

$$Q_A = Q_{\text{води}} + f_Q(\%). \quad (2.64)$$

Розрахункова величина напору розраховується за формулою:

$$H_A = H_{\text{води}} + f_H(\%), \quad (2.65)$$

де  $f_Q$  і  $f_H$  - надбавки на подачу і величину напора при об'ємній долі етиленгліколя 30% і робочій температурі  $0^{\circ}\text{C}$ . [12]

$$f_Q = 8\%$$

$$f_H = 6\%$$

$$\text{Отже, } Q_A = 7800 + 7800 \cdot 0,08 = 8424 \text{ л/год.}$$

$$H_A = 3,32 + 3,32 \cdot 0,06 = 3,52 \text{ м.}$$

За напірними характеристиками [12] обираємо насос Wilo-TOP-S 30/10.

### 2.8.7 Розрахунок буферної ємності гріючого контуру для оптимізації часу роботи

$$V_{\text{БГ}} = Q_{\text{ТН}} \cdot 20, \quad (2.66)$$

де  $Q_{\text{ТН}}$  - номінальна потужність теплового насосу абсолютна;

$V_{\text{БГ}}$  - об'єм буферної ємності гріючого контуру, л.

$$V_{\text{БГ}} = 32,6 \cdot 20 = 652 \text{ л.}$$

Обираємо: Vitocell 050 з буферною ємністю об'ємом – 600л[23].

#### **Буферна ємність гріючого контуру для перекриття періодів блокування**

100%-ве акумулювання тепла для роботи можливе але не рекомендується, так як розмір буферних ємностей буде надто великим.

100%-вий розрахунок:

$$V_{\text{БГ}} = \frac{Q_G \cdot t_{\text{SZ}}}{c_p \cdot \Delta\vartheta}, \quad (2.67)$$

де  $c_p = 1,163 \text{ кВт}\cdot\text{год}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$  - питома теплоємність води;

$Q_G = 31448,7 \text{ Вт}$  - теплоспоживання будівлі;

$t_{\text{SZ}} = 2 \text{ год}$  (max 3 рази на день) - час блокування;

$\Delta\vartheta = 10 \text{ К}$  - охолодження системи;

$V_{\text{БГ}}$  - об'єм буферної ємності гріючого контуру, л.

Отже:

$$V_{\text{БГ}} = \frac{31448,7 \cdot 2}{1,163 \cdot 10} = 5408 \text{ (л)}.$$

Встановлення ємності такого об'єму є конструктивно складним, та економічно недоцільним, тому остаточно обираємо: Vitocell 050 з буферною ємністю об'ємом – 600л.

#### **Наближений розрахунок з використанням затримки охолодження будівлі**

$$V_{\text{БГ}} = Q_G \cdot 60 = 31,4 \cdot 60 = 1884 \text{ (л)}.$$

Для даного проекту обираємо буферну ємність Vitocell 050 об'ємом 600л.

В інших випадках (за бажанням замовника), перед вибором методу розрахунку

потрібно проконсультуватися в енергопостачальній організації про можливість і частоту перерв в енергопостачанні.

### ***Приготування гарячої води за допомогою зовнішнього теплообмінника***

Безпосередній процес підготовки гарячої води відбувається за допомогою зовнішнього теплообмінника в якому теплоносій ТН віддає тепло воді ємнісного водонагрівача.

Обираємо для нашого ТН [12] проточний теплообмінник Vitotrans 100 (об'ємна витрата контуру відбору гарячої води 1,92 м<sup>3</sup>/год, об'ємна витрата теплоносія 2,74 м<sup>3</sup>/год).

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

## **2.9 Розрахунок сонячних колекторів**

### **2.9.1 Розрахунок надходження сонячної енергії 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  $\varphi$ ;
- кут встановлення сприймаючої поверхні до горизонту  $\beta$  (приймається за рекомендаціями);
- кліматичні дані щодо середньостатистичної потужності сонячної радіації в даній місцевості (наводиться в довідковій літературі).

Згідно з методикою, викладеною в [13], 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  $\varphi$ , часовим кутом  $\omega$  та схилом сонця  $\delta$  (рисунок 2.4). Широта  $\varphi$  – це кут між лінією, що з'єднує точку А з центром землі О, та її проекцією на площину екватору. Часовий кут  $\omega$  - 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  $15^\circ$ . Схил сонця  $\delta$  - це кут між лінією, що з'єднує центри Землі і Сонця, і її проекцією на площину екватору.

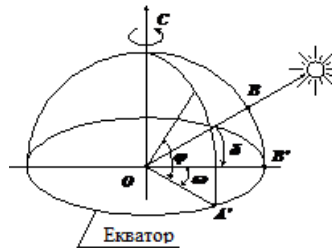


Рисунок 2.4 – Кути, що визначають положення точки А на поверхні землі

Схил Сонця в даний день визначається за формулою:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(360 \frac{248 + n}{365}\right), \quad (2.68)$$

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

весняного і осіннього рівнодення.

Наряду з трьома основними кутами  $\varphi$ ,  $\omega$  і  $\delta$  в Нахил Сонця  $\delta$  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

розрахунках сонячної радіації використовують також зенітний кут  $z$ , кут висоти  $\alpha$  і азимут Сонця  $a$  (рисунок 2.5).

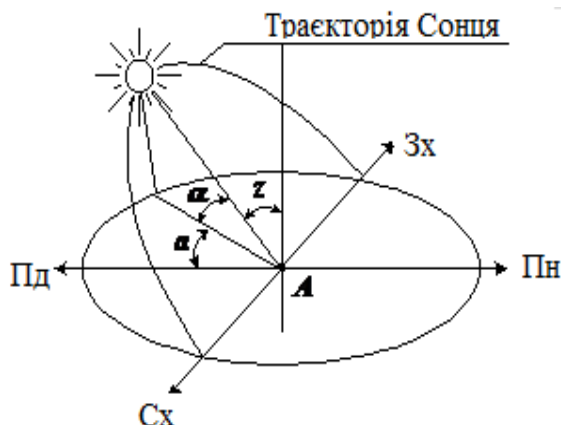


Рисунок 2.5 – Кути, що визначають положення точки А на поверхні Землі відносно сонячних променів

Кут висоти Сонця  $\alpha$  - 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  $\alpha$  і  $z$  дорівнює  $90^\circ$ . 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:

$$\cos z = \cos \omega \cdot \cos \varphi \cdot \cos \delta, + \sin \varphi \cdot \sin \delta, \quad (2.69)$$

- кут висоти Сонця:

$$\alpha = 90 - z, \quad (2.70)$$

$$\text{тому, } \sin \alpha = \cos z. \quad (2.71)$$

- азимут Сонця:

$$\sin a = \sec \alpha \cdot \cos \delta - \sin \omega. \quad (2.72)$$

При користуванні наведеними формулами для північної півкулі, широта  $\varphi$  береться зі знаком «+», а для південного - зі знаком «-», відмінювання Сонця  $\delta$  має знак «+» для літа (від весняного до осіннього рівнодення) і знак «-» в інше

пору року. Кут  $\omega$  змінюється від  $0^\circ$  в сонячний полудень до  $180^\circ$  опівночі, при  $\omega < 90^\circ$  він має знак «+», а при  $\omega > 90^\circ$  - знак «-». Азимут Сонця  $a$  змінюється від  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .

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

$$\begin{aligned} \cos i = \sin \beta [\cos \delta (\sin \varphi \cdot \cos a_n \cdot \cos \omega + \sin a_n \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos a_n] + \\ + \cos \beta [\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi]. \end{aligned} \quad (2.73)$$

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

$$\cos i = \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi. \quad (2.74)$$

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

$$\cos i = \cos \delta (\sin \varphi \cdot \cos a_n \cdot \cos \omega + \sin a_n \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos a_n. \quad (2.75)$$

Азимут вертикальної поверхні  $a_n$  в тому випадку, якщо вона орієнтована на південь, дорівнює  $0^\circ$ , на захід  $90^\circ$ , на схід  $-90^\circ$ , на північ  $-180^\circ$ . 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:

$$\cos i = \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta + \cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega. \quad (2.76)$$

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:

$$E_n = R \cdot E, \quad (2.77)$$

де  $E$  - середньомісячне середнє денне значення щільності сонячного випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню,  $Вт/м^2$ ;

$R$  – 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:

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2}, \quad (2.78)$$

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;

$\beta$  – кут нахилу освітлюваної поверхні до горизонту, градус;

$\rho$  – альbedo поверхні Землі та оточуючих тіл, зазвичай його приймають рівним 0,7 для зими і 0,2 для літа [14].

Коефіцієнт  $R_n$  визначається виразом:

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_{3,n} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{3,n} \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_3 + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_3 \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta}, \quad (2.79)$$

де  $\varphi$  – широта місцевості, градус;

$\delta$  – схилення сонця в середній день місяця, що буде визначатися за формулою:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot n}{365}\right), \quad (2.80)$$

де  $n$  - кількість днів з 23 березня поточного року.

Часовий кут заходу Сонця для горизонтальної поверхні:

$$\omega_3 = \arccos(-\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\delta), \quad (2.81)$$



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

$$\omega_{z,n} = \arccos[-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \cdot \operatorname{tg}\delta], \quad (2.82)$$

Значення коефіцієнта перерахунку приведені в таблиці 2.3 (для широти  $\varphi = 50^\circ$ ).

Таблиця 2.3 Значення коефіцієнта перерахунку

місяць	$E$ , кВт\м <sup>2</sup>	R	$E_n$ , кВт\м <sup>2</sup>	n	$\delta$ , 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

### 2.9.2 Визначення ККД сонячного колектора

Частина сонячного випромінювання, що попадає на колектор втрачається в результаті відбиття і поглинання. Ці втрати враховуються оптичним ККД колектора  $\eta_0$ .

При нагріванні колекторів вони виділяють в навколишнє середовище тепло за рахунок теплопровідності, теплового випромінювання і конвекції. Ці втрати враховуються коефіцієнтами теплових втрат  $\kappa_1$  і  $\kappa_2$ .

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

$$\eta = \eta_0 - \kappa_1 \cdot \frac{\Delta t}{E_{\text{п}}} - \kappa_2 \cdot \frac{\Delta t^2}{E_{\text{п}}}, \quad (2.83)$$

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

$\Delta t$  – 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:

$$t_i = t_j + 0,5k_i A_j, \quad (2.84)$$

де  $t_j$  – середньодобова температура повітря  $j$ -ого місяця, яку визначають згідно із [15];

$A_j$  – середньодобова амплітуда коливань температури у  $j$ -ому місяці, яку визначають згідно зі [15];

$k_i$  – коефіцієнт перерахунку для  $i$ -ої години [16];

$t_{\text{сер}}$  – середнє протягом періоду роботи СК значення температур зовнішнього повітря  $t_i$  °C.

Визначають за формулою:

$$t_{\text{сер}} = \sum t_i / i. \quad (2.85)$$

Значення температури теплоносія на вході та виході із СК для двоконтурних систем визначають за формулами:

$$t_1 = t_{w,1} + 5, \text{°C}, \quad (2.86)$$

$$t_2 = t_{w,2} + 5, \text{°C}.$$

Приготування гарячої води сонячними колекторами планується з кінця опалювального сезону до його початку (тобто, з квітня по жовтень). Результати представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Визначення середньоденної температури зовнішнього повітря для теплого періоду року

k <sub>i</sub>	Середня денна температура по місяцям, °С						
	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 2.5.

Таблиця 2.5 Визначення ККД сонячного колектора для неопалювального періоду року.

Місяць	Падаюча радіація $q_{пад}^{год}, Вт / м^2$	ККД колектоа $\eta$
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

Продовження таблиці 2.5

Вересень	381,99	0,720546
Жовтень	277,77	0,676806
Середнє Значення	416,13	0,721418

Розрахуємо сезону витрату тепла на гаряче водопостачання за неопалювальний період:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{\text{горл}} - T_{\text{холл}}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 15) = 33,52 \text{ МДж}$$

В перерахунку на кВт·год:

$$Q_{\Sigma} = \frac{33520}{3600} = 9,311 \text{ кВт} \cdot \text{ч} . \quad (2.87)$$

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

$$F' = \frac{Q_{\Sigma}}{\eta \sum q_{\text{над,сер}}^{\text{доб}}}, \quad (2.88)$$

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

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

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

$$F' = \frac{9311}{0,72 \cdot 4161,33} = 3,107 (\text{м}^2) . \quad (2.89)$$

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:

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

$$Q_{\Sigma} = \frac{39386}{3600} = 10,941 (\text{кВт} \cdot \text{год})$$

Результати розрахунків середніх температур зовнішнього повітря для опалювального періоду представлені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 Визначення середньоденної температури зовнішнього повітря для опалювального періоду

k <sub>i</sub>	Середня денна температура по місяцям, °С				
	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., °С	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 до 17 год для СК південної орієнтації (середня кількість годин 9 згідно таблиці 1):  $q_{над.сер}^{доб} = 2192,31 \text{Вт/м}^2$ .

Площа сонцепоглиняльної поверхні системи для опалювального сезону:

$$F' = \frac{10941}{0,29 \cdot 2192,31} = 17,2(\text{м}^2)$$

Встановлювати таку площу колекторів є економічно недоцільним, тому приймаємо три колектори Vitosol 200 D30 загальною площею  $9\text{м}^2$  (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. 2.7.

Кількість теплоти виробленої колекторпротягом доби опалювального сезону:

$$E_k = \eta \cdot q_{\text{ср.опал.}}^{\text{доб.}} \cdot F, \quad (2.90)$$

$$E_k = 0,385 \cdot 2192,31 \cdot 9 = 7596,35(\text{Вт})$$

Тоді доля заміщення добового навантаження ГВП сонячними колекторами буде складати:

$$f = \frac{E_k}{Q_{\Sigma}}, \quad (2.91)$$

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

Таблиця 2.7 Визначення проектної потужності СК в холодний період року

Місяць	$q_{\text{над.}}^{\text{год}}, \text{Вт} / \text{м}^2$	ККД колектоа $\eta$	Вироблена $E_k, \text{Вт}$ 1м <sup>2</sup> за 1год	Вироблена $E_k, \text{Вт}$ 9м <sup>2</sup> за 1год	Вироблена $E_k, \text{Вт}$ 9м <sup>2</sup> 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. Площа поглинальної поверхні одного колектора –  $3\text{ м}^2$ .

### **2.9.3 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.

Виберемо двоконтурну схему водонагрівальних установок тому що в холодному кліматі доцільно використовувати саме її.

У першому контурі, що складається з сонячного колектора і теплообмінника з циркуляційним насосом і розширювальним баком, використовується незамерзаючий теплоносій – антифриз. Другий контур утворюють бак-акумулятор, теплообмінник і електричний 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, окрім сонячного колектора, що встановлюється зовні, розміщується в будівлі, тому подібні системи можуть експлуатуватися і в холодну пору року.

Електронагрівач призначений для доведення температури гарячої води, заздалегідь нагрітої за рахунок сонячної енергії, до необхідного значення. За відсутності сонячної радіації або недостатньому її надходженні все теплове навантаження гарячого водопостачання забезпечується тепловим насосом.

Для досягнення високої ефективності всієї геліосистеми гарячого водопостачання слід уникати змішування гарячої і холодної рідини в баку-акумуляторі, для чого в ньому необхідно підтримувати температурне розшарування (стратифікацію) рідини. Гаряча рідина має меншу густину, ніж

холодна, і тому вона знаходиться у верхній частині бака, а температура в ньому зменшується зверху вниз.

Рідина подається в сонячний колектор з нижньої частини бака, де вона має найбільш низьку температуру, і завдяки цьому забезпечується вищий ККД колектора. Нагріта рідина з колектора спрямовується у верхню зону бака. Для забезпечення температурної стратифікації рідини в баку можна, зокрема, використовувати перфоровані горизонтальні перегородки, що розділяють бак на дві або декілька зон і що запобігають перемішуванню шарів рідини з різними температурами. Відводити гарячу воду до споживача необхідно з верхньої частини бака, а після нього встановлюється додатковий нагрівач, який забезпечуватиме необхідну температуру гарячої води за будь-яких погодних умов.

Максимальна площа колектора при використанні ємнісних водонагрівачів повинна не перевищувати 15 м<sup>2</sup>.

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 задані на пристрої управління нагрів ємнісного водонагрівача тепловим насосом блокується.

Нагрів водонагрівача геліоустановкою відбувається до налаштованого рівня.



## 2.10 Висновки до розділу

В розділі теоретичного і практичного обґрунтування систем проєкту розраховані тепловтрати будівлі і прибудованої теплиці. Тепловтрати будинку складають 26,4 кВт, прибудованої теплиці 5 кВт. Виконано моделювання гідравлічного режиму трубопроводів системи опалення. Розроблена схема системи опалення. Підібрана модель теплового насосу та визначена глибина свердловин для забезпечення потужності установки, підібрано допоміжне теплотехнічне обладнання.

Розроблена схема системи опалення теплиці.

Визначені надходження сонячної радіації для широти місцевості об'єкту для опалювального періоду  $243,6 \text{ Вт/м}^2$ , неопалювального періоду  $416,1 \text{ Вт/м}^2$  та підібрані геліоколектори для забезпечення навантаження системи гарячого водопостачання.

### **3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

#### **3.1 Аналіз системи тепlopостачання та гарячого водopостачання, що приймається до монтажу**

У будинку котеджного типу, що розташований у м. Вінниця приймається до монтажу двотрубна система опалення з горизонтальною розводкою трубопроводів. Джерелом тепла є розсолно – водяний тепловий насос BW 232 Vitocal який знаходиться в цокольній частині. Від теплового насоса теплоносій транспортується до розподільчих шаф, розташованих на кожному поверсі (див.аркуш 2,3).

Як теплоносій використовується вода з параметрами 35-55 °С. Технічні характеристики теплового насосу наведені в додатку К. Для приміщень житлового будинку запроєктована система опалення – горизонтальна поповерхова з нижнім розведенням магістралей. В якості опалювальних приладів прийняті алюмінієві радіатори “FONDITAL” з підвищеними гігієнічними вимогами (виробництва Італії) встановлені в гаражі спальнях та дитячих кімнатах, технічні характеристики радіаторів наведені в додатку Л.

Перед кожним опалювальним приладом встановлений терморегулятор HERZ-TS-90-V з термостатичною головкою, запірний клапан та кран для випуску повітря. Термостатичний та запірний клапани дозволяють, при необхідності, від’єднати окремий опалювальний прилад не зливаючи воду з усієї системи опалення та не зупиняючи її роботу.

Решта приміщень опалюються системою теплих підлог, що керуються термостатичними кранами фірми «GIACOMINI».

Видалення повітря із системи виконується через повітровідвідники, встановлені в найвищих точках системи (аркуш 3) через які також надходить повітря при зливанні води з системи опалення.

Для оптимізації періодів роботи теплового насосу встановлена буферна ємність грюючого контуру Vitocell-050 об'ємом  $V=600$ л.

Приготування гарячої води відбувається через теплообмінник Vitotrans-100.

Заповнення системи опалення здійснюються водою з міського водогону через підживлювальну лінію.

Гідравлічне балансування системи здійснюється ручними балансувальними вентилями фірми "HERZ", які встановлюються на кожному відгалуженні та автоматично підтримують на ньому заданий перепад тиску.

В результаті моделювання гідравлічного режиму (див. додаток Д) було визначено діаметри трубопроводів та втрати тиску в системі опалення. Відповідно до визначених діаметрів монтаж системи опалення виконано з металопластикових труб PEXAL фірми "VALSIR". Труба складається з алюмінієвої стрічки, яка скручена в трубу і зварена ультразвуковим зварюванням по шву. Алюмінієва труба з обох сторін почергово покрита шарами клею та поліетилену.

Горизонтальна розводка виконана відкритим методом (див. аркуш 2 графічної частини). Для захисту труб, які прокладаються в конструкції підлоги, використана ізоляція «Climaflex».

Основне навантаження на приготування гарячої води забезпечується системою трубчатих геліоколекторів Vitosol 200, технічні характеристики (додаток Е) .

Матеріали, що використовуються в основних конструктивних елементах геліоколектора:

- прозорі трубки — боросилікатне скло високої якості;
- абсорбуючі пластини — мідні із селективним покриттям чорним нікелем;
- канали для руху теплоносія — мідь;
- ущільнення на кінцях вакуумованих трубок — ущільнювальна гума;
- корпус — алюміній.

Теплоносії — етиленгліколь (50%), який має такі властивості :

- питома теплоємність  $C_p=3\ 300$  Дж/(кг•К);
- температура кипіння  $T_{\text{кип}}=110^{\circ}\text{C}$ ;
- температура замерзання  $T_{\text{зам}}=-36^{\circ}\text{C}$ .

В результаті аналізу конструктивних особливостей об'єкту складено перелік основних та допоміжних виробів та матеріалів.(див.таб 3.6,3.8).

### **3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи**

Перед початком монтажних робіт встановити готовність будівлі до монтажу трубопроводів, приладів і обладнання. Приміщення об'єкту під монтаж системи опалення оформити актом встановленої форми, який підписали: представник ген. підрядчика, який виконує будівельні роботи з однієї сторони і представник організації, що виконав спеціалізовані роботи.

Перед тим як розпочати монтажні роботи на об'єкті, виконати наступні роботи, які фіксуються актом:

- змонтувати міжповерхові перекриття і сходові клітини;
- пробити отвори в стінах і в перекриттях підготувати борозди і канали для прокладки трубопроводів;
- оштукатурити інші ділянки стін в місцях встановлення нагрівальних приладів і прокладки трубопроводів;
- підготувати монтажні пройми для переміщення крупно габаритного обладнання, що підлягає монтажу;
- нанести на стінах фарбою відмітки чистої підлоги;
- встановити віконні коробки;
- підвести електросилові лінії для підключення механізмів і інструментів;
- забезпечити освітленість роботи місць доступ до них робітників і можливість доставки матеріалів і виробів монтажного обладнання;

- утеплити приміщення взимку при виконанні робіт, заслонити віконні пройми;
- виділити місце для складування матеріалів сантехнічних заготовок і обладнання.

Необхідна комора для зберігання малогабаритних інструментів, інвентаря.

Оскільки підводи до приладів в даному випадку не перевищують 500 мм, прокласти без нахилу. Нагрівальні прилади встановити під вікном, отже підводи виконати прямими.

До монтажу прийняті радіатори “Nova florida” з боковим підключенням (додаток Л). Їх встановити одночасно з монтажем магістралей.

Радіатори встановити на відстані 30 мм від поверхні штукатурки, 120 мм - від підлоги до низу радіатора, 100 мм від низу підвіконної дошки до верха радіатора. Радіатори встановити на консолях і опорах.

Під час монтажу розвідних трубопроводів слід зберегти прямолінійність, задані нахили. Мінімальні нахили розвідних трубопроводів 0,002.

### **3.3 Визначення складу і об'ємів робіт**

#### **3.3.1 Склад 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 теплообмінника системи ГВП;
- встановлення ємнісного водонагрівача;
- прокладання трубопроводів обв'язки ТН;
- прокладання труб розсольного контуру;
- буріння свердловин, монтаж гіотермальних зондів та влаштування теплообмінника стічних вод;

- прокладання трубопроводів опалення із метало полімерних труб;
- встановлення радіаторів;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- встановлення циркуляційних насосів;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- ізоляція трубопроводів;
- гідравлічне випробування трубопроводів розсольного контуру;
- встановлення датчиків і приладів управління і регулювання;
- повернення матеріалів на склад.

Послідовність монтажу і установки рідинної геліосистеми гарячого водопостачання така:

- монтаж опорної конструкції і установку сонячних колекторів;
- монтаж обв'язувальних трубопроводів;
- монтаж трубопроводів, насосів та арматури;
- установка теплообмінника;
- заповнення системи водою та проведення випробувань на щільність з'єднань;
- проведення теплоізоляційних робіт на трубопроводах;
- встановлення датчиків і приладів управління і регулювання за місцем;
- монтаж щита управління з приладами.

Монтаж обладнання системи гарячого водопостачання проводиться в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу та їх складування;
- прокладання трубопроводів системи гарячого водопостачання;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення;
- ізоляція трубопроводів;
- 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.

Монтаж обладнання системи опалення прибудованої теплиці проводиться в такій послідовності:

- доставка деталей до місця монтажу та їх складування;
- встановлення бака-акумулятора;
- монтаж обв'язувальних трубопроводів;
- встановлення запірно-регулюючої арматури;
- заповнення системи водою та проведення випробувань на щільність з'єднань;
- монтаж теплової ізоляції;
- прокладання азбестоцементних труб у ґрунті;
- монтаж повітропроводів системи опалення;
- встановлення тепловентилятора;
- встановлення датчиків і приладів управління;
- повернення матеріалів на склад.

На основі складу робіт визначені витрати основних матеріалів які наведені в табл. 3.6.

### **3.3.2 Визначення об'ємів робіт**

Система опалення:

1. Доставка деталей на робочий майданчик.

Загальна маса механізмів та інструментів 124,4 – кг.

Загальна маса матеріалів - 2455,4 кг.

Загальна вага усіх деталей кг,  $V = 2579,8$  .

Система теплопостачання:

2. Встановлення теплового насоса:

Загальна кількість – 1 шт.

3. Встановлення буферної ємності гріючого контуру:

Загальна кількість – 1 шт.

4. Встановлення ємнісного водонагрівача теплообмінника системи ГВП:

Загальна кількість – 1 шт.

5. Встановлення встановлення теплообмінника системи ГВП:

Загальна кількість – 2 шт.

6. Прокладка трубопроводів обв'язки теплового насоса:

- довжина мідних трубопроводів D15 мм складає– 22 м;

- довжина мідних трубопроводів D18 мм складає– 42м;

7. Прокладка трубопроводів розсольного контуру:

- довжина поліетиленових трубопроводів  $D_y$  до 32 мм складає– 1600 м;

- довжина поліетиленових трубопроводів  $D_y$  до 63 мм складає– 20 м;

8. Монтаж блоку розсольного контуру з циркуляційним насосом:

Загальна кількість – 1 шт.

9. Прокладання трубопроводів системи опалення із металопластикових т труб:

- довжина металополімерних труб  $\varnothing 32 \times 3$ мм складає 16 м;

- довжина металополімерних труб  $\varnothing 26 \times 3$ мм складає 6 м;

- довжина металополімерних труб  $\varnothing 20 \times 2,0$ мм складає 66 м;

- довжина металополімерних труб  $\varnothing 16 \times 2,0$ м складає 809 м.

10. Встановлення радіаторів:

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

11. Встановлення запірно – 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 – 2 шт.
- запірних вентилів  $d_y$  32 – 4 шт.;
- запірних вентилів  $d_y$  25 – 6 шт.;
- радіаторних вентилів 1/2'' – 13 шт.;
- відсікаючих блоків кранів, 1/2'' – 13 шт.;
- термостатичних головок – 19 шт.;

11. Встановлення циркуляційних насосів:

- загальна кількість 8 – шт.

12. Встановлення кранів повітряних:

- кранів Маєвського – 13 шт.;
- автоматичних повітровідвідників – 6 шт.

13. Монтаж і встановлення сонячних колекторів  $9\text{м}^2$ ;

14. Гідравлічне випробовування трубопроводів системи опалення:

- об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 897 м.

15. Гідравлічне випробовування трубопроводів розсольного контуру:

- об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 1620 м.;

16. Ізоляція трубопроводів:

- довжина трубопроводів, які ізолюються складає – 310 м.;

17. Монтаж повітропроводів системи опалення теплиці  $\varnothing$  100 – 23 м.;

18. Встановлення тепловентилятора – 1 шт.

19. Встановлення датчиків і приладів управління і регулювання.

- загальна кількість – 8 шт.

20. Кількість допоміжних матеріалів, яку потрібно відвезти становить 0,075 т.

### **3.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт**

#### **3.4.1 Монтаж опалювальних приладів**

В даній системі опалення використовуються алюмінієві радіатори “Nova florida” з боковим підключенням.

Опалювальні прилади встановлюються після оштукатурення місць для їх встановлення, при наявності чистої підлоги або її відмітки. Опалювальні прилади встановлюються на відстані не менше 164 мм від підлоги та 55 мм від поверхні штукатурки стіни.

Монтаж опалювальних приладів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця установки кріплень;
- б) висвердлити отвори для кронштейнів;
- в) навісити радіатори;
- г) зібрати різьбові з'єднання з фасонними частинами;
- д) встановити терморегулюючий вентиль .

Опалювальні прилади укомплектовуються пробками-перехідниками, кранами Маєвського, терморегуляторами, заглушками та кронштейнами.

#### **3.4.2 Монтаж трубопроводів**

В даній системі опалення магістральні трубопроводи розташовані відкрито вздовж стін. При їх прокладанні мінімальний уклон становить 0,002. Уклони трубопроводів спрямовуються в сторону повітровипускних пристроїв. Відгалуження від магістральних трубопроводів до підводок радіаторів виконуються під прямим кутом. Магістральні трубопроводи, які проходять через будівельні конструкції прокладаються в гільзах.

Для виконання точної і швидкої різки труб потрібно використовувати труборіз з довгим лезом.

*Калібровка труб і зняття фаски.*

Цю операцію потрібно виконувати до введення наконечника в трубку. Встановити в трубу калібровочний штатив і прокрутити його так, щоб окружність

торця трубки мала правильну форму. Після калібровки труби необхідно зробити фаску на її внутрішньому зрізі за допомогою фрези, змонтованої на кінці того ж калібровочного штифта.

#### *Монтаж фітинга.*

Надіти гайку і обжимне кільце на трубу. При цьому конусна частина обмеженого кільця повинна бути направлена в сторону гайки. Нанести шар силіконової змазки внутрішню стіну труби і на кільця встановленого на наконечнику. Дана операція прискорює введення ущільнених кілець наконечника і збільшує термін служби. Встановити наконечник в гніздо на корпусі фітинга вручну, по можливості, плавно закрутити гайки до відказу.

#### *Блокування труби фітингом.*

Затягнути гайку ключом не більше, ніж на 1/2 обертів і зупинити затяжку як тільки труба почне прокручуватись разом з гайкою.

Монтаж магістральних трубопроводів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити вісі магістралей та установити підвіски і кронштейни;
- б) прокласти труби, вузли і заготовки по наміченим вісям;
- в) зібрати магістралі та приєднати до них монтажні вузли, повітрозбірники;
- г) вивірити та установити задані уклони;
- д) встановити і закріпити гільзи.

### **3.4.3 Монтаж підводок до радіаторів**

Монтаж підводок до радіаторів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця встановлення підводок;
- б) з'єднання підводок герметизуючими матеріалами;
- в) вивірити та закріпити підводки хомутами;
- г) після збирання підводів перевірити їх вертикальність, нахили підводів, міцність закріплення труб і радіаторів.

### **3.4.4 Виконання ізоляційних робіт**

Теплоізоляція на даному об'єкті застосовується на розвідних магістралях. Трудовитрати на ізоляцію трубопроводів наведені у табл. 3.7.

### **3.4.5 Монтаж сонячно-теплонасосної системи тепlopостачання**

Монтаж СТСТ виконують із дотриманням усіх вимог при виконанні монтажних і монтажно-зварювальних робіт і правил техніки безпеки.

Монтажна організація повинна вести журнал проведення робіт, у якому реєструє надходження технічної документації на монтаж спеціального обладнання та трубопроводів, указує технічний персонал, відповідальний за проведення робіт, також повинна вести щоденник проведення робіт за основними етапами і робити записи про складання відповідних актів у процесі виробництва та приймання робіт.

Труби розсольного контуру прокласти на глибині 1,5 м, на відстані 0,7 м між нитками, біля будинку влаштувати колекторний колодязь( див. аркуш 1,11).

У разі монтажу поля СК на огорожувальних конструкціях будівлі, яку споруджують (як правило, на покрівлі), опорні конструкції СК встановлюють на конструктивні елементи даху або сполучають із ними (варіант сполучення СК з покрівлею), а потім виконують зовнішню гідроізоляцію.

Усі монтажні роботи на покрівлі необхідно вести за допомогою тимчасових дерев'яних трапів, що укладають на зовнішню гідроізоляцію для проходу монтажників.

Після монтажу опорних конструкцій на них встановлюють СК дренажними отворами вниз і закріплюють передбаченим проектом способом.

Під час монтажу СК необхідно враховувати можливі максимальні температурні деформації (особливо влітку у разі застосування в колекторах віконного скла як прозорого покриття). Після установки колекторів роблять їх обв'язку трубопроводами

Монтаж комунікаційних трубопроводів, насосних груп, запірної та регулювальної арматури, приладів автоматичного регулювання ССТ проводять відповідно до загальноприйнятих норм і регламентують правилами проведення сантехнічних робіт (ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 і ДСТУ-Н Б В.2.5-66:2012).

Під час монтажу санітарно-технічних пристроїв та спеціального обладнання має бути забезпечено:

- щільність з'єднань і міцність кріплень елементів систем;
- прямолінійність і відсутність зламів прямих ділянок трубопроводів;
- якість роботи запірної і регулювальної арматури, теплового обладнання, запобіжних та контрольно-вимірювальних приладів, а також доступність для обслуговування, ремонту та заміни;
- можливість видалення повітря і повного спорожнювання системи від води;
- дотримання передбаченого проектом ухилу трубопроводів;
- надійне закріплення огорож приводів у насосів.

Після перевірки системи на герметичність усі трубопроводи фарбують і покривають теплоізоляцією (відповідно до проекту). В установках, що експлуатують тільки в неопалювальний період, подавальний трубопровід не ізолюють.

Після закінчення всіх монтажних робіт проводять гідравлічні випробування СТСТ, після цього пусконаладжувальні роботи та теплотехнічні випробування системи.

#### **3.4.6 Підбір машин, механізмів, пристосувань, матеріалів**

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною "MercedesSprinter". Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики автомашини "MercedesSprinter"[10]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Вантажопідйомність	кг	до 3000
Кількість осей:		
всього	шт	2
ведучих	шт	1
Вантажна висота	мм	970
Найбільша швидкість	км/год	160
Радіус повороту	м	8
Колія коліс:		
передні	мм	1800
задні	мм	1650
Витрата палива	л/100 км	12
Габарити:		
Довжина		5778
Ширина		1972
Висота		2190
Маса	кг	2800

Таблиця 3.2 – відомість потреби в машинах та механізмах[9,10]

№п.п.	Найменування машин та механізмів	Примітка (ГОСТ, ТУОСТ)
1	2	3
1	MercedesSprinter	ДБН Д.2.2-18-99

Продовження таблиці 3.2

2	Гідравлічний прес REMS Push	ДБН Д.2.2-16-99
3	Перфоратор MAKITA HR 5001C	ДБН Д.2.2-16-99

Для пробивки отворів у стіні використовуємо перфоратора «МАКІТА»

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика перфоратора «МАКІТА HR 5001C»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Енергія удару	Нм	1,0
Частота удару	Гц	40
Потужність	В	350
Глибина отвору	мм	до 200
Маса	кг	12,8

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.

Таблиця 3.4 – технічна характеристика гідравлічного пресу REMS Push[9]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Об'єм	л	12

Продовження таблиці 3.4

Максимальний тиск	бар	60
Розміри	мм	500x190x140
Маса	кг	7,8

Інструменти для свердлування отворів [20], використати електросвердлильну машину Makita 6271 DWPE, технічні характеристики наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики електросвердлильної машини Makita 6271 DWPE

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Діаметр свердлення	мм	25
Частота обертів шпинделя	об/хв	1300
Потужність електродвигуна	кВт	0,6
Маса	кг	1,5

Загальна маса механізмів та інструментів 124,4 кг.

### 3.5 Визначення потреб у матеріально – технічних ресурсах

Таблиця 3.6 – Відомість витрат матеріалів

№ п/п	Найменування	ДСТУ, марка	Од. вим.	Кількість	Маса одиниці, кг	Загальна маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Тепловий насос Vitocal 300	Viessmann	шт	1	310	310



Продовження таблиці 3.6

2	Буферна ємність системи опалення	Viessmann	шт	1		160
3	Ємнісний водонагрівач	Viessmann	шт	1	98	98
4	Тепло-обмінник	Viessmann	шт	3	21	63
5	Насос циркуляційний Willo	Willo	шт	3	4,2	12,6
6	Насос циркуляційний Grundfos	Grundfos	шт	5	2,1	10,5
7	Гребінки-розподільні	Pexal	шт	8	0,85	6,8
8	Гребінки-розподільні розсольного контуру	Viessmann	шт	8	3,2	25,6
9	Труби поліетиленові Ø63мм	Unidelta	м	20	0,320	6,4
10	Труби поліетиленові Ø32мм	Unidelta	м	1600	0,150	240
11	Коллектор трубчатий Vitosol 200 D30	Viessmann		3	71	223
12	Бак розширювальний 30л		шт	1	6,5	6,5
14	Труби мідні Ø 15 в ізоляції WICU Eco	KME	м	42	0,18	8,61

Продовження таблиці 3.6

15	Труби мідні Ø 18 в ізоляції WICU Eco	КМЕ	м	10	0,2	2,0
16	Трійник міднийØ18	КМЕ		4	0,025	0,1
17	Трійник міднийØ15	КМЕ		2	0,02	0,04
18	Труби метало- пластикові Ø32мм(32x3, 0)	PEXAL	м	16	0,375	6,0
19	Труби метало- пластикові Ø26мм(26x3, 0)	PEXAL	м	6	0,3	1,8
20	Труби метало- пластикові Ø20(20x2,0)	PEXAL	м	66	0,170	11,22
21	Труби метало- пластикові Ø16(16x2,0)	PEXAL	м	809	0,120	97,08
23	Кран кульовий 607 DN Ø32	BUGATTI	шт	5	0,85	4,25
24	Кран кульовий 607 DN Ø32	BUGATTI	шт	2	0,650	1,3
25	Кран кульовий 607 DN Ø25	BUGATTI	шт	6	0,415	2,49
26	Кран кульовий 607 DN Ø20	BUGATTI	шт	16	0,280	4,48

Продовження таблиці 3.6

27	Клапан регулюючий термостатичний HERZ-TS-90-V Ø15мм	HERZ	шт	15	0,260	3,9
28	Клапан запірний Ø15 мм	HERZ	шт	15	0,180	2,7
29	Головка термостатична	HERZ	шт	15	0,145	2,18
30	Кран інж. Маєвського	REMER	Шт	13	0,025	0,33
31	Ізоляція для труб Ø68x20мм	Climaflex	м	20	0,085	1,7
32	Ізоляція для труб Ø35x6мм	Climaflex	м	16	0,035	0,56
33	Ізоляція для труб Ø28x6	Climaflex	м	6	0,03	0,18
34	Ізоляція для труб Ø22x6	Climaflex	м	66	0,025	1,65
35	Ізоляція для труб Ø18x6	Climaflex	м	183	0,016	2,93
36	Алюмінієвий радіатор "Calidor"	FONDITA L	сек ц.	128	1,650	211,2
37	Вентиль балансувальний Штремакс М	HERZ	шт	3	0,490	1,47
38	Вентиль запірний Штремакс А	HERZ	шт	3	0,315	0,945

Продовження таблиці 3.6

39	Трьохходовий перемикаючий клапан Divicon на опалення і гарячу воду	Viessmann	шт	1	1,5	1,5
40	Трійник 32x32x32	PEXAL	шт	4	0,550	2,2
41	Трійник 32x26x26	PEXAL	шт	2	0,480	0,96
42	Трійник 26x26x26	PEXAL	шт	2	0,410	0,820
43	Трійник 20x20x20	PEXAL	шт	4	0,210	3,36
44	Трійник 20x16x20	PEXAL	шт	4	0,210	3,36
45	Трійник 20x16x16	PEXAL	шт	4	0,185	10,5
46	Трійник 16x16x16	PEXAL	шт	22	0,170	4,42
47	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь ø 32 мм	PEXAL	шт	10	0,245	2,450
48	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь ø 26 мм	PEXAL	шт	4	0,120	0,48
49	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь ø 20 мм	PEXAL	шт	10	0,075	0,75

Продовження таблиці 3.6

50	З'єднувач прямий з переходом на зовнішню різь Ø 15 мм	РЕХАЛ	шт	34	0,054	1,84
51	Теплоакumu- люючий бак 300л		шт	1	105	105
52	ПовіпровідØ1 00, S=0,5мм	ДСТУ EN 10346:2014	м	23	1,4	32,2
53	Трійник-90° Ø100/Ø100, S=0,5/0,5мм	ДСТУ EN 10346:2014	шт.	8	0,61	4,88
54	Відвід-90° Ø100, S=0,5мм	ДСТУ EN 10346:2014	шт.	9	0,35	3,15
55	Відвід-45° Ø100, S=0,5мм	ДСТУ EN 10346:2014	шт.	4	0,35	1,4
56	Труба асбесто- цементна тонкостінна			16	7,8	124,8
57	Тепловенти- лятор Луч 5К		шт	1	6	6
Загальна маса обладнання для монтажу: кг						1550,4

Таблиця 3.7 – Набір інструментів та пристосувань для монтажників системи опалення та ГВП

Найменування	ДСТУ, марка	Кількість	Маса, кг	
			од.	загальна
1	2	3	4	5
Ключ гайковий двохсторонній	ГОСТ 2839-80	8	0,8	6,4
M12-17-19 мм		8	0,9	7,2
M16-22-21 мм				

Продовження таблиці 3.7

Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	8	0,24	1,92
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	8	0,8	6,4
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	8	0,45	3,6
Стрічка вимірювальна, 20 м	-	8	0,8	6,4
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	4	2,4	9,6
Висок	ГОСТ 7948-80	4	0,7	2,8
Ящик переносний для інструменту	-	8	4	32
Ножиці для різки труб Valsir	-	6	0,596	0,596
Прес-насадки для преса Rems	-	6	0,9	0,9
Калібратор пластиковий для зняття фаски 16-20-26 мм	-	6	0,093	0,093
Калібратор пластиковий для зняття фаски 26-32-40 мм	-	6	0,166	0,166
Кондуктор пружинний внутрішній $\varnothing$ 16 мм	-	6	0,19	0,19

Продовження таблиці 3.7

Кондуктор пружинний внутрішній ø 20 мм	-	6	0,28	0,28
Кондуктор пружинний внутрішній ø 26 мм	-	6	0,55	0,55
Кондуктор пружинний внутрішній ø 32 мм	-	6	0,77	0,77
Ручний прес «Rems»		4	5,6	22,4
Електрошвердлильна машинка Makita 6271 DWPE		6	1,5	9,0

Таблиця 3.8 Витрати допоміжних матеріалів на монтаж системи опалення та ГВП.

Допоміжні матеріали	Одиниця виміру	Витрати матеріалів		
		Шифр	Вага, кг	Об'єм
1	2	3	4	5
Льон(прядиво)	кг	1545-0159	5,45	-
Прокладки гумові	кг	111-1746	0,45	-
Прокладка з пароніта, марка ПМБТ, товщина 2 мм	шт	1541-0063	0,12	200
Болти анкерні	кг		0,410	
Болти будівельні з гайками та шайбами	кг		0,250	
Хомути для кріплення повітроводів СТД 205	кг		1,5	

Продовження таблиці 3.8

Розсол Tyfocor	л	910	955,5	910
$\Sigma=963,7$ кг				

Загальна маса допоміжних матеріалів  $\Sigma m = 963$  кг.

### 3.6 Витрати паливно-енергетичних ресурсів

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \times \tau \times k, \quad (3.1)$$

де:  $P$  – потужність приладу чи механізму, кВт;

$\tau$  – термін роботи приладу, год;

$k$  – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання [29].

1) Витрати електроенергії на роботу електрогідравлічного пресу REMS Push:

$$K=0,1 \quad \tau=16 \text{ год}, \quad p=1,6 \text{ (кВт)};$$

$$E_1 = 1,6 \cdot 16 \cdot 0,1 = 2,56 \text{ (кВт год)}.$$

2) Витрати електроенергії на роботу перфоратора МАКІТАНН 5001С:

$$K=0,1 \quad \tau=16 \text{ год}, \quad p=1,6 \text{ (кВт)};$$

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

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів:

- відстань 20(км);
- кількість ходок  $n=1$ ;
- витрата пального  $Q=20$ (л/100км).

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою:

$$Q = Q_{\text{х}} \times n \times l = 0,2 \text{ л} * 2 * 1 * 20 = 8 \text{ (л)}. \quad (3.2)$$



Труби, деталі та конструкції завозяться централізовано автомашиною MercedesSprinter. Технічні характеристики автомашини наведені в табл. 3.1

### 3.7 Визначення трудомісткості робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою[32],

$$Q = \frac{V \times H_u}{B} \text{ [люд/дні]}, \quad (3.3)$$

де:  $V$  – об'єм робіт;

$H_u$  – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

$B$  – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{n} \text{ [дні]}, \quad (3.4)$$

де:  $Q$  – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

$n$  – кількість робітників, люд.

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт систем, згідно розрахунку авк

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								

Продовження таблиці 3.9

E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	1,540	3	0,92	2	робітн. 4р.-2	0,5
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
18-3-1	Встановлення тепло-обмінника	шт	1	13,92	1,74	2	монтажн. 4р.-2	1
18-5-1	Встановлення ємнісного водонагрівача	шт	1	21,98	2,75	2	монтажн. 4р.-2	2
16-11-1	Прокладання трубопроводів обв'язки ТН D <sub>y</sub> 32 мм.	100 м	0,12	61,34	0,92	2	Слюсар5 р.-1; 4р.-1, 3р.-1	0,5

Продовження таблиці 3.9

16-14-3	Прокладання трубопроводів розсольного контуру $D_y 32$ мм.	100 м	16	82,49	165	6	Слюсар 5 р.-1; 4р.-1, 3р.-1	27,5
16-14-1	Прокладання металополімерних трубопроводів $D_y 16$ мм	100 м	809	95,78	106,55	6	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	18
16-14-1	Прокладання металополімерних трубопроводів $D_y 20$ мм	100 м	66	95,78	7,9	2	слюсар-сантехнік 4,2 розрядів	1
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
18-6-2	Встановлення опалювальних приладів	100 кВТ	0,11	96,92	1,33	2	монтажн. 4р.-1, 3р.-1	1

Продовження таблиці 3.9

18-22-5	Встановлення кранів повітряних	шт	10	0,2	0,25	1	МОНТАЖН. 4р.-1	0,5
16-15-1	Встановлення запірно – регулюючої арматури $D_y$ до 25 мм	шт	40	2,41	12,05	3	МОНТАЖН. 4р.-1, 3р.-1	4
16-15-2	Встановлення запірно – 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	8	21,32	15,99		МОНТАЖН. 4р.-1, 3р.-1	0,5
16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів	100 м	27,9	8,22	28,7	4	сл.сантех. 6р.-1, 5р.-1, 4р.-1	3
26-8-1	Ізоляція трубопроводів	10 м	21	1,46	3,83	4	МОНТАЖН. 3р.-1, 2р.-1	1

Продовження таблиці 3.9

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	т	0,085	3	0,03	2	робітники и 2р. –1	0,5
Система геліоустановок								
E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,952	3	0,357	2	Робітники 4р. –1 2р. –1	0,5
ГК 1-2-1	Монтажопорно іконструкції і установкасонячихколекторів	10 м <sup>2</sup>	0,9	65,47	7,36	4	монтажн. 5р.-2, 4р.-1, 3р.-1	2
16-6-2	Монтаж мідних трубопроводів D <sub>y</sub> 18 мм	100 м	0,21	48,71	1,28	2	монтажн. 5р.-1, 4р.-1,	1

Продовження таблиці 3.9

16-16-1	Монтаж мідних трубопроводів D <sub>y</sub> 15 мм	100 м	0,25	48,71	1,52	2	МОНТАЖН. 5р.-1, 4р.-1	1
16-15-2	Встановлення запірної арматури D <sub>y</sub> 15 мм	1 шт	6	2,41	1,81	2	МОНТАЖН. 4р.-1, 3р.-1	1
18-13-1	Встановлення циркуляційного насоса	1 шт	1	21,32	2,67	3	МОНТАЖН. 4р.-1, 3р.-1	1
18-3-1	Встановлення теплообмінника	м <sup>2</sup>	1	13,92	1,74	2	МОНТАЖН. 4р.-1, 3р.-1	1
16-29-1	Гідравлічне вивіробування трубопроводів	100 м	0,46	8,22	0,47	2	сл.сантех. 5р.-1, 4р.-1	0,5
26-8-1	Ізоляція трубопроводів	10 м	4,6	1,46	0,83	2	МОНТАЖН. 4р.-1, 3р.-1	0,5
18-22-2	Встановлення датчиків, приладів управління і регулювання	шт	2	0,36	0,09	1	МОНТАЖН. 5р.-1,	0,5

Продовження таблиці 3.9

E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,058	3	0,02	1	Робітники 4р. –1 2р. –1	0,5
--------	---	---	-------	---	------	---	-------------------------------	-----

## Система опалення теплиці

E1-1-1	Транспортування та складування матеріалів і виробів	т	0,590	3	0,22	2	Робітники 4р. –1 2р. –1	0,5
18-5-1	Встановлення теплоакумлюючого бака	шт	1	21,98	2,75	4	монтажн. 5р.-1, 4р.-3	3
16-1-1	Монтаж об'язувальних трубопроводів D <sub>y</sub> 25 мм	100 м	0,24	48,71	1,46	2	монтажн. 4р.-1 3р.-1	1
16-15-1	Встановлення запірно-регулюючої арматури D <sub>y</sub> 25 мм	шт	4	2,41	1,205	2	монтажн. 4р.-1 3р.-1	0,5
16-29-1	Гідравлічне випробовування трубопроводів	100 м	0,24	8,22	0,24	2	сл.сантех. 6р.-1, 5р.-1,	0,5
26-8-1	Ізоляція трубопроводів	10 м	2,4	1,46	0,43	1	монтажн. 3р.-1	0,5

Продовження таблиці 3.9

Р 16-44-1	Прокладання азбесто- цементних труб у ґрунті	100 м	0,15	70,42	1,32	2	МОНТАЖН. 4р.-1 3р.-1	1
20-3-1	Монтаж повітро- проводів системи опалення	100 м <sup>2</sup>	0,18	261,8	5,89	3	МОНТАЖН. 4р.-1 3р.-1	2
20-35-1	Встановлення тепло- вентилятора	шт	1	8,38	1,04	2	МОНТАЖН. 4р.-1 3р.-1	1
18-22-2	Монтаж щита управління з приладами	шт	2	0,36	0,09	1	МОНТАЖН. 4р.-1	0,5
Е1-1-1	Транспортуван- ня та складування матеріалів і виробів	т	0,054	3	0,02	1	Робітни- ки 4р. –1 2р. –1	0,5

### 3.8 Техніко – економічні показники календарного плану

Розрахунок техніко-економічних показників виконується в такій послідовності:

Визначається середня кількість працюючих за формулою:

$$R_{сее} = \frac{Q_{заг}}{T_{заг}} [\text{люди}], \quad (3.5)$$



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

$T_{заг}$  – загальна тривалість будівництва, дні (див. аркуш 16)

Середня кількість працюючих:

$$R_{сер} = \frac{355,18}{37} \approx 10 \text{ люд} \quad (3.6)$$

Коефіцієнт нерівності використання людей визначається за формулою

$$\alpha_1 = \frac{R_c}{R_{max}}, \quad (3.7)$$

де  $R_{max}$  – максимальна кількість працюючих, люд (див. аркуш 13)

Тоді коефіцієнт нерівності використання людей:

$$\alpha_1 = \frac{10}{16} = 0,63. \quad (3.8)$$

Коефіцієнт нерівності по трудовитратах визначається за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{Q_{над}}{Q_{заг}}, \quad (3.9)$$

Тоді коефіцієнт нерівності по трудовитратах :

$$\alpha_2 = \frac{72}{355,18} = 0,2; \quad (3.10)$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначається за формулою:

$$\alpha_3 = \frac{T_{вст}}{T_{заг}}, \quad (3.11)$$

де:  $T_{вст}$  – тривалість виконання робіт при  $R \geq R_{max}$ , (див. аркуш 13)

$$\alpha_3 = \frac{21}{37} = 0,57; \quad (3.12)$$

Рівень механізації визначається за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{мех}}{Q_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (3.13)$$

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

$$\eta = \frac{30,35}{355,18} \cdot 100 = 8,5\% .$$

### **3.9 Випробування та запуск систем в експлуатацію**

#### **3.9.1 Випробування та запуск системи опалення в експлуатацію**

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

На всі виявлені при перевірці дефекти складають відомість, що передається генпідряднику. Дефекти можуть бути усунені до початку гідравлічного випробування.

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

Гідравлічне випробування системи опалення виконується в такій послідовності: система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявивши дефекти монтажу на слух, знижують тиск до атмосферного і ліквідують їх; потім система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримується протягом 5 хв.

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа при гідравлічному випробуванні і 0,01 МПа – при пневматичному, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі.

Гідравлічне випробування частини системи з метало пластикових труб виконують випробування для частини системи. Випробування на герметичність при тискові, що перевищує робочий в 1,5 рази, але не менше 0,6 МПа при

постійній температурі води. При підготовчих роботах перед гідравлічним випробуванням необхідно:

- тимчасово зняти запобіжні, регулювальні клапани, датчики, якщо допустимий тиск цієї арматури менше величини пробного тиску;
- відключені елементи замінити заглушками з запірними клапанами, допустимий тиск для яких більше величини пробного тиску;
- підключити до системи манометр з точністю вимірювань 0,01МПа.

Гідравлічне випробування системи проводять в 2 етапа:

- 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 разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, система спорожнюється і усуваються дефекти, а потім гідравлічне випробування повторюється. Після гідравлічних випробувань водопровідна вода, що є в системі опалення, зливається в каналізацію.

Ефективність роботи системи опалення визначається після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском.

Після гідравлічного випробування складається акт про гідравлічне випробування системи опалення, наведений у додатку.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Запущена в роботу система опалення має прогріватись протягом 24 годин, після чого проводиться її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використовуються спеціальні прилади (тепловізори, електронні термощупи тощо). В результаті огляду виявляється і регулюється рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевіряються розрахункові параметри

теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; контролюється безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

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

### **3.9.2 Гідравлічні випробування сонячно-теплонасосних систем тепlopостачання (СТСТ)**

Гідравлічні випробування СТСТ проводять відповідно до загальноприйнятих норм.

Гідравлічні випробування устаткування СТСТ (котлів, водопідігрівачів, баків-акумуляторів тощо) та мережі трубопроводів з водопідігрівачами або опалювальними приладами проводять окремо.

За результатами гідравлічних випробувань СТСТ та її устаткування складають акт випробувань, який підписують представники технагляду, замовника і монтажної організації.

Після проведення гідравлічних випробувань здійснюють налагодження СТСТ і її підготовку до теплотехнічних випробувань.

### **3.9.3 Порядок пусконалагоджувальних робіт**

До початку пусконалагоджувальних робіт замовник повинен підібрати експлуатаційний персонал для того, щоб у процесі налагодження він набув необхідних навичок для подальшої експлуатації ССТ.

Роботу з виявлення та усунення дефектів виконують аналогічно роботам з налагодження традиційних систем тепlopостачання. Особливу увагу приділяють налагодженню рівномірності розподілу витрат теплоносія по гілках контуру СК та системи опалення.

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

### **3.9.4 Приймальні теплотехнічні випробування**

Теплотехнічні випробування (випробування на тепловий ефект) установок проводять з метою визначення їх відповідності технічному завданню, вимогам нормативно-технічної та проєктної документації.

Теплотехнічним випробуванням підлягає кожна окрема ССТ, яка має контур СК.

У процесі теплотехнічних випробувань може відбуватися навчання персоналу правилам експлуатації ССТ. Результатом випробувань є акт (додаток И) приймальних теплотехнічних випробувань, підписаний усіма членами комісії.

### **3.9.5 Здавання СТСТ в експлуатацію**

Під час здачі СТСТ робочій комісії монтажна організація висуває наступну виконавчу технічну документацію:

- комплект робочих креслень з написами, які зроблено особами, які відповідають за проведення монтажних робіт, про відповідність виконаних робіт цим кресленням або внесеним у них змінам;

- акти огляду прихованих робіт;
- паспорти СК;
- паспорти акумуляторів тепла;
- паспорти котлів;
- акти гідравлічних випробувань систем;
- акти гідравлічних випробувань СК, водопідігрівачів тощо;
- акт теплового випробування ССТ.

Під час перевірки ССТ визначають:

- відповідність виконаних робіт проєкту та вимогам чинних нормативних актів щодо будівництва та приймання робіт та правильність виконання з'єднань ухилів, гнутих відводів труб; правильність установки і міцність кріплення трубопроводів, СК, нагрівальних приладів, правильність установки і якісну роботу арматури, запобіжних пристроїв і контрольно-вимірювальних приладів, розташування спускних та повітряних кранів тощо;

- відсутність течі в зварних стиках, нарізних з'єднаннях труб, окремих елементів сонце приймального пристрою та нагрівальних приладів;

- справність та ефективність дії в результаті безперервної роботи протягом 48 год, при цьому кожен агрегат окремо повинен пропрацювати без зупинок не менше 7 год;

- справність і ефективність дії дублювальних пристроїв та акумуляторів тепла.

В акті приймання зазначають:

- результати випробувань систем, СК, акумуляторів, дублера і водонагрівачів;

- результати теплового випробування системи;

- характеристики СК, акумуляторів, насосів і водонагрівачів;

- дані щодо якості виконаних робіт.

Датою введення в експлуатацію ССТ вважають дату підписання акта робочою комісією.

### **3.10 Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт**

Будівництво і монтаж ССТ повинні виконувати організації, які мають дозвіл та, в разі необхідності, ліцензію на виконання будівельно-монтажних робіт.

Проєктні, будівельно-монтажні і випробувальні роботи ССТ не вимагають особливих додаткових вимог з техніки безпеки, але їх треба виконувати у відповідності із вимогами СНиП та інших чинних нормативних документів з техніки безпеки в будівництві, нормативно-правових документів органів державного нагляду.

Електрообладнання ССТ повинно відповідати вимогам безпеки чинних правил улаштування електроустановок для України.

Матеріали деталей системи ГВП, які мають контакт з питною водою, повинні мати позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України.

Для запобігання розмноженню мікроорганізмів типу "легіонелла" в ССТ (ГВП, вентиляції) підігріта вода в БА повинна бути використана протягом не більше ніж 1-2 доби або передбачені заходи для її нагріву перед використанням до температури не менше 60 °С.

Допустимі рівні шуму, що створюються у приміщеннях житлових будинків ССТ, слід приймати на 5 дБА нижче (поправка мінус 5 дБА) відповідних гігієнічних нормативів.

Проектування ССТ повинно забезпечувати вимоги чинного законодавства щодо якості повітря. Концентрації забруднюючих речовин на робочих місцях і в атмосферному повітрі при будівництві, експлуатації ССТ повинні бути менші: на постійних робочих місцях – ніж вимоги ГОСТ 12.1.005; в місцях тривалого перебування населення – ніж вимоги ДСП-2.

### **3.11 Пуск, випробування системи опалення та її елементів**

Випробування та пуск системи опалення.

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

На всі виявлені при перевірці дефекти складають відомість, що передається генпідрядчику. Дефекти можуть бути усунені до початку гідравлічного випробування.

Перед пуском системи опалення в експлуатацію її ретельно промивають свіжою водою. Для цього трубопровід роз'єднують в двох місцях - на прямому та зворотному лініях. До лінії в місці роз'єднання підключають гнучкий шланг і

подають по ньому в систему воду, яка в місці роз'єднання зворотної лінії відводиться в каналізацію.

Промивання слід проводити з великою швидкістю руху води в трубах до тих пір, поки з них не потече чиста вода.

Після закінчення промивання розібрані ділянки з'єднують і систему повільно, щоб у трубах не виникали повітряні пробки, заповнюють водою через зворотний трубопровід.

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;

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробовується система водяного опалення таким чином відключається джерело теплоносія (котел і розширювальний бак) гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2 МПа в нижній точці системи.

Гідравлічне випробування системи опалення виконується в такій послідовності: система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявивши дефекти монтажу на слух, знижують тиск до атмосферного і ліквідують їх; потім система заповнюється повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримується протягом 5 хв.

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа при гідравлічному випробуванні і 0,01 МПа – при пневматичному, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі.



Гідравлічне випробування частини системи з металопластикових труб виконують випробування для частини системи. Випробування на герметичність при тискові, що перевищує робочий в 1,5 рази, але не менше 0,6 МПа при постійній температурі води. При підготовчих роботах перед гідравлічним випробуванням необхідно:

- тимчасово зняти запобіжні, регульовальні клапани, датчики, якщо допустимий тиск цієї арматури менше величини пробного тиску;
- відключені елементи замінити заглушками із запірними клапанами, допустимий тиск для яких більше величини пробного тиску;
- підключити до системи манометр з точністю вимірювань 0,01МПа.

Гідравлічне випробування системи проводять в 2 етапа : 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 разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, система спорожнюється і усуваються дефекти, Течі усувають на згону підмоткою лляної пасма під контргайку з наступним підтягуванням її, а нещільність з'єднання трубопроводів - перепакуванням з'єднання з заміною лляного пасма, якщо різь знаходиться в хорошому стані. При незначному ушкодженні різі її можна перепакувати на стрічці ФУМ (фторопластовий ущільнюючий матеріал).

Течі ніпельних з'єднань радіаторів усувають перепакуванням, для чого демонтують радіатор і встановлюють нові прокладки. Пошкоджені секції радіаторів замінюють новими. Течі в запірній та регулюючій арматурі усувають підтягуванням контргайки, набиванням сальників або повної їх заміною. Потім гідравлічне випробування повторюється. Після гідравлічних випробувань водопровідна вода, що є в системі опалення, зливається в каналізацію.

Ефективність роботи системи опалення визначається після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском.

Після гідравлічного випробування складається акт про гідравлічне випробування системи опалення, наведений у додатку.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Запущена в роботу система опалення має прогріватись протягом 24 годин, після чого проводиться її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використовуються спеціальні прилади (тепловізори, електронні термощупи тощо). В результаті огляду виявляється і регулюється рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевіряються розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; контролюється безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

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

### **3.12 Експлуатація систем опалення та гарячого водопостачання та їх елементів**

Технічна експлуатація інженерних систем - це підтримання їх у працездатному стані й забезпечення комфортних умов з найменшими затратами енергії, матеріалів і коштів.

Технічна експлуатація складається з технічного обслуговування і системи планово-запобіжних ремонтів (ПЗР). Система ПЗР, у свою чергу, охоплює планові огляди, перевірки, випробування а також поточний і капітальний ремонти. Чергування й їх періодичність визначаються: призначенням обладнання або мереж, вимогами до його безвідмовності, конструктивними особливостями, а також умовами експлуатації.

Крім зазначених заходів служба технічної експлуатації в необхідних випадках забезпечує: нагляд за будівництвом і прийняття в експлуатацію систем та обладнання; пуск їх у роботу, випробування й налагодження; контроль і регулювання розрахункових параметрів.

Технічне обслуговування - важливий профілактичний захід, що передбачає: догляд за обладнанням і мережами; проведення оглядів; систематичні спостереження за справним станом обладнання; контроль режимів роботи; додержання правил технічної експлуатації, інструкцій заводів-виробників і місцевих інструкцій; усунення дрібних дефектів та несправностей, що не вимагають зупинки обладнання або вимкнення мереж.

До технічного обслуговування належать також регулювання, чищення, продування, змащення й швидке, яке не потребує поточного ремонту, відновлення дієздатності обладнання, яке відключалося на період ремонту, або ділянки мережі.

Основні елементи системи ПЗР – це поточний і капітальний ремонт, а також планові огляди, перевірки й випробування.

Поточний ремонт – це основний профілактичний вид ремонту, що забезпечує довговічність і безвідмовність роботи обладнання й мереж. Його виконують у процесі експлуатації в неробочі дні та зміни. Поточний ремонт вимагає зупинки механізмів і машин, вимикання ділянок мережі. Здійснюється здебільшого без повного розбирання окремих вузлів і розкриття підземних мереж. Завдяки вчасній ревізії (чищенню, перевірці, змащуванню та заміні) окремих вузлів і деталей, а також налагодженню обладнання при цьому виді ремонту забезпечується подальша їх дієздатність.

Усі роботи, що відносяться до поточного ремонту, поділяють на дві групи:

1 – профілактичний ремонт, тобто плановий заздалегідь за обсягом і часом виконання;

2 – непередбачуваний ремонт, що його виконують терміново (скажімо на час стихійного лиха).

Капітальний ремонт – найбільш складний і повний вид ПЗР. До нього належать такі роботи, у процесі яких замінюють спрацьовані конструкції, вузли й деталі міцнішими або економічнішими з метою повного відновлення ресурсу обладнання або мережі. Усі об'єкти, які намічені для капітального ремонту, повинні мати детальний технічний опис ремонтних та налагоджувальних робіт із зазначенням їхніх обсягів. На роботи по капітальному ремонту складається проектно-кошторисна документація. Капітальний ремонт виконують здебільшого централізовано спеціальні організації.

Капітальний ремонт буває комплексним; поточним; вибіркоким (підтримувальним).

Складовою частиною ПЗР є огляди й перевірки (випробування).

Огляди плануються як самостійна операція для обладнання й мереж з відносно великою трудомісткістю ремонту. Вони охоплюють перевірку стану обладнання, виявлення дефектів експлуатації й порушень правил техніки безпеки, уточнення складу та обсягу робіт для чергового поточного або капітального ремонту.

Перевірки (випробування) плануються як самостійна операція для особливо відповідального обладнання.

Проект з технічної експлуатації будинків та інженерних систем вмістить: її загальні принципи й організаційну структуру; зміст експлуатації на весь період служби системи або мережі; технологічні карти на основні види робіт з експлуатації та ремонту, перелік потрібних для цього сил і засобів; вказівки щодо постійного догляду за інженерним обладнанням і мережами. Як додаток до проекту розробляється інструкція технічної експлуатації.

### **3.13 Налагодження робочих режимів системи опалення та її елементів**

#### ***Налагодження радіаторних термостатичних клапанів HERZ-TS-90-V***

Клапан серії ГЕРЦ-TS-90-V призначений для установки в закритих двотрубних системах з циркуляційними насосами, в яких потрібне гідравлічне налаштування.

Термостатичний клапан встановлюється на подаючому трубопроводі проводі об'язки приладу опалення (з протоком в напрямку стрілки). Вісь штока клапана ГЕРЦ для забезпечення оптимального регулювання кімнатної температури повинна знаходитись в горизонтальному положенні. Для бездоганної довголітньої роботи клапанів TS-90-V в системі необхідно передбачити установку комплексу фільтрів. На зворотному трубопроводі встановлюється клапан RL-5, який дозволяє відключити прилад опалення.

Попереднє налаштування полягає у створенні додаткового гідравлічного опору за допомогою плавно регульованого ззовні дросельного елемента - кільця, що охоплює конус клапана. Встановлена ступінь попереднього налаштування недоступна для несанкціонованого втручання (зміни).

Попереднє налаштування здійснюється за допомогою інсталяційного ключа, який надягається на зубчастий вінець букси.

Для швидкого підбору попереднього налаштування можна використовувати таблицю вибору .

- ✓ Зняти в залежності від встановленого виробу:
  - ручний привід;
  - термостатичну головку;
  - захисний ковпачок .
- ✓ Відвернути і зняти закриваючу втулку.
- ✓ Надіти регулюючий ключ на шийку клапана і закріпити шляхом закручування нижньої кромки ключа на відповідну різь шийки клапана.
- ✓ Ввести в зачеплення відповідні шліци ключа вздовж осі. Закрити клапан до упору обертаючи рукоятку ключа за годинниковою стрілкою .
- ✓ Вивести із зачеплення шліци ключа і клапана відтягнувши рукоятку ключа вгору.
- ✓ Поєднати поз. «0» з указником «▲» і ввести в зачеплення шліци, перемістивши рукоятку ключа по корпусу клапана .
- ✓ Обертанням рукоятки ключа проти годинникової стрілки (в бік відкриття),

поєднати необхідний ступінь налаштування з покажчиком відміку «^» .

✓ Встановити на колишнє місце закриваючу втулку, використовуючи тильну сторону ключа налаштування. Зусилля закручування обмежено спрацьовуванням тріщалки .

✓ Встановити на колишнє місце:

- ручний привід;
- термостатичну головку;
- захисний ковпачок .

Установка вентиля на зворотному трубопроводі в радіатора дозволяє відключити радіатор, а при одночасному перекритті клапана терморегулятора (положення «0») радіатор може бути демонтований під час роботи системи. Промивання радіатора або ремонт приміщення можна проводити, не перериваючи роботи системи.

Якщо необхідні функції перед налаштування, наприклад, при встановленні клапанів серії TS-90, наповнення і спорожнення опалювального приладу через вентиль для відключення радіатора, рекомендовано установку вентиля типу HERZ-RL-5.

Перекриття здійснюється за допомогою універсального ключа або шестигранного ключа SW 8. Повне відкриття досягається 3 ... 3,5 оберти.

Шпindel захищений від випадкового викручування і, крім того, закритий металевим ковпачком.

### ***Налаштування термоголовки***

Комфортне налаштування:

Позиція  відповідає комфортній температурі в приміщенні, рівній 20°C .

Захист від морозу:

В позиції \* клапан термостата автоматично відкривається при ~ 6 °C, і вода починає надходити в прилад, що попереджає замерзання приладу опалення та приміщення.

Теплове запирання:

У позиції «0» термостат закритий. захист від морозу вимкнено. Термостатична функція зберігається. Можливо довільне відкриття клапана при  $t^{\circ}$  близькою до нуля.

Заводське налаштування позначено точкою на термоголовки і відповідає повному діапазону обертання.

Для закривання термостата і відключення радіатора необхідно використовувати термоголовку з позицією механічного запирання («0») або запірний ковпачок.

Налаштування на літній режим роботи:

Після закінчення опалювального сезону слід повністю відкрити термоголовку обертанням маховичка проти годинникової стрілки до упору.

Головка термостата ГЕРЦ не повинна піддаватися впливу прямих сонячних променів і тепла, випромінюваного, наприклад, такими пристроями, як телевізор. Якщо прилад опалення закритий (фіранкою), то утворюється теплова зона, температура в якій вище кімнатної і термостат не може ефективно регулювати кімнатну температуру. У цьому випадку необхідно використовувати термостатичну головку ГЕРЦ з виносним датчиком або термостатичну голівку з дистанційним регулюванням.

### ***Налаштування балансувальних вентилів HERZ- Штремакс***

Відповідно до сучасними технологіями для гідравлічної ув'язки циркуляційних кілець використовують балансувальні вентиля, в яких формують необхідні гідравлічні опори і, тим самим, забезпечують розрахункову витрату теплоносія. У порівнянні з дроселюючими шайбами балансувальні вентиля мають наступні переваги:

- балансувальний вентиль можна використовувати як замикаючий для припинення подачі теплоносія в стояк;

- у процесі експлуатації можлива зміна гідравлічної перенастроювання вентиля у зв'язку із змінами гідравлічного опору в системі опалення, наприклад, внаслідок змін прохідного перерізу сталевих труб з плином часу, здачею в експлуатацію приміщень наступної черги (поетапна здача в експлуатацію) тощо;

- незрівнянно менша ймовірність засмічення і можливість ліквідації його без тривалої зупинки системи і з меншим обсягом монтажно-налагоджувальних робіт.

Ручні балансувальні вентилі встановлюються замість дроселюючих шайб для ручного регулювання витрати і зниження надлишкового тиску в системах опалення.

Ручні балансувальні вентилі повинні відповідати таким вимогам:

1. Забезпечувати надійність, стійкість до дії теплоносія і присутніх в ньому речовин.

2. Забезпечувати точність настройки гідравлічного опору не менше 5%.

Число обертів від положення "повністю закрито" до "повністю відкрито" має бути не більше 20 і не менше 4.

3. Мати можливість контролю налаштування, що виконується

4. Мати широкий робочий діапазон регулювання.

5. Не створювати шум в межах більших, ніж допустимо санітарними нормами у всьому робочому діапазоні.

6. Мати можливість повного перекриття потоку.

Цим вимогам задовольняють ручні балансувальні вентилі HERZ- Штремакс.

Ручні балансувальні вентилі Штремакс М, GM, слід встановлювати спільно з запірними вентилями Штремакс А або D. Кріплення золотника вентилів Штремакс дозволяє встановити їх як по потоку, так і проти напрямку потоку.

Балансувальні вентилі Штремакс М і GM встановлюються звичайно на зворотному стояку, а запірні вентилі Штремакс А або D на подаючому стояку, хоча можлива інша установка.

За допомогою наявних на корпусі вентилів вимірювальних клапанів (ніпелів) є можливість налаштувати вентиль на необхідну гідравлічний опір або відповідний йому витрата теплоносія. Для цього необхідно виміряти перепад тиску на вентилі-якими стандартними манометрами, а потім розрахувати або визначити за спеціальними номограмам, прикладеним до технічної документації на вентиль (нормалей), дійсний витрата води через балансувальний вентиль.



Точне налаштування гідравлічної системи можливе лише з використанням спеціальних вимірювальних приладів Герц, які випускаються в двох модифікаціях:

- вимірювальний прилад Герц 8903 "Flow Plus". Діапазон вимірювань 0 ... 20 бар, макмальний тиск 40 бар;
- портативний вимірювальний прилад Герц 8900. Діапазон вимірювань 0 ... 10 бар, максимальний вимірювальний тиск 15 бар.

### **3.14 Експлуатація системи сонячних колекторів (СК)**

Для забезпечення надійної та ефективної роботи сонячних установок протягом всього розрахункового періоду необхідно здійснити правильний вибір геліотехнічного обладнання і матеріалів для його виготовлення і провести якісно роботи по установці, монтажу та експлуатації обладнання.

При використанні в контурі колектора антифризу повинен бути передбачений розширювальний бак, ємність якого становить приблизно 1-2% ємності контуру, включаючи сам колектор.

При пуску рідинного колектора сонячної енергії повинні дотримуватися певні правила безпечної роботи, що запобігають його пошкодження. У сонячний полудень температура променепоглинаючої поверхні СТК, не заповненого теплоносієм, може досягати температури 200 ° С і більше. При надходженні холодної рідини виникає тепловий удар, що призводить до руйнування скління і утворення тріщин і здуття в каналах для теплоносія. Для запобігання цих небажаних явищ заповнення колектора теплоносієм необхідно виробляв тоді, коли температура променепоглинаючої поверхні невелика, тобто вранці або ввечері. Це в першу чергу відноситься до СТК, в яких передбачений дренаж теплоносія. Аналогічна ситуація виникає при відключенні насоса з тієї чи іншої причини. При наявності системи автоматичного управління в ній повинен бути передбачений датчик максимальної температури, не допускає включення насоса при небезпечно високій температурі абсорбера. Перед першим пуском

змонтованої установки проводиться її зовнішній огляд, гідравлічні випробування тиском 250 кПа, перевірка повітрязбірника і повноти зливу рідини при дренажі.

При перегріві акумулятора теплоти можливе утворення пари, для запобігання підвищення тиску передбачається запобіжний клапан. Для автоматичного видалення повітря з контуру сонячного колектора у верхній точці повинен бути розташований повітрязбірник. Всі матеріали повинні витримувати максимальні температури, які можуть мати місце при холостому ході (без теплоносія) колектора. Це відноситься до матеріалів теплової ізоляції та деталей корпусу, стикаються з променепоглинаючою поверхнею, температура якої може досягати 170-250 °С .

Що стосується експлуатації, то в порівнянні із звичайними установками вони вимагають мало догляду. Для забезпечення контролю за роботою установки необхідно встановити прилади: манометр для вимірювання тиску в закритих системах, термометри або термопари для контролю температури на вході і виході колектора, в акумуляторі. Якщо перепад температур в колекторі зменшується, це свідчить про забиванні теплообмінника. Забруднення скління, попадання повітря в колектор знижують теплопродуктивність колектора. При появі протікань в рідинних геліосистемах через пошкодження труб, виникнення нещільності в місцях зварювання і ущільнень система повинна бути виключена.

При порушенні цілісності скління колектора, його розгерметизації всередину колектора потрапляють опади, які погіршують якість матеріалів, в тому числі теплової ізоляції, і знижують теплотехнічні показники колектора в цілому.

Також можуть виникнути труднощі у зв'язку з заледенінням і скупченням снігу на даху і поверхні колектора. Для усунення цих незручностей можна використовувати пристрій для відтавання, яке прокачує нагрітий теплоносієм з акумулятора в колектор, при цьому скління прогрівається і сніг зісковзує з колектора. В інших випадках доводиться видаляти сніг вручну з дотриманням запобіжних заходів.

### 3.15 Регулювання відпуску теплоти

Вхідні даними для розрахунку є:

- розрахункова температура зовнішнього повітря  $t_{н.о.} = -21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- середня температура внутрішнього повітря  $t_{в} = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Перепад температур води в опалювальній системі в розрахунковому режимі:

$$\theta' = \tau'_{02} - \tau'_{01}, \quad (3.5)$$

$$\theta' = 55 - 35 = 20\text{ } (^{\circ}\text{C}).$$

Перепад температур між нагрівальними приладами та внутрішнім повітрям:

$$\Delta t'_0 = 0,5(\tau'_{01} + \tau'_{02}) - t_{в.р.}, \quad (3.6)$$

$$\Delta t'_0 = 0,5(55 + 35) - 21 = 24\text{ } (^{\circ}\text{C}).$$

Записуємо рівняння для визначення відносного теплового навантаження в залежності від температури зовнішнього повітря:

$$\bar{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q'_0} = \frac{t_{в.р.} - t_{н.}}{t_{в.р.} - t_{н.о.}}. \quad (3.7)$$

Записуємо рівняння для визначення температури води в подавальному трубопроводі мережі:

$$\tau_{01} = t_{в.р.} + \Delta t'_0 \cdot \bar{Q}_0^{0.8} + 0,5\theta' \bar{Q}_0. \quad (3.8)$$

Записуємо рівняння для визначення температури води в зворотному трубопроводі мережі:

$$\tau_{02} = t_{в.р.} + \Delta t'_0 \cdot \bar{Q}_0^{0.8} - 0,5\theta' \bar{Q}_0. \quad (3.9)$$

Прийmemo температуру зовнішнього повітря  $t_3 = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Тоді, відносне теплове навантаження:

$$\bar{Q}_0 = \frac{21 - 8}{21 + 21} = 0,31.$$

Температура води в подавальному трубопроводі системи:

$$\tau_{01} = 21 + 24 \cdot 0,31^{0.8} + 0,5 \cdot 20 \cdot 0,31 = 33,49$$

Температура води в зворотному трубопроводі системи:

$$\tau_{02} = 21 + 24 \cdot 0,31^{0,8} - 0,5 \cdot 20 \cdot 0,31 = 27,3$$

Приймаємо далі температури зовнішнього повітря від 8 °С до -21 °С, та проводимо аналогічні розрахунки. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10– Залежність температури в подавальному і зворотному трубопроводах системи опалення від температури зовнішнього повітря

$\bar{Q}_0$	$t_z, ^\circ\text{C}$	$\tau_{01}, ^\circ\text{C}$	$\tau_{02}, ^\circ\text{C}$
0,31	8	33,49	27,3
0,38	5	35,9	28,28
0,5	0	39,78	29,78
0,62	-5	43,54	31,16
0,74	-10	47,2	32,44
0,86	-15	50,79	33,64
1	-21	55	35

### 3.16 Технічне обслуговування системи

Нормальна робота джерела тепла, мереж і споживачів потребує постійного контролю за станом обладнання, а також дотримання режимів відпускання тепла відповідно до параметрів, які задані.

Систему тепlopостачання обслуговує представник сервісної організації, за графіком згідно договору сервісного обслуговування обладнання системи.

В об'єм робіт по обслуговуванню теплової системи входить:

- підтримування в справному стані всього обладнання системи шляхом проведення своєчасного її огляду й ремонту;
- спостереження за роботою арматури та інших елементів обладнання із своєчасним усуненням несправностей;

- усунення надлишкових (більших за нормативні) втрат тепла шляхом своєчасного відключення ділянок мережі, що не працюють;
- своєчасне відновлення зруйнованої ізоляції;
- усунення гідравлічних витрат в мережі, які перебільшують нормативні, за рахунок регулярного промивання й очищення трубопроводів;
- вчасне виведення повітря через повітровідвідники з теплопроводів та недопущення підсмоктування повітря шляхом постійної підтримки надлишкового тиску у всіх точках системи;
- підтримування в системі необхідних гідравлічних і теплових режимів при систематичній перевірці параметрів в характерних точках мережі й на теплових пунктах;
- прийняття заходів по попередженню, локалізації та ліквідації несправностей системі.

Перевірку системи проводять перед початком опалювального сезону, та після його закінчення, також після тривалих перерв у постачанні електроенергії.

Також необхідні профілактичні перевірки протягом опалювального періоду, згідно договору сервісного обслуговування обладнання системи.

### **3.17 Оцінка надійності та довговічності системи опалення**

До опалювальної установки, як однієї з будівельно-технологічних установок будівлі, пред'являються різноманітні вимоги. Всі вимоги, найбільш повно виражаються стосовно до приміщень постійного або тривалого перебування людей, можна розділити на п'ять груп:

- санітарно-гігієнічні - підтримка певної та рівномірної температури в часі, в плані та по висоті приміщення без посиленої рухливості повітря, а також обмеження температури поверхні опалювальних приладів;
- економічні - обмеження первісної вартості і вартості експлуатації, зменшення витрати металу;

- будівельні - дотримання відповідності архітектурно-планувального рішення приміщення, розміщення опалювальних елементів в ув'язці, а іноді суміщення з будівельними конструкціями, обмеження терміну виконання монтажних робіт, здійснення ремонту без пошкодження основних конструкцій будівлі;

- монтажні - виготовлення мінімального числа уніфікованих і знеособлених деталей і вузлів у заводських умовах, скорочення витрат ручної праці при складанні з метою підвищення продуктивності праці;

- експлуатаційні - забезпечення довговічності, простоти і зручності управління і ремонту, безшумності і безпеки дії, тепловий надійності.

Поняття теплова надійність –це забезпечення установкою розрахункових параметрів теплоносія протягом всього опалювального сезону. Установка повинна забезпечити передачу тепла в кожне опалювальне приміщення відповідно до теплового розрахункового навантаження.

Показниками надійності та довговічності системи опалення є:

- а) середнє напрацювання обладнання на відмову;
- б) середній повний строк служби.

Оцінку відповідності показника надійності, середнього напрацювання обладнання на відмову провести на етапі приймання, випробувань, експериментальним шляхом. На всі вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

Гарантійний термін роботи теплового насоса складає один рік з моменту придбання. Тепловий насос має великий термін служби до капітального ремонту (до 10 - 15 опалювальних сезонів) і працює повністю в автоматичному режимі.

Гарантійний термін експлуатації алюмінієвих радіаторів складає 10 років, за умови дотримання умов експлуатації.

Розрахунковий термін експлуатації металопластикових труб у системах опалення складає 25 років.

Гарантійне та післягарантійне обслуговування системи та обладнання здійснюється представниками сервісної організації з якою укладено договір на

обслуговування. Виріб, що вийшов з ладу протягом гарантійного терміну через виробничі дефекти, ремонтується або замінюється безкоштовно для замовника.

Витрати, пов'язані з демонтажем дефектного виробу і монтажем заміненого по гарантії виробу оплачує замовник. У випадках виходу з ладу виробів після гарантійного терміну, витрати пов'язані з сервісним обслуговуванням оплачує замовник.

### **3.18 Можливі неполадки в системі та засоби їх усунення**

#### **3.18.1 Відключення електропостачання**

При моновалентному режимі роботи теплонасосна установка, як єдиний теплогенератора повинна забезпечувати все теплоспоживання будівлі.

Щоб визначити необхідну теплову потужність, повинні бути також враховані надбавки на періоди припинення подачі електроенергії енергопостачальною організацією. Подача електроенергії може бути перервана максимум на 3х2 год. протягом 24 годин.

Для замовників, які мають особливі контракти з енергопостачальною організацією, слід також взяти до уваги можливі особливі правила.

Унаслідок інертності будівлі при визначенні надбавки на потужність 2 годинний період припинення подачі електроенергії в розрахунок не приймається.

При цьому, однак, тривалість періоду постачання між двома відключеннями повинна бути не менше попереднього часу припинення.

#### **3.18.2 Розбалансування системи опалення**

Сучасні системи опалення, мають розгалужену мережу трубопроводів з різною довжиною, діаметрами і гідравлічними опорами. Якщо не провести гідравлічну балансування системи, частина приміщень буде перегрітою, а частина недогрітою. Це призведе як до втрат тепла в надмірно перегрітих приміщеннях, так і до скарг споживачів в недогрітих приміщеннях.

Перевитрата теплоносія в окремих частинах системи опалення призводить до недостатньої витрати в інших частинах системи, до шумів на регулюючих термостатичних клапанах. З досвіду відомо, що підвищення температури в приміщенні на 1 ° С призводить до перевитрати тепла (енергії) на 6 - 10%.

Існують кілька причин відхилень витрат від реальних величин:

1. Помилки при проєктуванні, похибки розрахунків.
2. Похибки пов'язані з вибором труб, опалювальних приладів, насосів.
3. Відхилення від проєкту при монтажі.
4. Поява додаткових опорів в гідравлічній системі через: звуження перерізу трубопроводів у зварних стиках, збільшення кількості поворотів у порівнянні з проєктом, появи відкладень в трубопроводах, нагрівальних приладах.

Для усунення недогріву віддалених приміщень, можна встановлювати насос з великим напором, що призведе до перевитрати в системі опалення, тепла й електроенергії. При балансуванні виявляється можливим перейти на більш низьку швидкість насоса, що зменшує споживання енергії і збільшує термін служби насоса.

Добре збалансована система знижує як інвестиційні, так і експлуатаційні витрати.

Відповідно до сучасними технологіями для гідравлічної ув'язки циркуляційних кілець використані балансувальні вентилі, в яких формують необхідні гідравлічні опору і, тим самим, забезпечують розрахункову витрату теплоносія.

Для нормальної роботи системи опалення необхідно створити стійкий тиск в трубопроводах. Втрати тиску зростають, якщо труби забруднені відкладеннями накипу і бруду. Чистоти внутрішніх стінок труб можна досягти старанною промивкою їх під час літнього ремонту обладнання.

### **3.18.3 Неполадки в роботі арматури, відсутність регулювальних приладів**

Найбільш поширеним пошкодженням запірної арматури є негерметичність ущільнюючих улаштувань. Причинами розгерметизації арматури можуть бути:



під ущільнюючу речовину потрапив бруд, на ущільнюючому влаштуванні утворились подряпини, вибоїни і нерівномірно стерті поверхні. Якщо потрапив бруд, необхідно декілька раз закрити і відкрити арматуру, цим самим дати можливість потоку рідини змити бруд, якщо він осів. В іншому випадку розібрати арматуру і видалити бруд. Якщо виявлені подряпини, вибоїни, нерівності – їх усувають притиранням ущільнюючого влаштування арматури.

До причин погіршення роботи системи, які виникають при проектуванні та монтажі відносять: відсутність кранів біля нагрівальних приладів, неправильна установка запірно-регулюючої арматури, неправильне приєднання стояків до магістралі .

Відсутність кранів біля нагрівальних приладів. Регулювальні пристрої (вентилі, крани, дросельні клапани) в системах опалення повинні встановлюватися з таким розрахунком, щоб можна було забезпечити регулювання тепловіддачі по приміщеннях.

Неправильна установка запірно-регулюючої арматури. При монтажі опалювальних систем установка запірно-регулюючої арматури повинна виконуватись у суворій відповідності з проектом, так як заміна одної арматури іншою може призвести до значної зміни опору в циркуляційних кільцях.

При монтажі можуть з'явитися і багато інших, неврахованих розрахунком, місцевих опорів: прогинання труб, незачищені задирки на кінцях труб і т. п., які також погіршують прогрівання приладів.

#### **3.18.4 Причини погіршення роботи системи, які виникають в процесі її експлуатації**

До причин погіршення роботи системи, які виникають в процесі її експлуатації, відносять: повітряні пробки, засмічення і нещільності трубопроводів.

Повітряні пробки. В систему опалення повітря потрапляє разом з водою і при нагріванні виділяється у вигляді окремих повітряних скупчень, бульбашок.

Повітря може потрапити в систему також при її недостатньому заповненні водою. При швидкому наповненні, коли стояк заповнюється раніше, ніж нагрівальні прилади більшого об'єму, частина повітря може залишатися у верхній зоні приладу. Теж саме відбувається при наявності зворотного нахилу (контрнахилу) в підводках до нагрівального приладу.

Контрнахили зазвичай з'являються при недостатньо міцному кріпленні приладів, необережному виконанні монтажних і ремонтних робіт, механічних пошкодженнях труб та ін.

Для нормальної роботи системи все повітря з неї слід видаляти в атмосферу, в іншому разі він буде скупчуватися у верхніх зонах труб і приладів, утворюючи повітряні пробки, які порушують або зовсім припиняють на деякий час циркуляцію води в системі і викликають корозію сталевих елементів системи опалення.

Видалення повітря із систем з примусовою циркуляцією виконується шляхом відкривання повітряних кранів на опалювальних приладах або автоматичних повітрозбірників, які встановлюються в найвищих точках системи.

Якщо відкриттям повітряних кранів при ввімкненій системі не вдається ліквідувати повітряні пробки, рекомендується виконати наступне: зупинити насос або перекрити засувки на ввіді; через 10 – 15 хв., коли припиниться циркуляція води і все повітря в системі займе верхнє положення, відкрити повітряні крани і видалити повітря, яке не розчинилося у воді.

Засмічення. Утворюються внаслідок потрапляння в систему піску, будівельного сміття, окалини, залишків ущільнюючих матеріалів і т. п. В результаті засмічень звужуються або повністю перекриваються прохідні перерізи, знижується тепловіддача нагрівальних приладів та іншого обладнання.

Найбільш імовірно утворення засмічень в місцях зміни напрямку руху теплоносія (трійники, хрестовини, відступи), установки запірно-регулюючої арматури, звуження перерізу при зміні діаметру, а також в перерізах де різко знижується швидкість руху води (нагрівальні прилади).

Для запобігання утворенню засмічень необхідно приймати профілактичні заходи як в процесах монтажу і ремонту, так і при експлуатації. Ефективним способом очистки системи від бруду є періодичне промивання системи опалення. Промивання необхідно виконувати відразу по завершенню опалювального сезону (відкладення ще рихлі і легко видаляються).

Нещільності трубопроводів. Такі дефекти призводять до витікання води з системи.

Нещільності в різьбових та запресованих з'єднаннях виникають через низьку якість ущільнення або сильно глибокої різі. Причинами появи нещільностей можуть виявитися недостатня компенсація температурних видовжень трубопроводів або механічні пошкодження.

Непрогрів обладнання може бути і внаслідок декількох несправностей, тому всякі поспішні висновки про причини непрогріву часто призводять до неоправданих і неефективних робіт. Для запобігання безкорисних затрат часу і засобів відшукування причин непрогрівів слід виконувати в певній послідовності. При значних непрогрівах віддалених стояків необхідно послідовно з'ясувати, чи достатній рівень води в системі, чи справно працюють прилади повітровидалення, чи немає повітряних пробок; чи забезпечуються на вводі необхідні параметри теплоносія (температура води у відповідності з графіком, а також різниця тисків у трубопроводах); чи не поступає гаряча вода із подавальної магістралі в зворотну, обходячи стояки і прилади; чи немає в системі не передбаченої проектом запірно-регулюючої арматури, правильність встановлення арматури; чи правильно з'єднані стояки з магістральними трубопроводами; чи не пошкоджена теплова ізоляція; чи достатньо відрегульована система, чи немає в системі засмічень та інших додаткових опорів.

Частою причиною непрогрівів є виникнення повітряних пробок. При відшукуванні місць їх утворення необхідно перевірити правильність нахилів трубопроводів, роботу повітрозбірників. Слід детально перевірити наявність повітряних мішків у місцях згинання труб.

Іноді можна спостерігати перебої в прогріванні опалювальних приладів. Причиною такого явища може бути наявність в системі блукаючих повітряних пробок, які виникають в результаті несправності або конструктивних недоліків пристроїв для випускання повітря. В цьому випадку в місцях можливого скупчення повітря слід встановити додаткові повітрозбірники.

Якщо встановлено, що причиною непрогріву є засмічення, то необхідно відшукати місця засмічень, тимчасово демонтувавши ці ділянки і ліквідувати засмічення і також причини, які їх викликають. Місця засмічень слід шукати в певній послідовності на границях прогріву і непрогріву труб.

Значні труднощі виникають при відшукуванні і усуненні так званих “бродячих” засмічень, які створюються порівняно легким сміттям (тріски, льняне волокно і т. п.), так як вони переміщуючись, можуть зосереджуватись в різних по довжині трубопроводах.

### **3.19 Стійкість системи опалення**

Під тепловою стійкістю системи опалення розуміють властивість пропорційно змінювати теплопередачу опалювальних приладів, підтримуючи задану температуру повітря в приміщенні, при відхиленнях від розрахункових значень параметрів, що характеризують теплоносій, повітряні внутрішнє та зовнішнє середовища .

Забезпечення стійкості системи опалення – головна задача ув’язування циркуляційних кілець з гідравлічної точки зору, але наявність терморегуляторів у системі опалення робить її гідравлічний режим змінним. Тому виникає необхідність забезпечення керованості поточкорозподіленням у системі. Стійкість системи досягається традиційним шляхом – ув’язуванням гідравлічних кілець, що необхідно при виході системи в робочий режим після запуску, нічного режиму тощо; керованість – шляхом забезпечення авторитетів терморегуляторів, що необхідно для ефективної роботи системи у робочому режимі.

В запроєктованій системі опалення використовується метод приблизного ув'язування циркуляційних кілець, з покладанням остаточного гідравлічного збалансування системи на терморегулятори. Терморегулятори збалансовують систему. Термін цієї дії буде пов'язаний з інерційністю будівлі та системи. Спочатку прогріватиметься приміщення, через яке проходить циркуляційне кільце з меншим гідравлічним опором. Після досягнення установленої на терморегуляторі температури повітря приміщення він почне прикриватись, збільшуючи опір циркуляційного кільця, і теплоносій в більших кількостях надходитиме до решти опалювальних приладів.

Отже, відбувається нерівномірний вихід у тепловий режим приміщень, характеризуваний початковою гідравлічною незбалансованістю, що може виникати при запуску системи опалення, після режиму заощадження (нічного, чергового та ін.). Для уникнення розбалансування системи виконано гідравлічне ув'язування кілець за втратами тиску в них між точками приєднання кінцевих ділянок. Похибка втрат тиску в циркуляційних кільцях при цьому не перевищує  $\pm 15\%$ . Реально дисбаланс буде меншим за рахунок самобалансування системи.

Під дисбалансом розуміють невідповідність реальних гідравлічних параметрів циркуляційного кільця розрахунковим. За законами гідравліки система опалення завжди самобалансується. Основною задачею гідравлічного розрахунку є розрахункове обмеження самобалансування системи у заданих рамках. Такий підхід діє лише на момент виходу системи з терморегуляторами у робочий режим. У початковий момент всі терморегулятори є відкритими, або, принаймні, непрацюючими (мається на увазі стабільне положення штоку термостатичного клапана). Поступово терморегулятори прикриваються у відповідності до виставлених на них температур. При цьому розподілення теплоносія в циркуляційних кільцях ніколи, навіть за повного співпадання всіх вихідних параметрів, що характеризують систему опалення, з реальними, не буде відповідати розрахунковому. Це викликано не тільки збільшенням поверхні теплообміну опалювальних приладів, а й роботою терморегуляторів. Таким

чином, розрахунковий і реальний режими роботи системи опалення з терморегуляторами не співпадають.

Робота такої системи пов'язана, насамперед, з самобалансуванням, причиною якого є автоматичне кількісне регулювання теплоносія термостатичними клапанами. При цьому виникне перерозподіл теплоносія в опалювальних приладах, стояках. Оскільки системи опалення є інерційними і огорожувальні конструкції будівлі також є інерційними, при закритті частини терморегуляторів на опалювальних приладах в їх решту буде надходити надмірна кількість теплоносія доти, поки не зреагують терморегулятори.

Навіть використання терморегуляторів з незначним часом запізнювання не в змозі запобігти в повній мірі зниженню енергозаощаджуваності і зменшенню перепаду температур теплоносія за рахунок підвищення її на виході опалювальних приладів. Для цього використовуються автоматичні регулятори перепаду тиску.

Регулятори перепаду тиску призначені для підтримання заданого перепаду тиску на відгалуженнях, запобігання шумоутворенню терморегуляторів, запобігання надмірних перетоків теплоносія і шумоутворенню при цьому, забезпечення керованості поточкорозподіленням терморегуляторами. Такі регулятори є ефективним засобом енергозбереження та створення теплового комфорту приміщення.

Встановлені автоматичні регулятори перепаду тиску в системі опалення на стояках та приладових вітках для запобігання перетоків теплоносія дають також енергозаощаджуючий ефект приблизно 5%. Базується він на тому, що при спрацюванні частини терморегуляторів на закривання одразу ж реагують автоматичні регулятори і не допускають надмірного зростання витрати теплоносія в решті терморегуляторів. За відсутності цих регуляторів така задача покладалася б на терморегулятори, час спрацювання яких значно більший, оскільки залежить від їх конструктивних особливостей, інерційності будівлі та системи опалення.

Отже, автоматичні регулятори перепаду тиску, окрім створення умов енергоефективної роботи терморегуляторів шляхом забезпечення їх авторитетів та шумонеутворення, ще запобігають несанкціонованим перетокам теплоносія в системі опалення і збільшенню його температури в зворотній магістралі, що дає додатковий енергозберігаючий ефект, оцінюваний приблизно у 5 % .

### **3. 20 Висновки до розділу**

В даному розділі описані конструктивні особливості прийнятих до монтажу систем та складено перелік будівельно-монтажних робіт.

Складено відомість основних та допоміжних матеріалів, маса яких становить:

- загальна маса обладнання для монтажу – 1,55т;
- витратні матеріали – 0,96 т;

Підібрано необхідні інструменти, прилади та машини для виконання перерахованих робіт. Розраховано окремо для кожного з виду робіт трудомісткість, тривалість робіт та склад бригад монтажників.

На основі цього розроблено та накреслено календарний план монтажу системи. Термін робіт – 35 днів. Загальна трудомісткість будівельно-монтажних робіт – 561 люд.-днів.

Побудовано графік руху робітників та графік руху машин і механізмів.

Були розроблені правила і рекомендації з експлуатації системи опалення та гарячого водопостачання. Проаналізовані можливі технічні неполадки роботи систем, та описані методи, щодо їх усунення.

#### **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

У випусковій магістерській роботі обґрунтовується ефективність вибору технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання. На інженерів-проектувальників, що виконують ці роботи, впливає комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Тому важливо розглянути питання з охорони праці, що передбачають заходи щодо їхнього виявлення, розроблення заходів зі зниження їхнього впливу, з промислової безпеки, з цивільного захисту, а також зі створення безпечних та нешкідливих умов праці робітників.

Згідно ГОСТ 12.003-74, на інженерів-проектувальників, які застосовують у своїй роботі ПК, впливають наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори.

Фізичні:

- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена та понижена рухомість повітря;
- підвищена та понижена вологість повітря;
- підвищений рівень іонізації повітря робочої зони;
- нестача природного освітлення;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може виникнути через тіло людини.

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (статичні);
- нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, монотонність праці, емоційне перевантаження).



## **4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання**

### **4.1.1 Вимоги до організації робочих місць операторів**

Організація робочого місця користувача ПК має відповідати ергономічним вимогам ДНАОП 0.00-1.31, ДСан ПіН 3.3.2.007, характеру та особливостям трудової діяльності.

Площа одного робочого місця користувача ПК повинна складати не менше 6 м<sup>2</sup>, а об'єм – не менше 20 м<sup>3</sup>.

Конструкція робочого місця користувача ПК повинна відповідати сучасним вимогам ергономіки, характеру виконуваної роботи і забезпечити оптимальне розміщення на робочій поверхні документів, рухомого пюпітра (тримача документів) та обладнання ПК (монітора, системного блоку, клавіатури, пристрою “миша”, принтера та інших периферійних пристроїв з урахуванням їх кількості та конструктивних особливостей (мал.6).

Монітор на робочому місці встановлюється так, щоб верхній край екрана знаходився на рівні очей.

Розташування монітора ПК має забезпечувати: безпечність роботи в цілому; зручність та ефективність зорової роботи з екраном в вертикальній площині під кутом  $\pm 30^{\circ}$  від лінії зору, площа екрана при цьому має бути перпендикулярною нормальній лінії зору користувача.

Клавіатура розміщується на поверхні столу або висувній полиці на відстані 100-300мм від краю, ближчого до користувача. Кут нахилу клавіатури має бути в межах 5-1<sup>50</sup>. Поверхня клавіатури повинна бути матовою з коефіцієнтом відбиття 0,4. Клавiші клавіатури мають бути зручними в роботі і м'якими при натисканні (хід всіх клавiш має бути однаковим з мінімальним опором натискання 0,25Н та максимальним – не більше 1,5Н).

Конструкція робочого місця користувача ПК має забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози. Оптимальна робоча поза: ступні ніг – на підлозі або на підставці для ніг (застосування підставки є обов'язковим для тих, у кого ноги не дістають до підлоги, коли робоче сидіння знаходиться на висоті, потрібній для

забезпечення оптимальної робочої пози); стегна – в горизонтальній площині; передпліччя – вертикально; лікті – під кутом  $70-90^{\circ}$  до вертикальної площини; зап'ястя зігнуті під кутом не більше  $20^{\circ}$  відносно горизонтальної площини; нахил голови –  $15-20^{\circ}$  відносно вертикальної площини.

Робочий стіл, крісло і інші елементи обладнання робочого місця повинні бути зручними для вас. Так, наприклад, незручне крісло в якому ви сидите багато годин на день, може призвести до розвитку самих різних захворювань.

Глибина на рівні колін не менше 450, а на рівні витягнутої ноги – не менше 650.

Робоче крісло повинно бути підйомно-поворотним, регулюватися по висоті, куту нахилу сидіння та спинки.

Висота поверхні сидіння робочого крісла має регулюватися в межах 400-500 мм, а кут нахилу поверхні – від  $15^{\circ}$  вперед і до  $5^{\circ}$  назад.

При виконанні великого обсягу роботи кращим варіантом (для хребта) буде, якщо сидіння буде трошки нахилене вперед. Кут нахилу спинки крісла повинен регулюватися в межах  $0-30^{\circ}$  відносно вертикального положення. Відстань від спинки до переднього краю сидіння повинна регулюватися в межах 260-400 мм. Для зниження статичного напруження м'язів рук доцільно застосовувати стаціонарні або знімні підлокітники, що регулюються по висоті над сидінням в межах  $230 \pm 30$  мм та по відстані між підлокітниками в межах 350-500 мм. Поверхня сидіння і спинки робочого крісла має бути напівм'якою з нековзким та повітронепроникним покриттям, що неелектризується та добре чиститься.

Під просторовою орієнтацією робочого місця розуміється розміщення у певному порядку елементів основного та допоміжного обладнання відносно одне одного та працюючої людини. Просторова організація робочого місця в основному визначається розмірами та формою сенсорного та моторного простору, формою та параметрами елементів робочого місця та просторовим розташуванням елементів відносно працюючого.

Робочі місця користувачів ПК повинні розташовуватися на відстані не менше як 1,5 м від стіни з віконними прорізами, від інших стін — на відстані 1 м, між

собою на відстані не менше як 1,5 м. При розміщенні робочих місць необхідно виключити можливість прямого засвічування екрана джерелом природного освітлення. Джерело природного освітлення (вікно) не повинно також потрапляти в зону прямого спостереження користувача. Відносно світлових отворів робочі місця доцільно розташовувати таким чином, щоб природне світло падало на нього збоку, переважно зліва.

При розміщенні ПК на робочому місці потрібно забезпечити простір для користувача величиною не менше як 850 мм з урахуванням виступаючих частин обладнання та застосування (при необхідності) спецодягу. Для стоп має бути передбачено простір по глибині та висоті не менше як 150 мм, по ширині — не менше як 530 мм.

Розташовувати ПК на робочому місці необхідно так, щоб поверхня екрана знаходилася на відстані 400 — 700 мм від очей користувача. Рекомендується розміщувати елементи робочого місця таким чином, щоб витримувалася однакова відстань очей користувача від екрана, клавіатури, тримача документів.

Залежно від виду роботи та зручності користувача доцільно користуватися можливістю повороту та регулюванням нахилу екрана. Необхідно стало розташовувати клавіатуру на робочому столі, не допускаючи її хитання. Разом з тим має бути передбачена можливість її поворотів та переміщень. Положення клавіатури та кут її нахилу повинні відповідати побажанням користувача.

Принтер треба розташовувати так, щоб доступ до нього користувача та його колег був зручним.

Конструкція робочого столу повинна забезпечувати можливість оптимального розміщення на робочій поверхні обладнання, що використовується, з урахуванням його кількості, розмірів, конструктивних особливостей та характеру роботи, яка виконується. Корисно мати модульне, рухоме робоче місце. Площа столу залежить від всіх необхідних для роботи компонентів, що розміщуються, та повинна допускати можливість вільного переміщення пристроїв. Поверхня столу має бути матовою з малим відбиттям та теплоізолюючою.

Розташування технічних засобів повинно давати можливість користувачеві виконувати прості функції лівою рукою з метою зниження великих навантажень на праву руку під час ведення записів, роботи з клавіатурою та інших операцій. Якщо у конструкції клавіатури не передбачено простору для опори долонь, то її слід розташовувати на відстані не менше як 100 мм від краю столу в оптимальній зоні моторного поля.

#### **4.1.2 Електробезпека**

Живлення обладнання та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах підвищеної вологості. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмовідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмовідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;
- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;
- підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється. Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки.

Для надання першої медичної допомоги при нещасних випадках повинна бути аптечка з набором необхідних перев'язочних матеріалів та медикаментів.

## **4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії**

### **4.2.1 Мікроклімат**

Мікроклімат приміщення - це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні.

Параметри мікроклімату характеризуються такими показниками: температурою повітря і відносною вологістю повітря, швидкістю його переміщення, потужністю теплових випромінювань. При цьому слід розрізняти оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови.

Допустимі мікрокліматичні умови - поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливові на людину можуть викликати скороминучі зміни, що швидко нормалізують тепловий стан організму, і які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому виникає пошкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Робота оператора силової установки відноситься до легкої фізичної роботи категорія Ia, бо людина-оператор практично весь свій робочий день проводить сидячи. Параметри мікроклімату в кабіні крану наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 4.1 – Нормування параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Ia	22-28	55 при 28°С	0,1-0,2
Холодний	Ia	21-25	75 при 25°С	Не більше 0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці оператора крану передбачається:

- в холодну пору року - використання калорифера;
- в літню пору - застосування кондиціонерів та вентиляторів.

#### 4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони може бути пил, їх ГДК наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони в кабіні оператора установки

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Параметри іонного складу повітря на робочому місці, що обладнане ПК, повинні відповідати допустимим нормам (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см <sup>3</sup>	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено: провітрювання приміщень; цілісність конструкції вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення; встановлення пиловловлюючих засобів.

### 4.2.3 Виробниче освітлення

#### Природне освітлення

Система природного освітлення відноситься до односторонньої бокової, а освітлення здійснюється через вікна.

#### Штучне освітлення

Правильна експлуатація установок природного і штучного освітлення відіграє важливу роль для створення високого рівня освітленості в приміщеннях і економії електроенергії, що витрачається на штучне електричне освітлення.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Нормативні значення виробничого освітлення під час виконання проєктних робіт наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим



необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

#### 4.2.4 Виробничий шум

Рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left( \frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left( \frac{U}{U_0} \right), \quad (4.1)$$

де  $L$  - рівень шуму, дБ;

$P$  - звуковий тиск, Па;

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

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

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

Нормативні значення виробничого освітлення під час виконання проєктних робіт наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Рівень звукового тиску

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

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

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

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

#### 4.2.5 Психофізіологічні фактори

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

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах і т. ін.) від 10% до 25% часу зміни; знаходження в позі стоячи від 60% до 80% часу зміни.

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

Нахили корпуса (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 101 –300.

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

По горизонталі: до 2.

Інтелектуальні навантаження: Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій).

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів, Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання, робота в умовах дефіциту часу.

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 51 -75.

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 176–300.

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження 11-25.

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) 3-4.

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 70% до 50%.

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 20-25.

Емоційне навантаження:

ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – несе відповідальність за функціональну якість основної роботи (завдань). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади та ін.);

ступінь ризику для власного життя;

ступінь відповідальності за безпеку інших осіб;

Монотонність навантажень:

кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 5-2;

тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 24-2;

монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 91-95.

Режим праці:

фактична тривалість робочого дня (год.) 8;

змінність роботи - однозмінна.

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви нерегламентовані або недостатньої тривалості до 3% часу зміни.

### **4.3 Оцінка безпеки роботи систем управління теплових насосів та сонячних колекторів в умовах дії іонізуючих та електромагнітних випромінювань**

Іонізуюче випромінювання – потоки електромагнітних хвиль або частинок речовини, що здатні при взаємодії з речовиною утворювати в ній іони. При проходженні через речовину нейтрони не іонізують її атомів, однак іонізація відбувається внаслідок вторинних процесів при поглинанні нейтронів ядрами, вибиванні протонів або при розпаді нейтронів на протон та електрон чи на антипротон та позитрон.

Дія радіації на матеріали і деталі апаратури залежить від виду випромінювання, дози радіації, природи опромінюваної речовини та умов навколишнього середовища.

В апаратурі радіація викликає зворотні і незворотні процеси, внаслідок яких можуть бути порушення роботи елементів схеми, що приведе до пошкодження апаратури.

Якщо потік гамма-опромінення проходить через елементи апаратури, то в них виникають вільні носії електричних зарядів, внаслідок переміщення яких виникає хибний імпульс, який може призвести до включення пристрою.

В елементній базі внаслідок дії іонізуючих випромінювань можлива зміна майже всіх електричних та експлуатаційних характеристик, залежних від проходження процесів іонізації і порушення структури матеріалів

Основними заходами щодо підвищення радіаційної стійкості можуть бути: використання в апаратурі радіаційно стійких елементів і матеріалів; застосування для ОЦ різних апаратних масивних екранів або активного захисту від дії радіації. При імпульсній дії іонізуючих випромінювань крім перерахованих заходів використовують: схеми малочутливі до зміни електричних параметрів; зменшення чутливості перемикальних схем до зміни вхідних сигналів і напруг джерел живлення; зниження напруги живлення на аноді і збільшення негативного зміщення сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, що вимикають радіотехнічні схеми на час дії радіації; збільшення відстані між елементами, які знаходяться під навантаженням тощо.

#### **4.4 Оцінка безпеки роботи систем управління теплових насосів та сонячних колекторів в умовах дії іонізуючих випромінювань**

За критерій стійкості роботи систем управління в умовах іонізуючого випромінювання приймається допустима доза опромінення або граничне значення рівня радіації, при яких в їх елементній базі можуть виникнути зворотні зміни, але система ще буде працювати з потрібною якістю.

Оцінка безпеки роботи системи ведеться у такій послідовності:

1. Аналізуємо автоматичне системне управління тепловим насосом та сонячним колектором Viessman і визначаємо елементну базу, від якої залежить її функціонування потрібної якості.

2. За довідниковими даними [41] визначаємо граничні значення доз опромінення елементної бази, або рівнів радіації, при яких в елементах можуть виникнути зворотні зміни  $D_{грi}$ , P; ( $P_{грi}$ , P/c). Дані заносимо до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6– Елементи автоматичних систем управління

Елементна база РЕС	$p_{грi}, P/c$	$D_{грi}, P$	$p_{гр}, P/c$	$D_{гр}, P$
1. Випрямлячі	$5 \times 10^5$	$10^6$	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>
2. Мікросхеми	$10^4$	$10^5$		
3. Конденсатори	$10^5$	$10^7 \dots 10^9$		
4. Резистори	$10^6$	$10^7 \dots 10^9$		
5. Транзистори, діоди загального призначення	$10^5$	$10^4 \dots 10^6$		
6. Кераміка	$10^5$	$10^{20}$		

3. За мінімальним значенням  $D_{грi} = 10^4 P$  визначаємо границю стійкості роботи системи в цілому  $D_{гр} = 10^4 P$ . Дані заносимо до таблиці 4.6.

4. За граничною дозою опромінення визначаємо граничний рівень радіації протягом терміну експлуатації

$$D_m = \frac{2P_{1max} \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{посл}}, \quad (4.2)$$

$$P_{1max} = \frac{D_{гр} \cdot K_{посл}}{2 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} = \frac{10 \cdot 10^4}{2 \cdot (\sqrt{8760} - \sqrt{1})} = 1021 (P/\text{год}). \quad (4.3)$$

Робота систем управління теплових насосів та сонячних колекторів в умовах іонізуючого випромінювання буде безпечною якщо рівень радіації не перевищить 1021 P/год

#### 4.5 Оцінка безпеки роботи систем управління теплових насосів та сонячних колекторів в умовах дії електромагнітних випромінювань

Електромагнітне випромінювання – взаємопов'язані коливання електричного (Е) і магнітного (В) полів, що утворюють електромагнітне поле а також, процес утворення вільного електромагнітного поля за нерівномірного руху та взаємодії електричних зарядів. Розповсюдження випромінювання здійснюється за допомогою електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі, випромінюються зарядженими частинками, атомами, молекулами, антенами та іншими випромінювальними системами. Електромагнітне випромінювання являє собою потік фотонів, який лише за великої їх (фотонів) кількості, можна розглядати як неперервний процес.

Критерієм оцінки приймається коефіцієнт безпеки

$$4 K_{\sigma(\theta, \varphi)} = 20 \lg \frac{U_{\text{дон}}}{U_{\sigma(\varphi)}} \geq 40 \text{дБ}, \quad (4.4)$$

де,  $U_{\text{дон}}$  – допустима напруга живлення

$$U_{\text{дон}} = U_{\text{жс}} + \frac{U_{\text{жс}}}{100} \cdot N; \quad (4.5)$$

$U_{\sigma(\varphi)}$  – напруги, наведені у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах системи;

$N$  – допустиме відхилення у відсотках.

Вихідними даними є:

- напруга живлення,  $B - U_{\text{жс}} = 220 \text{ В}$ ;
- допустимі відхилення, % –  $N = 5\%$ .

Тоді, оцінку проводимо у наступній послідовності [ ]:

1. Визначаємо допустимі коливання напруги за формулою:

$$U_{\text{д}} = 220 + \frac{220}{100} \cdot 5 = 231(\text{В}). \quad (4.6)$$

2. Задаючись мінімально допустимим значенням коефіцієнта безпеки роботи системи  $K_{\delta(z)} = 40$  дБ (при такому значення система є стійкою), визначаємо напругу наведення у струмопровідній частині системи

$$K_{\delta(z)} / 20 = \lg \frac{U_{\text{don}}}{U_z} \Rightarrow \frac{U_{\text{don}}}{U_z} = 10^{K_{\delta(z)}/20} \Rightarrow U_z = \frac{U_{\text{don}}}{10^{K_{\delta(z)}/20}}, \quad (4.7)$$

$$U_z = \frac{U_{\text{don}}}{10^{K_{\delta(z)}/20}}, \quad (4.8)$$

$$U_z = \frac{231}{10^{40/20}} = 2,31 \text{ (В)}.$$

3. Визначаємо максимальні довжини горизонтальних і вертикальних неекраниваних струмопровідних частин  $l_{\Gamma} = 0,1$  м,  $l_{\text{В}} = 2,5$  м.

4. Напруга у горизонтальній струмопровідній частині апаратури, В

$$U_z = E_{\delta} \cdot l_z. \quad (4.9)$$

5. З останньої формули знаходимо вертикальну складову напруженості електричного поля:

$$E_{\delta} = \frac{U_z}{l_z}, \quad (4.10)$$

$$E_{\delta} = \frac{2,31}{0,1} = 23,1 \text{ (В/м)}.$$

Отже, робота систем управління теплових насосів та сонячних колекторів в умовах дії електромагнітного імпульсу буде безпечною за умови, що значення вертикальної складової напруженості електричного поля  $E_{\delta}$  не перевищуватиме 23,1 В/м.



#### **4.4 Висновки до розділу**

В цьому розділі наведено рекомендації щодо техніки безпеки під час виконання монтажних робіт. Було проаналізовано небезпечні фактори і впливи в процесі монтажу, експлуатації систем та описані заходи щодо безпеки при виробничому процесі та охорони праці.

Визначений максимальний рівень випромінювання для роботи обладнання та максимальний рівень напруженості електричного поля.

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

### 5.1 Локальний кошторис

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

Кошторисна документація складена в цінах 2021 року (додаток М).

### 5.2 Загальні техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проєкту визначаються сумарними характеристиками, віднесеними до об'єму теплоносія, що транспортується. Основним показником є кошторисна вартість монтажу системи, яка визначається відповідно діючим нормам із врахуванням встановлених надбавок на накладні витрати та планові накопичення.

Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл. 5.1

Таблиця 5.1 - Техніко-економічні показники

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	2	3	4
1	Потужність - системи опалення - системи гарячого водопостачання	кВт	26,4 10,2
2	Тривалість будівництва систем	дні	35
3	Середня чисельність робітників R <sub>сер</sub>	чол	8
4	Максимальна кількість робітників	чол	20
5	Кошторисна вартість будівництва системи опалення	тис.грн	808,033
6	Кошторисна вартість будівництва системи гарячого водопостачання	тис.грн	59,907

Продовження таблиці 5.1

7	Кошторисна вартість будівництва системи опалення теплиці	тис.грн	64,712
8	Влаштування земляних зондів та теплообмінника стічних вод	тис.грн	485,650
9	Загальна кошторисна вартість будівництва	тис.грн	1418,303
10	Кошторисна трудомісткість	тис.люд/год.	4,48678
11	Середній розряд	розряд	4,0

### 5.3 Розрахунок економічної ефективності системи

Проведемо порівняння для опалювального періоду газового котла і сонячно-теплонасосної системи.

Максимальне теплове навантаження на опалення будинку і прибудованої теплиці, згідно теплофізичного розрахунку складає  $Q_{\max} = 32,4 \text{ кВт} / \text{год}$ .

Записуємо рівняння для визначення відносного сезонного теплового навантаження для середньої за опалювальний період температури зовнішнього повітря:

$$\bar{Q}_0 = \frac{Q_0}{Q_0'} = \frac{t_{\text{в.п.}} - t_{\text{н}}}{t_{\text{в.п.}} - t_{\text{р.о.}}}, \quad (5.1)$$

де  $t_{\text{р.о.}} = -21 \text{ }^\circ\text{C}$  - розрахункова температура зовнішнього повітря;

$t_{\text{в}} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$  - середня температура внутрішнього повітря;

$t_{\text{н.с.}} = -1,1 \text{ }^\circ\text{C}$  – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря.

$$\bar{Q}_0 = \frac{21 - (-1,1)}{21 - (-21)} = 0,526. \quad (5.2)$$

$$Q_{опал}^{сез} = \bar{Q}_0 \cdot Q_{max}. \quad (5.3)$$

$$Q_{опал}^{сез} = 0,526 \cdot 32400 \cdot 24 \cdot 189 = 77,3(MBm).$$

Максимальна споживана електрична потужність теплового насоса  $N = 7,2$  кВт, враховуючи, що при установці двотарифного лічильника ціна електроенергії менша, середня спожита потужність установки протягом сезону становитиме:

$$Q_{el}^{сез} = 0,526 \cdot 12 \cdot 189 \cdot 7,2 = 8589 \text{ кВт*год.} \quad (5.4)$$

Розрахунок економічної ефективності СТК включає в себе визначення вартості електроенергії, необхідних для повного нагріву води без участі сонячного колектора, і їх економії при його сезонному використанні.

Розрахунок економії газу ( $m^3$ ) за кожен місяць ведеться за наступною схемою:

$$B_r = f \frac{n \cdot Q_\Sigma}{q_r \cdot \eta_{гк}} = f \cdot B_{r,полн}, \quad (5.5)$$

де  $f = \frac{Q_c}{Q_\Sigma}$  – ступінь заміщення палива за рахунок СК в покритті теплового навантаження);

$Q_\Sigma$  – теплове сезонне навантаження системи ГВП, *МДж*:

$$Q_\Sigma = cm(T_{горл} - T_{холл}) \cdot n, \quad (5.6)$$

де  $n$  - кількість днів розрахункового періоду.

Для неопалювального періоду теплове добове середнє навантаження системи ГВП становить:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{\text{горл}} - T_{\text{холл}}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 15) = 33,52 \text{ МДж}$$

Для опалювального періоду теплове добове середнє навантаження системи ГВП становить:

$$Q_{\Sigma} = cm(T_{\text{горл}} - T_{\text{холл}}) = 4190 \cdot 200 \cdot (55 - 8) = 36,034 \text{ МДж}$$

Проведемо порівняльне дослідження при забезпеченні сумарних енерговтрат будівлі при використанні електрокотла і системи СТСТ.

$$B_{\text{э/э}} = f \frac{n \cdot Q_n}{3600 \cdot \eta_{\text{э/н}}} = f \cdot B_{\text{э/э.полн}}, \quad (5.7)$$

де  $f = \frac{Q_c}{Q_{\Sigma}}$  – ступінь заміщення палива за рахунок СК в покритті теплового навантаження;

$\eta_{\text{э/н}} = 0,9$  – ККД електрокотла;

$B_{\text{э/э.полн}}$  – витрата електроенергії при умові повного забезпечення без СТСТ.

Вартість 1  $\text{кВт} \cdot \text{год}$  електроенергії на момент написання даної роботи склала 1,68 грн. Тому вартість витраченої електроенергії буде дорівнює:

$$C_{\text{э/э}} = B_{\text{э/э}} \cdot C_{1\text{кВт} \cdot \text{ч}}, \quad (5.8)$$

При порівняльному розрахунку слід враховувати, що коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову для обраного теплового насоса становить:

$$k = \frac{Q_{\text{тепл}}}{Q_{\text{ел}}}, \quad (5.9)$$

Згідно паспортних даних (дод. К),  $k = 4,51$  тобто, з однієї 1  $\text{кВт} \cdot \text{год}$  електричної енергії отримуємо 4,51  $\text{кВт}$  теплової енергії.

Табл. 5.2. Розрахунок економічної ефективності системи СТСТ

Вид навантаження	n, днів	f	$Q_{\Sigma}$ Мдж за добу	$Q_{\Sigma}$ кВт/доб	$C_{ел.стст}$ , грн.	$C_{ел.}$ , грн.	$C_{ек}$ , грн
ГВП опал. сезон	189	0,5	36,03	10,01	352,368	1781,664	1429,3
ГВП неопал. сезон	176	0,9	33,52	9,31	60,96	2752,8	2691,84
ОПАЛЕННЯ	189	1	1472,4	409	28859,04	144295,2	115436,16

Сума економії коштів для системи опалення складає:

$$C_{оп} = 144295,2 - 28859,04 = 115436,16 \text{ (грн.)}$$

Сума економії коштів для системи ГВП складає:

$$C_{гвп} = 1429,3 + 2691,84 = 4121,14 \text{ (грн.)}$$

Загальні капіталовкладення на влаштування СТСТ становлять 1418,303 тис.грн.

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

Термін окупності установки становитиме:

$$T = \frac{K}{C_{ек}} = \frac{1418303}{115436,16 + 4121,14} = 12 \text{ (років)} . \quad (5.10)$$

### **5.3 Висновки до розділу**

В даному розділі дипломного проекту виконано локальні кошториси на проведення таких робіт:

- влаштування системи опалення будівлі;
- влаштування системи гарячого водопостачання будівлі;
- влаштування системи опалення теплиці.

Загальна кошторисна вартість проведення робіт становить 1418,303 тис. грн.

Приведені техніко-економічні показники об'єкту.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналітичний огляд джерел та систем відбору низькопотенційного тепла, конструктивних рішень щодо їх використання в системах теплопостачання.

Виконано розрахунок тепловтрат будівлі і прибудованої теплиці, загальні тепловтрати об'єкту складають 31.4 кВт.

В розділі теоретичного обґрунтування проведено моделювання та виконані гідравлічні розрахунки системи опалення та ГВП.

Підібрано теплогенеруюче обладнання для забезпечення мікроклімату будівлі: тепловий насос Vitocal 300 BW 232, теплопродуктивністю  $Q_{TH} = 32.6$  кВт. Розрахована середня добова за сезон інтенсивність сонячної радіації, що складає  $2192,3 \text{ Вт/м}^2$  та підібрані геліоколектори Vitosol 200 D30 для системи гарячого водопостачання будинку.

В організаційно-технологічному описанні конструктивні особливості прийнятих до монтажу систем та складено перелік будівельно-монтажних робіт.

Складено відомість основних та допоміжних матеріалів, маса яких становить:

- загальна маса обладнання для монтажу – 1,55т;
- витратні матеріали – 0,96 т;

Визначені необхідні матеріали інструменти та механізми. Для кожного виду робіт підібрано склад робітників, та визначена загальна трудомісткість робіт 561 люд.-днів. Розроблено та накреслено календарний план монтажу системи. Термін робіт – 35 днів.

Розроблені основні правила і рекомендації з випробування, експлуатації системи опалення та гарячого водопостачання. Наведені можливі технічні неполадки роботи систем, та описані методи, щодо їх усунення.

В розділі охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях було проаналізовано небезпечні фактори і впливи в процесі монтажу, експлуатації систем та описані заходи щодо безпеки при виробничому процесі та охорони праці.



В розділі техніко-економічних показників розроблено локальні кошториси, визначена загальна кошторисна вартість проведення робіт становить 1418,303 тис. грн.

Приведені техніко-економічні показники об'єкту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анализ существующих устройств и систем отбора низкопотенциальной теплоты сточных вод систем канализации  
[Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bozpe.bud.pcz.pl/ANALYSIS-OF-EXISTING-DEVICES-AND-SYSTEMS-FOR-UTILIZATION-nOF-LOW-GRADE-HEAT-WASTE,85578,0,2.html>
2. Основні характеристики та критерії оцінки сонячних колекторів Viessmann.  
[Електронний ресурс] – Режим доступу:  
<https://serviceportal.viessmann.ua/articles/osnovni-harakteristiki-ta-kriterii-ocinki-sonacnih-kolektoriv-viessmann>
3. Безродний М. К. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем тепlopостачання: монографія / М. К. Безродний, Н. О. Притула // НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка». - 2016. – С. 44-165
4. Кордас О. Моделирование энергетических характеристик геотермальных систем / О.Кордас, Е.И. Никифорович // Прикладна гідромеханіка. – 2014. – № 1. –С. 211-243
5. Зимин Л.Б. Анализ эффективности теплонасосных систем утилизации теплоты канализационных стоков для теплоснабжений социальных объектов / Л.Б. Зимин, Н.М.Фиалко// Промышленная теплотехника. – 2008. – №1. – С. 142 - 160.
6. Безродний М. К. Оптимальна робота теплового насоса в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти ґрунту / М. К. Безродний, Н. О. Притула // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – № 1. – С. 7–12.
7. Гершкович В. Ф. Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами / В. Ф. Гершкович// ЧП “Энергоминимум”.- 2009. – С. 24-41

8. ДЕРЖАВНА ГЕОЛОГІЧНА КАРТА УКРАЇНИ Масштаб 1:200 000 [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
[https://geoinf.kiev.ua/wp/kartograma\\_rep.php?listn=136-2](https://geoinf.kiev.ua/wp/kartograma_rep.php?listn=136-2)
9. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67 : 2013 – [Чинний від 01 – 01 – 2014]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 141с. – (Державні будівельні норми).
10. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция [Текст] / К.В. Тихомиров // Москва. Стройиздат 1991 – 447-457.
11. Пособие по проектированию теплиц и парников/Гипронесельпром. – М.: Стройиздат, 1988. – 72 с.
12. Инструкция по проектированию тепловых насосов и гелиоустановок Viessmann [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
<https://shop.viessmann.ua/ua/teplovi-nasosi/>
13. Сарнацкий Э. В., Заваров А. И. Использование солнечной энергии для теплоснабжения зданий. – Киев.: Будівельник, 1985.
14. Сабади П. Р. Солнечный дом. – М.: Стройиздат, 1981. – 109 с.
15. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 : - [Чинний від 2013-11-01]. – К.: Держбуд України, 2013. – 128с. – (Державні будівельні норми).
16. ДСТУ НБВ.2.5-43.2010. "Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання"// Міненергобуд України 2010 -32 с.
17. Ратушняк Г.С. Оцінка доцільності підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій багатоповерхових житлових будинків / Г. С. Ратушняк, А.М. Очеретний // Вісник ВПІ. – 2016. – № 5. – С. 11-17.
18. Опалення та вентиляція вашої оселі [Електронний ресурс]: Розрахунок потужності радіаторів для опалення приватного будинку - Режим доступу до ресурсу.: <https://otivent.com/uk/rozrahunok-radiatoriv-opalennya>

- 19.Кінаш. Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт / Р.І. Кінаш, С.С. Жуковський – Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999 р. – 448 с.
- 20.Справочник по специальным работам. Сварочные работы в строительстве. Часть I под. редакцией В.Д. Тарана. – М.: Издательство литературы по строительству, 1971. – 461 с.
- 21.Тихомиров К.В., Теплотехника, теплогазоснабжение вентиляция. – М.; Стройиздат, 1981, 470с.
- 22.Основні характеристики та критерії оцінки сонячних колекторів Viessmann [Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://serviceportal.viessmann.ua/articles/osnovni-harakteristiki-ta-kriterii-ocinki-sonacnih-kolektoriv-viessmann>
- 23.Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. – К.: Будівельник, 1976, 352с.
- 24.Буферна ємність в системі теплопостачання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.teplobak.com.ua/ua/articles/bufermayaemkost/>.
- 25.Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва. ДСТУ Н Б В.1.2 – 16:2013. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 37 с. – (Державні стандарти України)
- 26.Система проектної документації для будівництва. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення : ДСТУ Б А.2.4-41:2009 .: – Київ: Держбуд України, 2009. – 31 с. – (Державні стандарти України)
- 27.Подбор циркуляционного насоса [Електронний ресурс]. – Режим доступу:[http://www.altalgroup.com/work\\_pump.htm](http://www.altalgroup.com/work_pump.htm)
28. А.С. Гашинська,С.В. Гунько. технологічне устаткування для використання комбінованих джерел енергії в системах теплопостачання //Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України, Вінниця", 23-25 листопада 2021 р. - електро.текст.дані. - Вінниця: ВНТУ. 2021.-Режим доступу:  
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/14074>
29. С.В. Гунько, І.В. Коц. Використання комбінованих джерел теплової енергії теплової енергії для системи теплопостачання приватного будинку котеджного типу // Матеріали Всеукраїнського науково-практичної

- інтернет-конференції студентів аспірантів та молодих науковців: Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи. 11.05-15.05.2022 р. - Електрон.текст.дані. - Вінниця: ВНТУ. 2021. - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2022>
30. Ратушняк Георгій Сергійович. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції: навч. посіб. для студ. ВНЗ / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця.: ВДТУ, 2000. – 122 с.
  31. Продуктивність геліоколектора при різних режимах експлуатації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<https://www.buderus.ua/files/201307161714000>.
  32. Методичні вказівки до виконання розділу з охорони праці в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього ступеня магістра за спеціальностями 153, 163, 171 і 172 / Уклад.: С. В. Дембіцька, І. М. Кобилянська, О. В. Кобилянський. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 51 с.
  - 33.Кобилянський О. В., Кобилянська І.М., Яблочников С.Л. Основи охорони праці. – Вінниця: Планер, 2007. – 171 с.
  - 34.Кобилянський О. В. Охорона праці при експлуатації електроустановок. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 125 с.
  - 35.Кобилянський О. В. Охорона праці у галузі. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 139 с.
  - 34.Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 1. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 183 с.
  - 35.Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 2. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 171 с.
  - 36.ДСН «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>.
  - 37.ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>
  - 38.ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://www.poliplast.ua/doc/dbn\\_v.1.1-7-](http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-)

- 2002.pdf
39. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885)
40. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. – К. : Мінбуд України, 2006. – 154 с.
41. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. –149 с.
42. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-294>
43. ДБН Б.2.2-12:2018 Планування і забудова територій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=76667](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76667)
44. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_2\\_1\\_10/1-1-0-1828](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_1_10/1-1-0-1828)
45. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/32\\_2\\_2009.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/32_2_2009.pdf)
46. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
47. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
48. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
49. ДСН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>.
50. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

- Терміни та визначення [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>
51. ДСТУ ОHSAS18002:2015. Системи управління гігієною та безпекою праці.  
 Основні принципи виконання вимог. – К. : ГП «УкрНИУЦ», 2016. – 21 с.
52. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759)
53. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 109 с.
54. Кодекс цивільного захисту України. К. : ВР України, 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
55. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://docs.cntd.ru/document/901702428>.
56. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://docs.cntd.ru/document/5200291> роботах здобувачів освітнього ступеня магістра за спеціаль-ностями 153, 163, 171 і 172 / Уклад.: С. В. Дембіцька, І. М. Кобилянська, О. В. Кобилянський. –Вінниця : ВНТУ, 2021. – 51 с.
57. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 2. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 171 с.
58. ДСН «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>.
59. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
<http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>
60. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://www.poliplast.ua/doc/dbn\\_v.1.1-7-](http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-)

2002.pdf

61. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885)
62. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. – К. : Мінбуд України, 2006. – 154 с.
63. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. –149 с.
64. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-294>
65. ДБН Б.2.2-12:2018 Планування і забудова територій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=76667](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76667)
66. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_2\\_1\\_10/1-1-0-1828](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_1_10/1-1-0-1828)
67. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/32\\_2\\_2009.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/32_2_2009.pdf)
68. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
69. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
70. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
71. ДСН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>.
72. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.



- Терміни та визначення [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>
73. ДСТУ ОHSAS18002:2015. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог. – К. : ГП «УкрНИУЦ», 2016. – 21 с.
74. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759)
75. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 109 с.
76. Кодекс цивільного захисту України. К. : ВР України, 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
77. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартів безпеки праці. Обладнання виробничого. Загальні вимоги безпеки [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://docs.cntd.ru/document/901702428>.
78. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартів безпеки праці. Шум. Загальні вимоги безпеки [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://docs.cntd.ru/document/5200291>

Додаток А

**Погоджено:**

Головний інженер ПП "Вінбурвод"

Прокопенко В.В.

\_\_\_\_\_

( підпис )

“ \_\_\_ “ \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

**Затверджено:**

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Г.С. Ратушняк

\_\_\_\_\_

( підпис )

“ \_\_\_ “ \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

**«Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання»**

Науковий керівник

к.т.н. проф.

\_\_\_\_\_

Коц І.В.

Розробив

ст. гр. ТГ-20м

\_\_\_\_\_

Гуцько С.В.

Вінниця 2021

## Технічне завдання

Розробити систему теплопостачання будинку з прибудованою теплицею в м. Вінниці з використанням ефективного устаткування для комбінованих джерел теплової енергії.

Призначення розробки та місце застосування.

Системи теплопостачання, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов в приватному будинку.

1. Основа для виконання робіт.

Завдання на магістерську кваліфікаційну роботу затверджено наказом № 277 від «24» вересня 2021 р.

2. Мета та призначення розробки.

Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування та розробка проектних енергоощадних конструктивних рішень для системи створення і забезпечення необхідного теплообміну із використанням ґрунтового теплового насоса та сонячних колекторів для індивідуального будинку

3. Джерела розробки.

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

4. Технічні вимоги.

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

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» ;
- ДСТУ Б В.2.5-44:2010 «Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами».

5. Вимоги по стандартизації.

При розробці систем опалення необхідно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість їх ремонту чи заміни в разі поломки.

6. Вимоги з надійності до систем теплопостачання :

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 вентиляції та кондиціонування 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. Ергономічні вимоги:

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

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

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 по можливості співпадати з строками обслуговування базового обладнання.

#### 10. Порядок розробки випробування, приймання систем тепlopостачання:

10.1 Стадії розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципівих схем, конструктивних компоновок та робочих креслень,
- розробка та узгодження програми та методики випробувань,
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.

11. Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

12. 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.

13. Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

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

15. Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проектування.

**ДОДАТОК Б****ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**

**Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплопостачання**

## ДОДАТОК В

Таблиця В. Розрахунок тепловтрат приміщень

№ приміщення	Признач.	t С	наймен. огород.	Орієн-тац	R м <sup>2</sup> °C/Вт	розрах. зовн. т С	попр. коеф.	Δt	h М	a М	площа огор. м <sup>2</sup>	k Вт/м <sup>2</sup> °C	основні тепл.	Додаткові тепловтрати			заг. мн.	тепло-втрати на вентиляц. Вт	тепло-втрати Вт	Сумарні тепло-втрати Вт
														орієнт.	вітер	інші				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
101	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	10,1 0	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	204,4	0	0	0	1		204,4	
		18	Під	-	5,26	-21	0,6	39	1	2	2,00	0,19	14,8	0	0	0	0,6		8,9	
		18	Під	-	7,69	-21	0,6	39	1	2	2,00	0,13	10,1	0	0	0	0,6		6,1	
		18	Під	-	11,11	-21	0,6	39	1	1,1	1,10	0,09	3,9	0	0	0	0,6		2,3	
102	Кінозал	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,5	5,65	13,6 8	0,29	162,6	0	5	5	1,1	780,7	178,9	1385,1
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	0,5	0,9	0,45	2,30	42,4	0	5	0	1,05		44,6	
		20	ВС	-	0,60	15	1	5	2,5	5,65	14,1 3	1,67	117,9	0	0	0	1		117,9	

		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,5	4	10,0 0	0,29	118,9	5	5	5	1,15		136,7	
		20	ПІД	-	5,26	-21	0,6	41	9,6 5	2	19,3 0	0,19	150,3	0	0	0	0,6		90,2	
		20	ПІД	-	7,69	-21	0,6	41	5,6 5	2	11,3 0	0,13	60,2	0	0	0	0,6		36,1	
103	Тринаже рний зал	15	ЗС	Пд Зх	3,45	-21	1	36	2,5	1,96	4,45	0,29	46,5	0	5	5	1,1	1187,1	51,1	1938,0
		15	В	Пд Зх	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	0	5	0	1,05		39,1	
		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	1,15		42,8	
		15	ЗС	Пн	3,45	-21	1	36	2,5	8,4	20,5 5	0,29	214,5	10	5	5	1,2		257,5	
		15	В	Пн	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	10	5	0	1,15		42,8	
		15	ПІД	-	5,26	-21	0,6	36	14, 02	2	28,0 4	0,19	191,8	0	0	0	0,6		115,1	
		15	ПІД	-	7,69	-21	0,6	36	10, 02	2	20,0 4	0,13	93,8	0	0	0	0,6		56,3	
		15	ПІД	-	11,11	-21	0,6	36	8,4	0,23	1,93	0,09	6,3	0	0	0	0,6		3,8	
106(1)	роздяг- 16)	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	39	4,4 91	2	8,98	0,19	66,6	0	0	0	0,6		39,9	
106(2)	роздяг- 16)	18	ЗС	Сх	3,45	-21	1	39	2,5	1,1	2,75	0,29	31,1	10	5	0	1,15	253,3	35,8	553,9
		18	ВС	-	0,60	20	1	-2	2,5	7,2	18,0 0	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	39	1,1	2	2,20	0,19	16,3	0	0	0	0,6		9,8	
		18	ПІД	-	7,69	-21	0,6	39	2,7	2	5,40	0,13	27,4	0	0	0	0,6		16,4	
		18	ПІД	-	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 В																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
106(3)	роздяг-16)	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	ПІД	-	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	
108	котельня (-16)	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	35	1,4	0,75	1,08	0,19	7,2	0	0	0	0,6		4,3	
		14	ПІД	-	7,69	-21	0,6	35	1,4	2	2,88	0,13	13,1	0	0	0	0,6		7,9	
	котельня (-16)	14	ПІД	-	11,1	-21	0,6	35	1,4	2	2,88	0,09	9,1	0	0	0	0,6		5,4	
		14	П	-	3,70	24	1	-10	3,5	1,55	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	
109	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	37	1	2	2,00	0,19	14,1	0	0	0	0,6		8,4	
		16	ПІД	-	7,69	-21	0,6	37	1	2	2,00	0,13	9,6	0	0	0	0,6		5,8	
		16	ПІД	-	11,1	-21	0,6	37	1	1,1	1,10	0,09	3,7	0	0	0	0,6		2,2	
110	техн. приміщення	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	37	1	2	5,62	0,19	39,5	0	0	0	0,6		23,7		
		16	ПІД	-	7,69	-21	0,6	37	1	2	3,80	0,13	18,3	0	0	0	0,6		11,0		
		16	ПІД	-	11,1 1	-21	0,6	37	1	0,3	2,20	0,09	7,3	0	0	0	0,6		4,4		
106(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	
		18	ПІД	-	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		
																				<b>7101,3</b>	
202	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		
203	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	10,9 4	1,67	237,4	0	0	0	1		237,4		
204	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	
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	1,1	1,5	1,65	2,30	155,6	0	5	0	1,05		163,4		
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	4	9,15	0,29	108,8	5	5	5	1,15		125,1		
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,1	1,5	1,65	2,30	155,6	5	5	0	1,1		171,2		
205	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	1460,2	47,6	2747,8	
		20	В	Пд Зх	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	1,7	2,94	0,29	35,0	5	5	5	1,15		40,2		
			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	Пн Зх	3,45	-21	1	41	2,7	1,96	3,64	0,29	43,3	10	5	5	1,2		52,0	
			20	В	Пн Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	10	5	0	1,15		178,9	
			20	ЗС	Пн	3,45	-21	1	41	2,7	8,4	19,3 8	0,29	230,4	10	5	5	1,2		276,5	
			20	В	Пн	0,43	-21	1	41	1,5	2,2	3,30	2,30	311,2	10	5	0	1,15		357,9	
207	кухня	16	ЗС	Пн	3,45	-21	1	37	2,7	1,1	1,32	0,29	14,2	10	5	5	1,2	573,7	17,0	951,5	
		16	В	Пн	0,43	-21	1	37	1,5	1,1	1,65	2,30	140,4	10	5	0	1,15		161,5		

		16	ЗС	Сх	3,45	-21	1	37	2,7	1,7	2,94	0,29	31,5	10	5	5	1,2		37,9	
		16	В	Сх	0,43	-21	1	37	1,5	1,1	1,65	2,30	140,4	10	5	0	1,15		161,5	
208	Ванна-кімната	24	ЗС	Сх	3,45	-21	1	45	2,7	1,56	4,21	0,29	55,0	10	5	0	1,15	223,2	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	334,1	0	0	0	1		334,1	
		24	ВС	-	0,60	18	1	6	2,7	2	5,40	1,67	54,1	0	0	0	1		54,1	
		24	ВС	-	0,60	16	1	8	2,7	3	8,10	1,67	108,2	0	0	0	1		108,2	
209	Гараж	5	ЗС	Пн	3,45	-21	1	26	2,7	4,3	11,6 1	0,29	87,5	10	5	5	1,2	638,0	105,0	1938,8
		5	ЗС	Сх	3,45	-21	1	26	2,7	1,65	4,46	0,29	33,6	10	5	5	1,2		40,3	
		5	ЗС	Зх	0,78	-21	1	26	2,7	1,82	4,91	1,29	164,8	5	5	5	1,15		189,5	
		5	ЗС	Пд	0,44	-21	1	26	2,7	7,15	3,21	2,29	190,8	0	5	5	1,1		209,9	
		5	Д	Пд	0,58	-21	1	26	2,3	7	16,1 0	1,72	720,0	0	5	0	1,05		756,0	
		<b>8987,5</b>																		
301	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	
302	Спальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	6,15	14,9 6	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	10,5 0	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	
		20	ВС	-	0,33	18	1	2	2,7	5,65	15,2 6	3,00	91,5	0	0	0	1		91,5	
		20	СТ	-	1,18	-21	1	41	-	-	24,0 4	0,85	837,8	0	0	0	1		837,8	
303	Гардеробна	16	ЗС	Зх	3,45	-21	1	37	2,7	4,22	11,3 9	0,29	122,3	5	5	5	1,15	512,7	140,6	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		116,8	
		16	ВС	-	0,33	22	1	-6	2,7	4,8	12,9	3,00	-233,3	0	0	0	1		-233,3	

										6										
		16	BC	-	0,60	20	1	-4	2,7	5,65	15,2 6	1,67	-101,9	0	0	0	1		-101,9	
		16	CT	-	1,18	-21	1	37	-	-	15,2 3	0,85	479,0	0	0	0	1		479,0	
304	Дитяча	22	ЗС	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	5,5	14,8 5	0,29	185,2	10	5	0	1,15	600,2	213,0	1535,8
		22	BC	-	0,33	18	1	4	2,7	5	13,5 0	3,00	162,0	0	0	0	1		162,0	
		22	CT	-	1,18	-21	1	43	-	-	15,3 4	0,85	560,7	0	0	0	1		560,7	
305	Дитяча	22	ЗС	Сх	3,45	-21	1	43	2,7	4,22	9,74	0,29	121,5	10	5	5	1,2	705,4	145,8	1905,0
		22	В	Сх	0,43	-21	1	43	1,5	1,1	1,65	2,30	163,2	10	5	0	1,15		187,7	
		22	ЗС	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	4,4	11,8 8	0,29	148,1	10	5	5	1,2		177,8	
		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	BC	-	0,60	20	1	2	2,7	1,2	3,24	1,67	10,8	0	0	0	1		10,8	
		22	CT	-	1,18	-21	1	43	-	-	18,0 3	0,85	659,0	0	0	0	1		659,0	
306	Ванна-кімната	25	ЗС	Сх	3,45	-21	1	46	2,7	1,56	4,21	0,29	56,2	10	5	0	1,15	275,4	64,6	629,9
		25	BC	-	0,60	20	1	5	2,5	1,56	3,90	1,67	32,6	0	0	0	1		32,6	
		25	CT	-	1,18	-21	1	46	-	-	6,58	0,85	257,3	0	0	0	1		257,3	
307	Спальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	7,65	19,0 1	0,29	226,0	0	5	5	1,1	1069,2	248,6	2986,9
		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	2,32	6,26	0,29	74,5	5	5	5	1,15		85,7	
		20	ЗС	Сх	3,45	-21	1	41	2,7	4,8	11,3 1	0,29	134,5	10	5	5	1,2		161,4	
		20	В	Сх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	10	5	0	1,15		178,9	
		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	
		20	П	-	3,70	5	1	15	2,7	5,65	15,2 6	0,27	61,8	0	0	0	1		61,8	
		20	CT	-	1,18	-21	1	41	-	-	28,6 6	0,85	998,8	0	0	0	1		998,8	
<b>11007,4</b>																				





## ДОДАТОК Д

Таблиця Д. Гідравлічний розрахунок системи тепlopостачання

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma\xi$	Pд	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	1564,4	0,036253
13	4529,25	194,7	7,7	20x2	0,27	70	889,0	9,5	36,5	346,3	1235,3	0,054087
14	6022,7	258,9	12,7	20x2	0,33	105	315,0	7	54,5	381,2	696,2	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	1329,5	0,290959
17	27194,5	1169,1	1,9	32x3	0,6	161	96,6	5	180,0	900,0	996,6	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
											22676,0	0
Відгалудження												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
22	1385,1	59,5	2,2	16x2	0,13	29	63,8	2	8,5	16,9	80,7	0,01654
23	1385,1	59,5	2,2	16x2	0,13	29	63,8	2	8,5	16,9	80,7	0,01654

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24	1996,2	85,8	7,2	16x2	0,22	75	540,0	6,5	24,2	157,3	697,3	0,023838
25	2819,1	121,2	8,1	16x2	0,28	120	972,0	5	39,2	196,0	1168,0	0,033665
26	3677,2	158,1	7	16x2	0,39	205	1435,0	9,5	76,1	722,5	2157,5	0,043912
											8207,0	0
Відгалудження												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	2018,8	86,8	6,4	16x2	0,22	75	480,0	11,5	24,2	278,3	758,3	0,024108
32	2018,8	86,8	6,4	16x2	0,22	75	480,0	11,5	24,2	278,3	758,3	0,024108
33	2507,7	107,8	2,7	16x2	0,26	101	272,7	3,5	33,8	118,3	391,0	0,029946
34	7507,7	322,8	1,9	20x2	0,45	176	334,4	11,5	101,3	1164,4	1498,8	0,089655
35	8349,4	358,9	4,6	20x2	0,5	212	975,2	3,5	125,0	437,5	1412,7	0,099706
36	10288,2	442,3	4,6	26x3	0,38	101	464,6	5	72,2	361,0	825,6	0,122859
											8694,8	0
Відгалудження												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
Відгалудження												0
43	3699,3	159,0	12,6	16x2	0,39	205	2583,0	3,5	76,1	266,2	2849,2	0,044176



Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
44	3699,3	159,0	12,6	16x2	0,39	205	2583,0	3,5	76,1	266,2	2849,2	0,044176
											5698,4	0
Відгалудження												0
45	2829,6	121,6	12,6	16x2	0,3	130	1638,0	3,5	45,0	157,5	1795,5	0,03379
46	2829,6	121,6	12,6	16x2	0,3	130	1638,0	3,5	45,0	157,5	1795,5	0,03379
											3591,0	0

## ДОДАТОК Е

## Технічні характеристики геліоколектора Vitosol 200 D30

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

" по отношению к поверхности абсорбера

Табл. 1. Сравнительные значения (определенные согласно EN 12975)

## ДОДАТОК Ж

## Технічні характеристики тепловентилятора Луч-5к

Продуктивність, м <sup>3</sup> /год	Потужність, кВт	Напруга, В	Размір, мм	Маса, кг
400	5	220	420x300x400	6

Тепловентилятор призначений для обігріву і сушки приміщень. 1 кВт обігрівача обігріває 25-30 м<sup>3</sup> приміщення до температури 20 градусів. Перепад температур вхідного і вихідного повітря становить 70 градусів. Один пристрій може обігріти приблизно від 20 до 450 м<sup>2</sup> площі (при висоті 3 м).

Тепловентилятор використовується для:

1. Опалення промислових і складських приміщень, торгових залів, теплиць і т.п.
2. Сушки штукатурки, виробів з бетону, лісу, автомобілів, зерна і т.д.
3. Обігріву кабінетів, кімнат, офісів, павільйонів.

Складається з наступних складових частин: корпусу, блоку нагрівачів, вентилятора, пускорегулювальної апаратури.

Принцип дії - обдув нагрівальних елементів обігрівача.

Тип споживання енергії - електричний.

Режим роботи - довготривалий.

## ДОДАТОК К

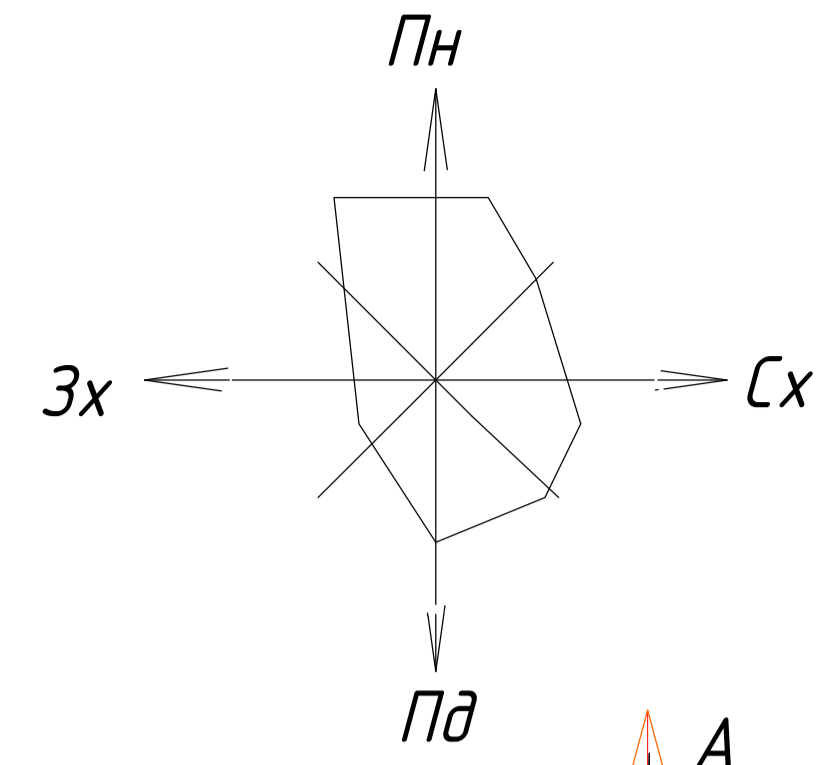
## Технічні характеристики теплового насоса Vitocal 300 BW 232

Масса	кг	105	110	120	140	160	165
<b>Тепловой насос Vitocal 300 в рассольно-водяной модификации (двухступенчатый)</b>							
<b>Vitocal 300 (двухступенчатый)</b>	<b>тип</b>	<b>BW 212</b>	<b>BW 216</b>	<b>BW 220</b>	<b>BW 226</b>	<b>BW 232</b>	
<b>Технические характеристики</b>							
Номинальная теплопроизводительность	кВт	12,8	16,6	21,6	28,0	32,6	
Рабочая точка В0/W35*1 по EN 255							
Холодопроизводительность	кВт	10,0	13,0	16,8	22,0	25,4	
Потребляемая электрическая мощность*2	кВт	2,8	3,6	4,8	6,1	7,2	
Коэффициент мощности ε (COP)		4,56	4,60	4,49	4,57	4,51	
<b>Рассольный контур (первичный)</b>							
*1 Рабочая точка: В0 = входная температура рассола 0 °С/W35 = выходная температура теплоносителя 35 °С. Другие рабочие точки см. на диаграммах рабочих характеристик.							
*2 При указанной в данной таблице рабочей точке.							
*3 Обязательно соблюдать минимальный расход.							
*4 С ограничителем пускового тока.							
4	<b>VIEMANN</b>					<b>VITOCAL 300/350</b>	

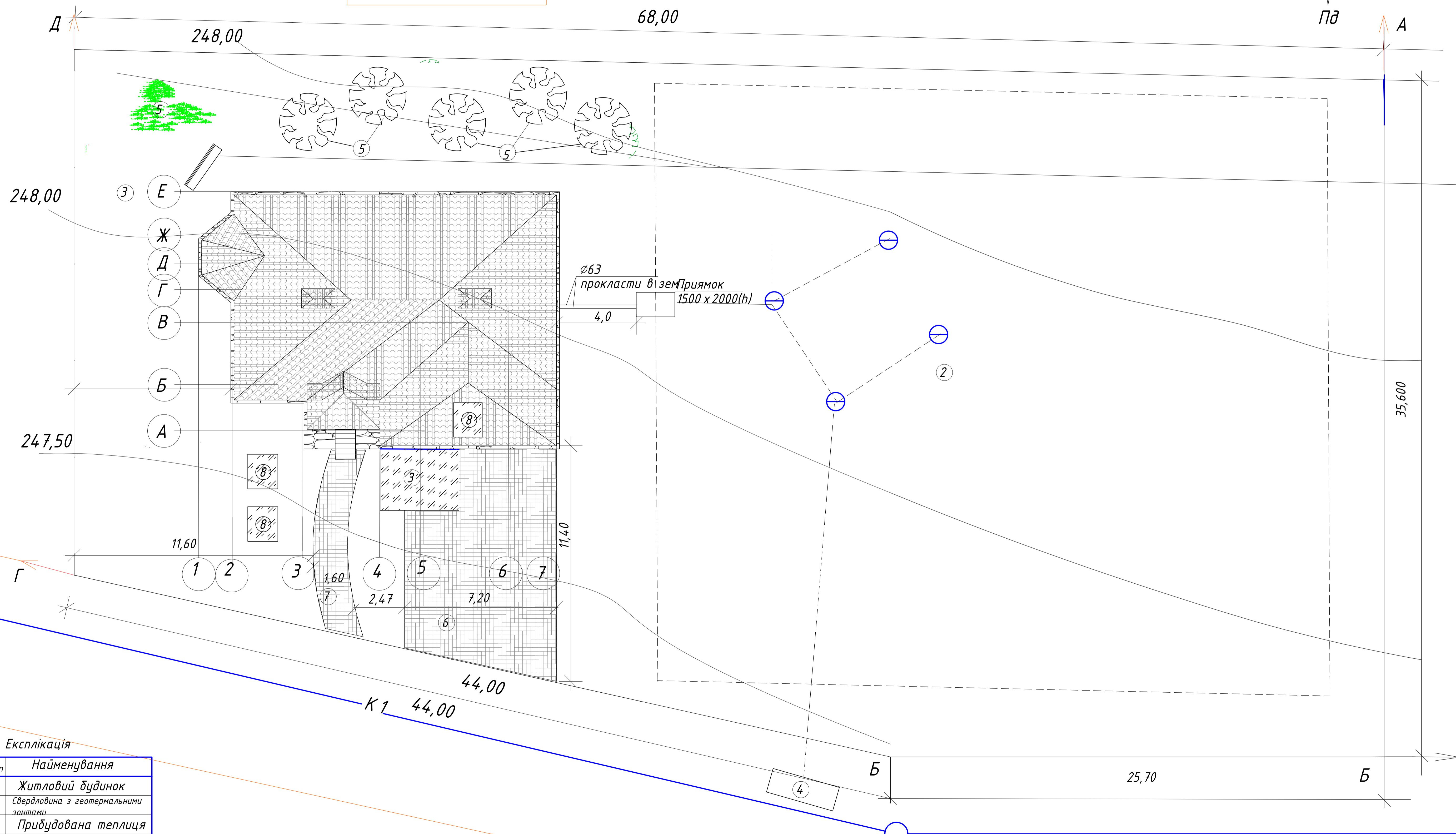
5829 119-5 GUS

<b>Технические данные теплового насоса Vitocal 350/350 (продолжение)</b>							
<b>Vitocal 300 (двухступенчатый)</b>	<b>тип</b>	<b>BW 212</b>	<b>BW 216</b>	<b>BW 220</b>	<b>BW 226</b>	<b>BW 232</b>	
Объем	л	4,6	5,6	7,4	9,4	9,4	
Минимальный расход*1	л/ч	3200	4200	5400	7200	7800	
Гидродинамическое сопротивление	мбар	100	100	100	100	120	
Макс. температура на входе	°С	25	25	25	25	25	
Мин. температура на входе	°С	-5	-5	-5	-5	-5	
<b>Греющий контур (вторичный)</b>							
Объем	л	3,2	4,4	5,4	6,6	6,6	
Минимальный расход*1	л/ч	1100	1400	1900	2400	2800	
Гидродинамическое сопротивление	мбар	100	100	100	100	130	
Макс. температура подачи	°С	55	55	55	55	55	
<b>Электрические параметры теплового насоса</b>							
Номинальное напряжение		3/Н/РЕ 400 В~/50 Гц					
Макс. номинальный ток	А	9,6	13,2	15,8	20,0	26,6	
Пусковой ток (для каждого компрессора)	А	27	14*2	20*2	23*2	26*2	
Пусковой ток (для каждого компрессора) (с заблокированным ротором)	А	31,0	43,5	51,0	59,5	70,5	
Предохранитель (инерционно-плавкий)	А	3 × 16	3 × 20	3 × 20	3 × 35	3 × 35	
Степень защиты		IP 20					
Номинальное напряжение цепи тока управления		230 В~/50 Гц					
Предохранитель (внутренний)		Т 6,3 А Н					
<b>Холодильный контур</b>							
Рабочее тело		R 407 C					
Количество заполняющей воды	кг	2 × 1,9	2 × 2,2	2 × 2,6	2 × 3,1	2 × 3,4	
Компрессор	тип	2 компрессора Scroll Vollhermetik					
<b>Размеры</b>							
Общая длина	мм	650	650	650	650	650	
Общая ширина	мм	780	780	780	780	780	
Общая высота	мм	1245	1245	1245	1245	1245	

# Генплан (М 1:100)



Сусідній будинок



Експлікація

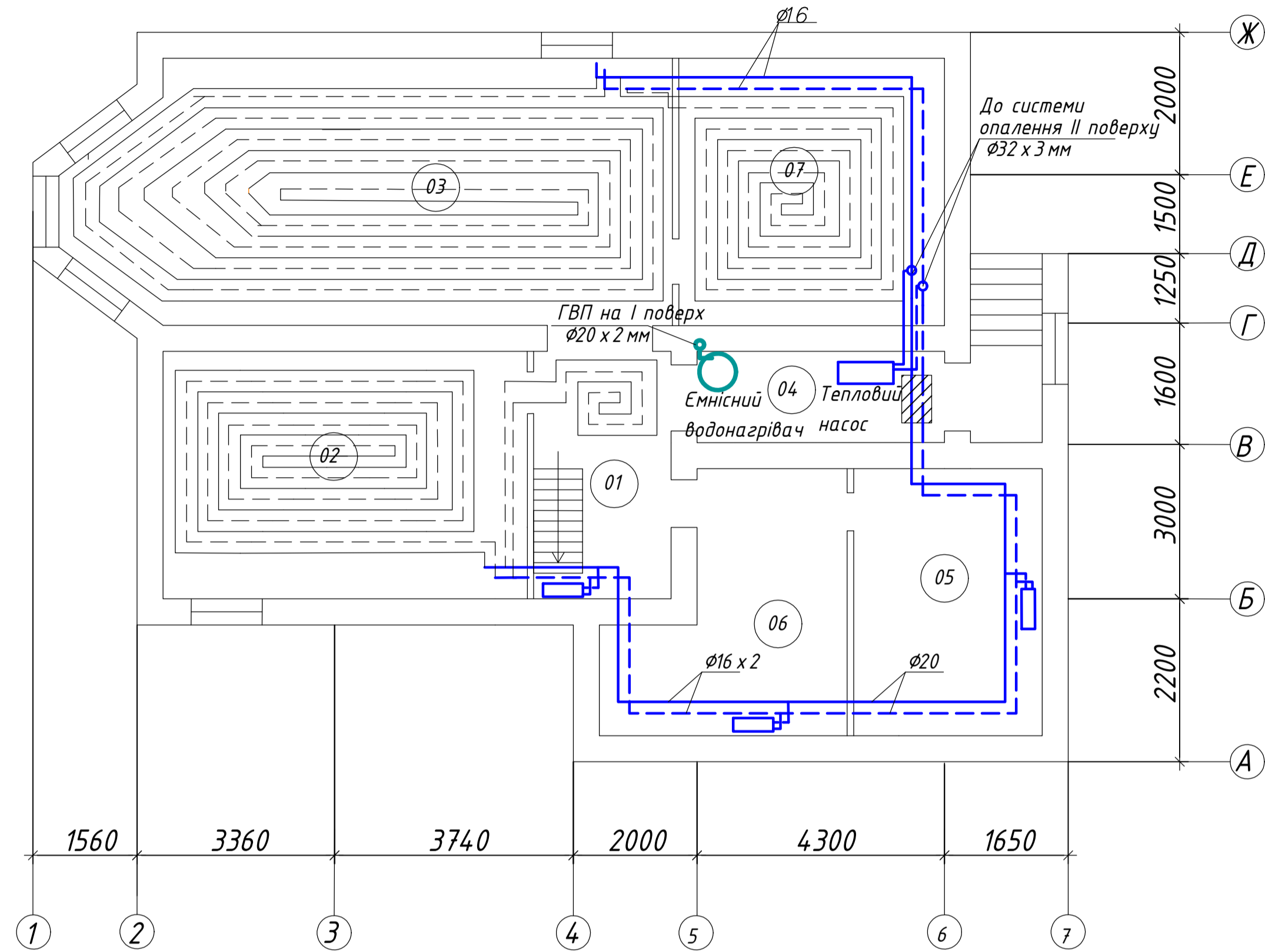
№ п/п	Найменування
1	Житловий будинок
2	Свердловина з геотермальними зонтами
3	Прибудована теплиця
4	Теплообмінник стічних вод
5	Насадження дерев
6	Проїзд до гаража
7	Пішохідна доріжка
8	Сонячні колектори

Сусідній будинок

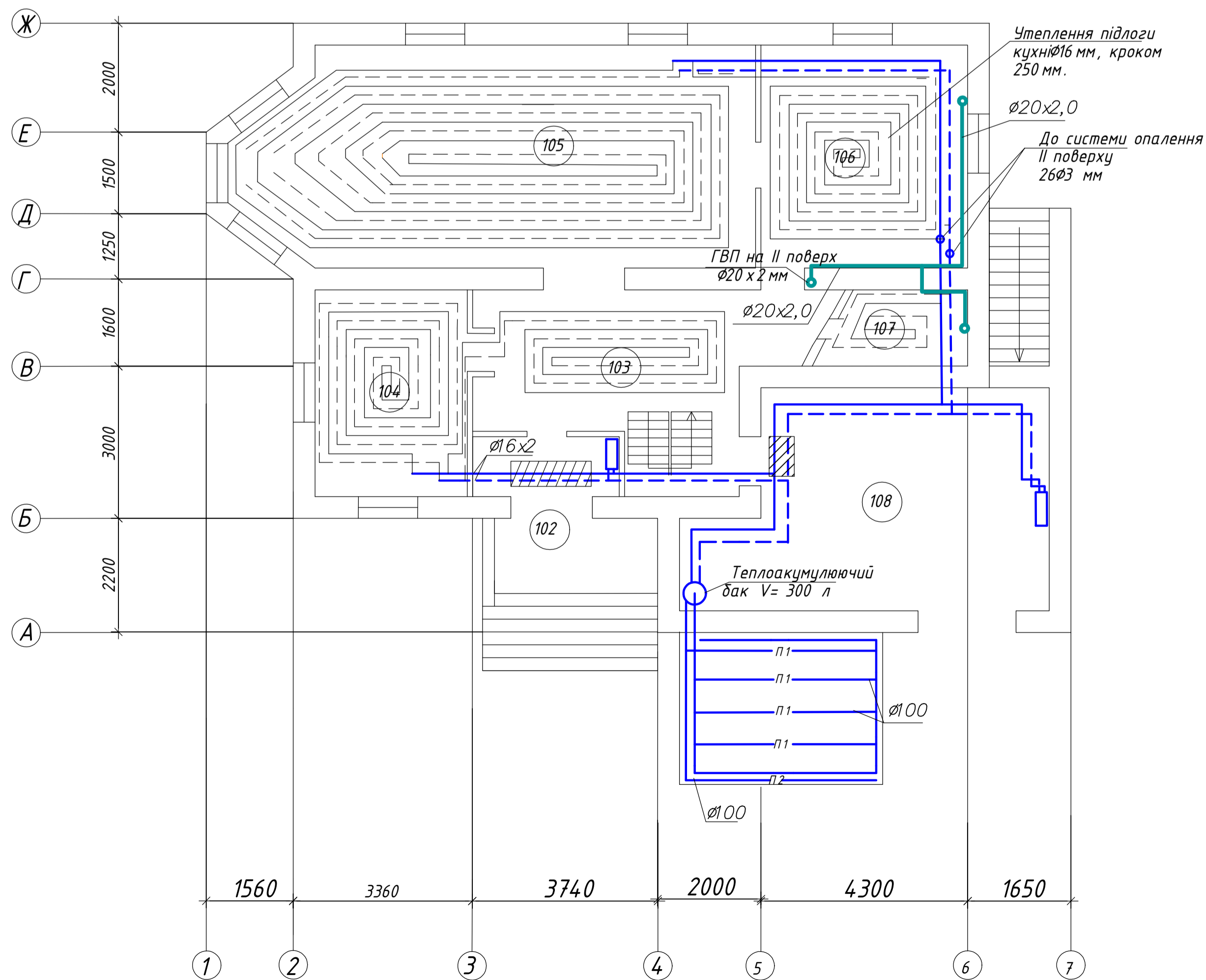
08-12.МКР.113.01.000 ОВ			
Одвернуття ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання			
Змін	Кіл. ч	Аркш.	№ док.
Розробив	Гулько С.В.		
Перевірив	Коц І.В.		
Т. контр.			
ОпONENT	Христов О.В.		
Н. контр.	Паньков О.А.		
Затвердив	Ратушняк Г.С.		
Генплан		МКР	1 16
Генплан з нанесенням ділянки зі свердловинами		ВНТУ ТГ-20 М	

Погоджено  
Інв. № 09. Підпис і дата. Зам. інв. №

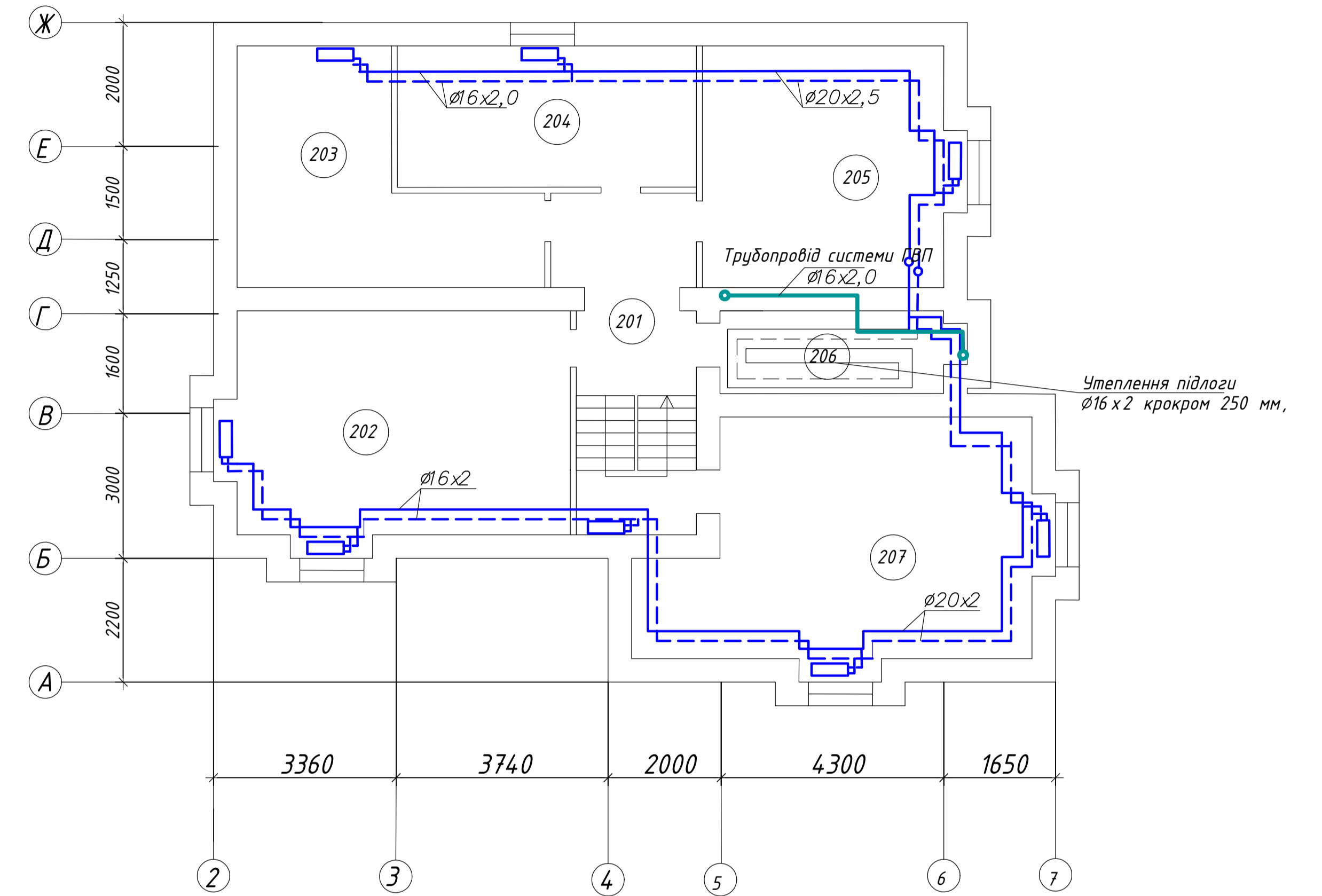
План системи опалення цокольного поверху



План системи опалення I поверху



План системи опалення II поверху



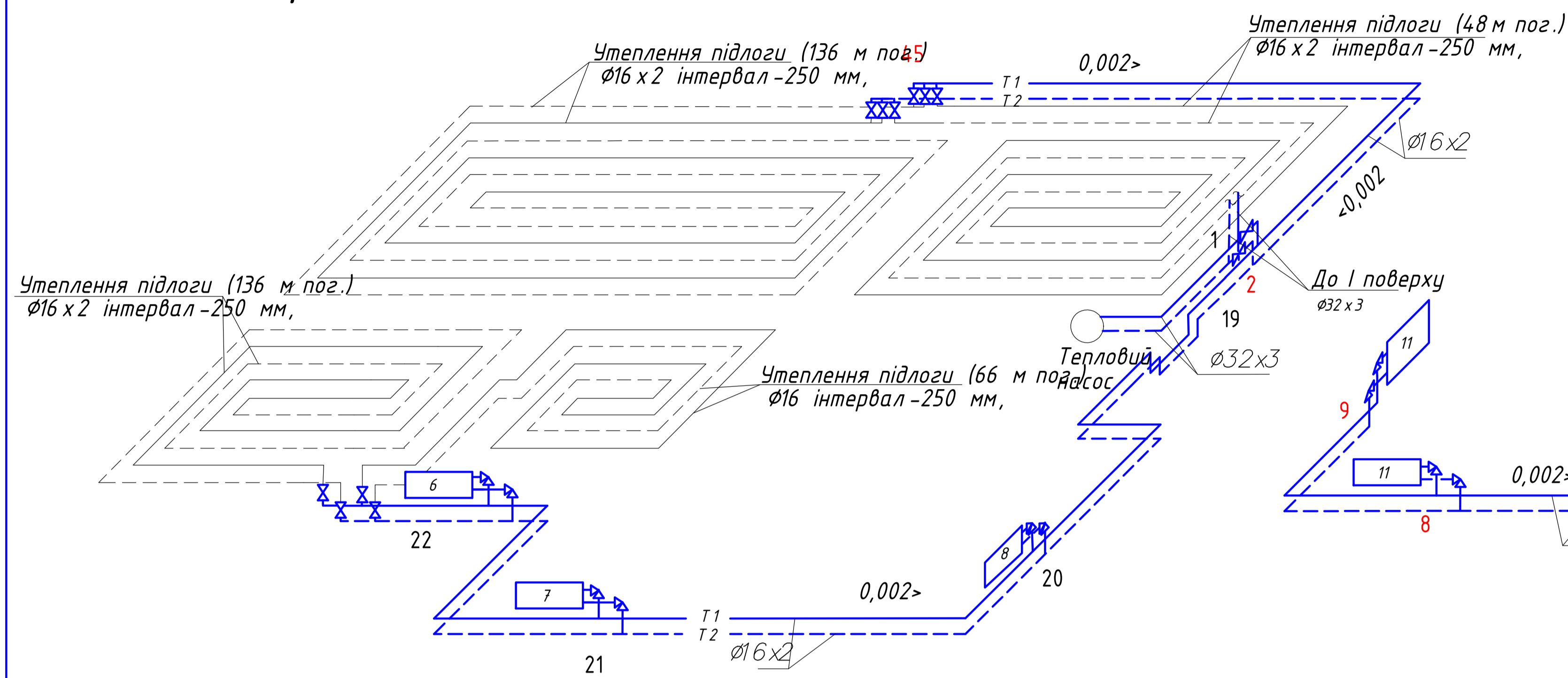
Експлікація приміщень

№ п/п	Найменування приміщення	Площа м <sup>2</sup>	Тепловтрати, Вт
<b>Цокольний поверх</b>			
01	хол	9,81	611,1
02	Більярдна	22,35	1385,1
03	Тринажерна зала	39,14	1938,0
04	Котельня	5,62	150,8
05	Технічне приміщення	13,52	868,1
06	Технічне приміщення	12,37	822,9
07	Роздягальня	15,86	890,8
<b>I поверх</b>			
101	Крильце	4,97	----
102	Тамбур	3,23	488,9
103	Хол	18,39	1061,5
104	Вітальня	11,23	957,3
105	Вітальня-столова	39,14	2747,8
106	Кухня	17,04	951,5
107	Ванна кімната	5,45	841,7
108	Гараж	26,97	1938,8
109	Прибудована теплиця	12,4	5006
<b>II поверх</b>			
201	Хол	6,78	497,4
202	Спальня	24,04	2538,4
203	Гардеробна	15,23	913,9
204	Дитяча кімната	15,34	1535,8
205	Дитяча кімната	18,03	1905,0
206	Ванна кімната	6,58	629,9
207	Спальня	28,66	2986,9

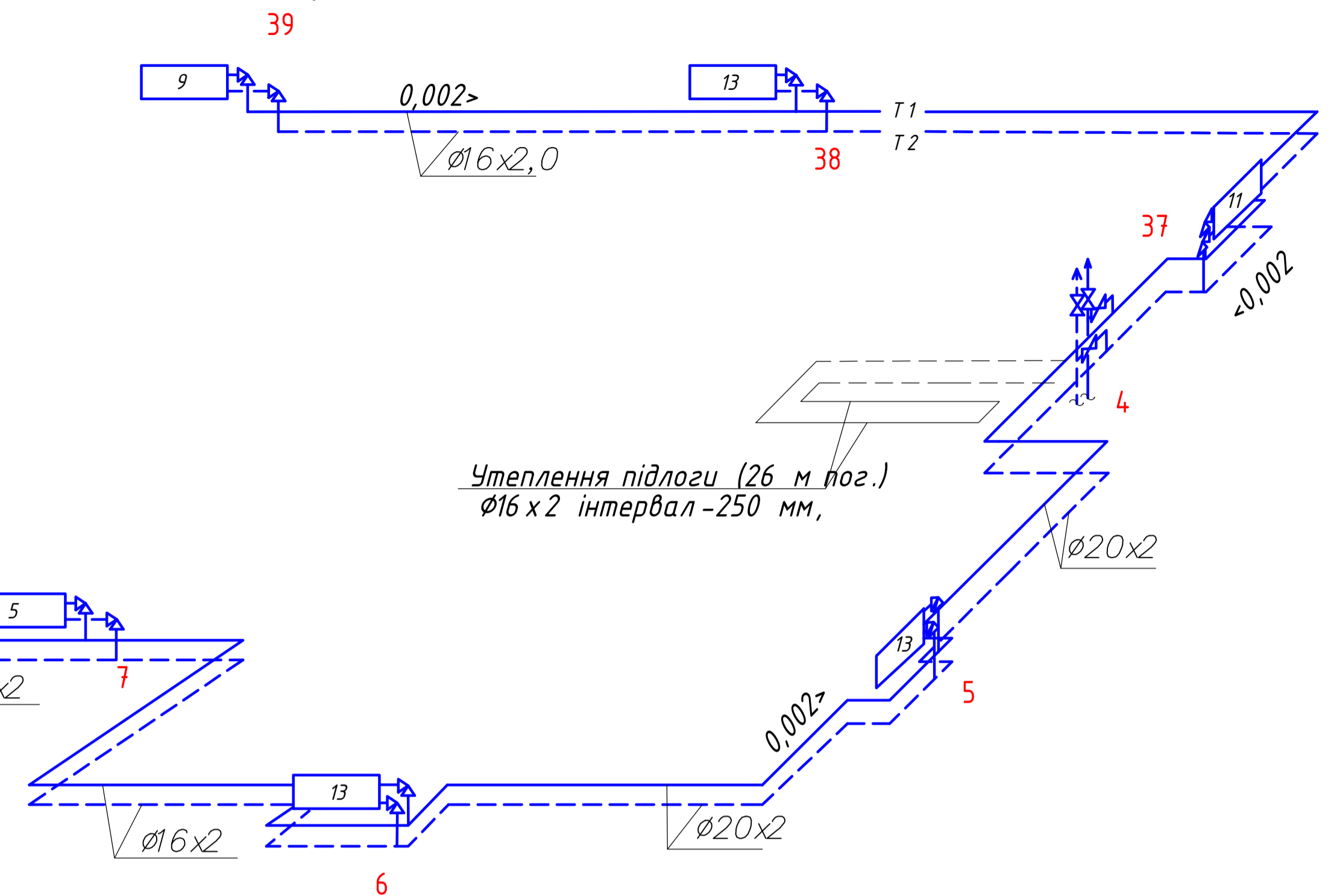
<b>08-12. МКР.113.02.000 ОВ</b>			
Об'єктування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання			
Змія/Кл.уч.Аркш/№ док.Підп./Дата	Розробив/Гулько С.В.	Перевірив/Коц І.В.	Стадія/Аркш/Аркшів
Т.контр			МКР/2/16
ОпONENT/Кристин О.В.	Плани цокольного поверху, I і II поверхів з нанесенням систем опалення		ВНТУ ТГ-20 М
Н.контр/Ткачович О.Д.			
Затвердив/Каткович Г.С.			

Соголасовано  
Інд. № побл.Побл. и дата.Вазм. инв. №

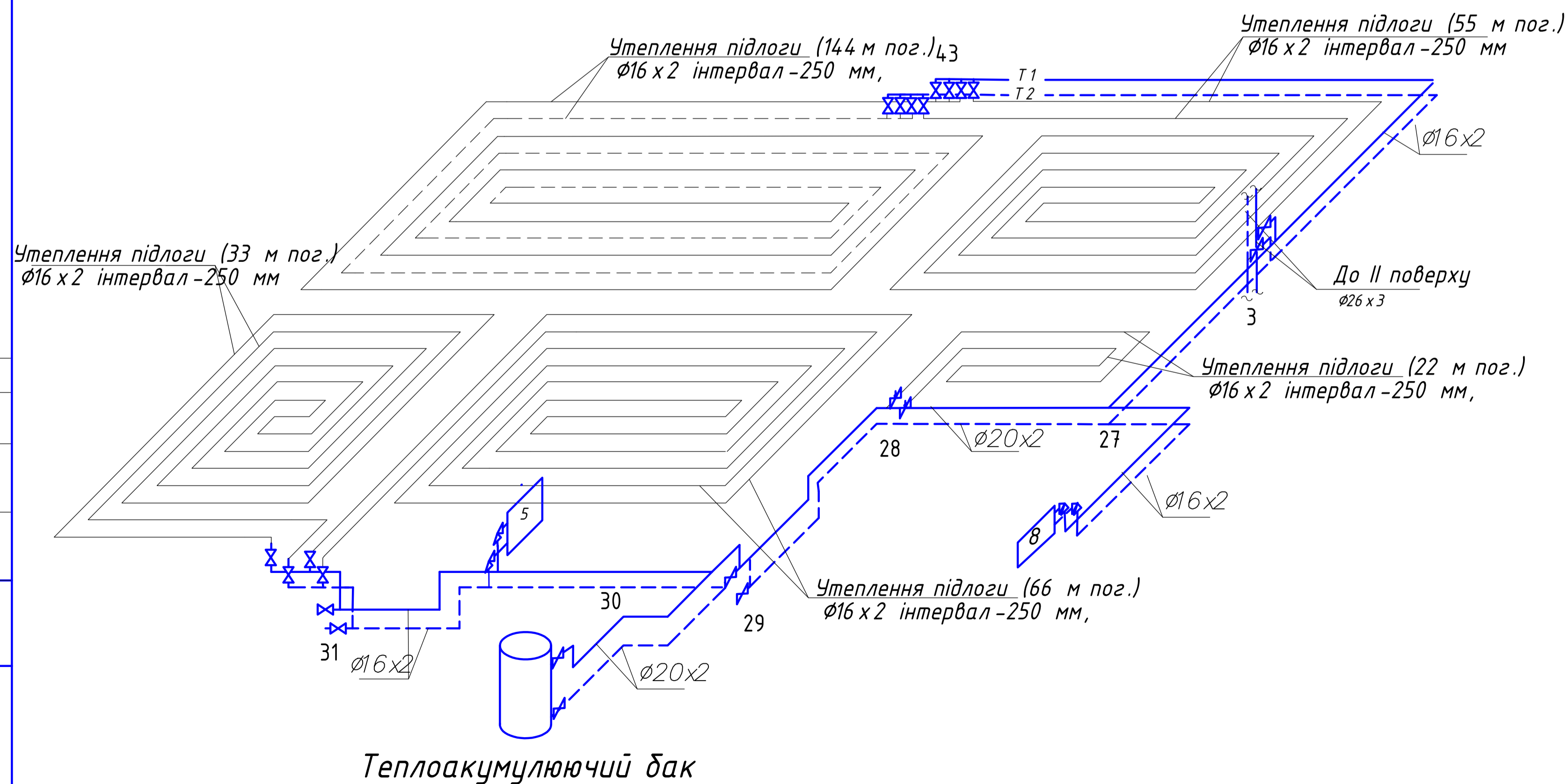
### Аксонетрична схема системи опалення цокольної частини



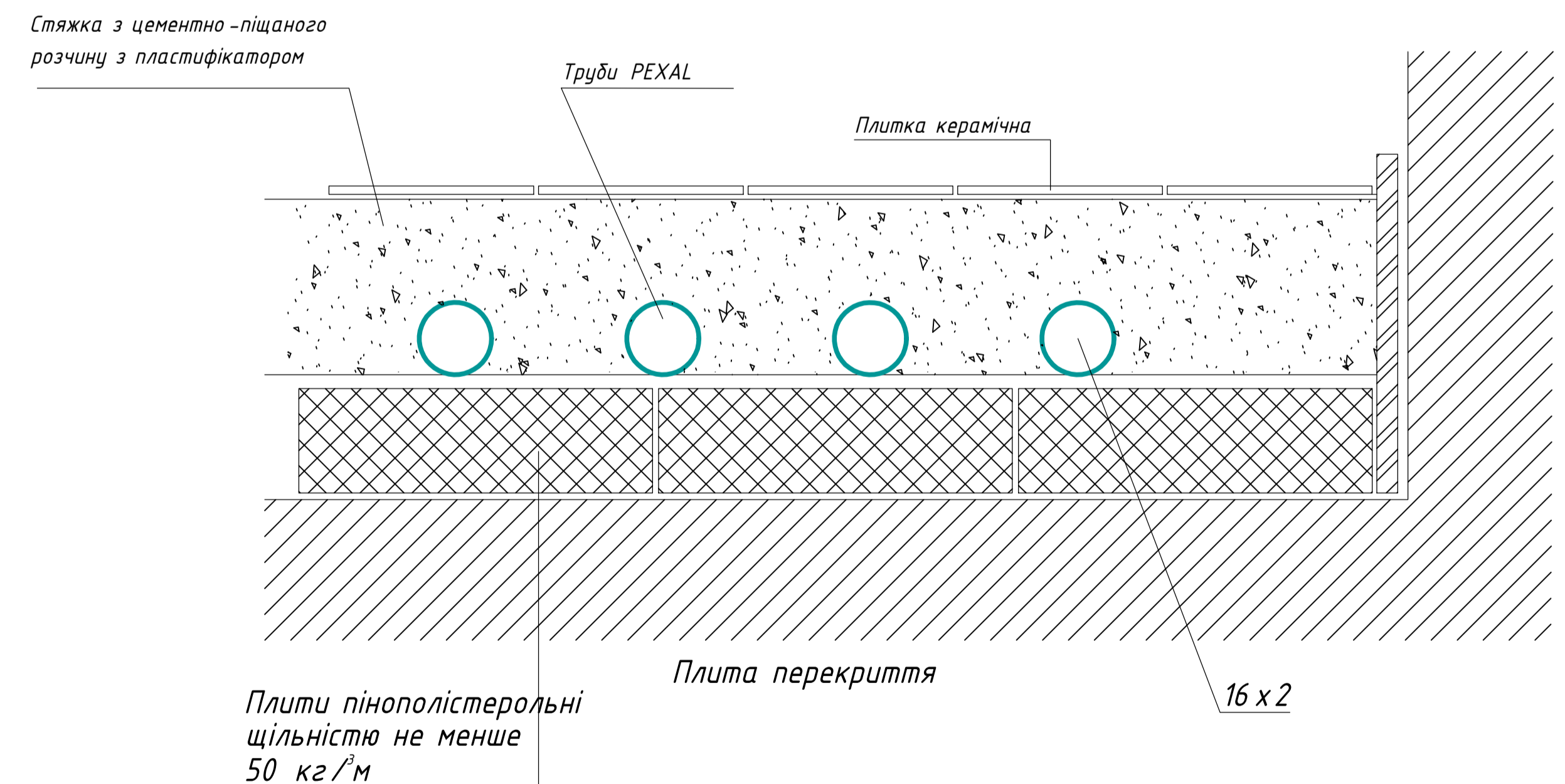
### Аксонетрична схема системи опалення II поверху



### Аксонетрична схема системи опалення I поверху



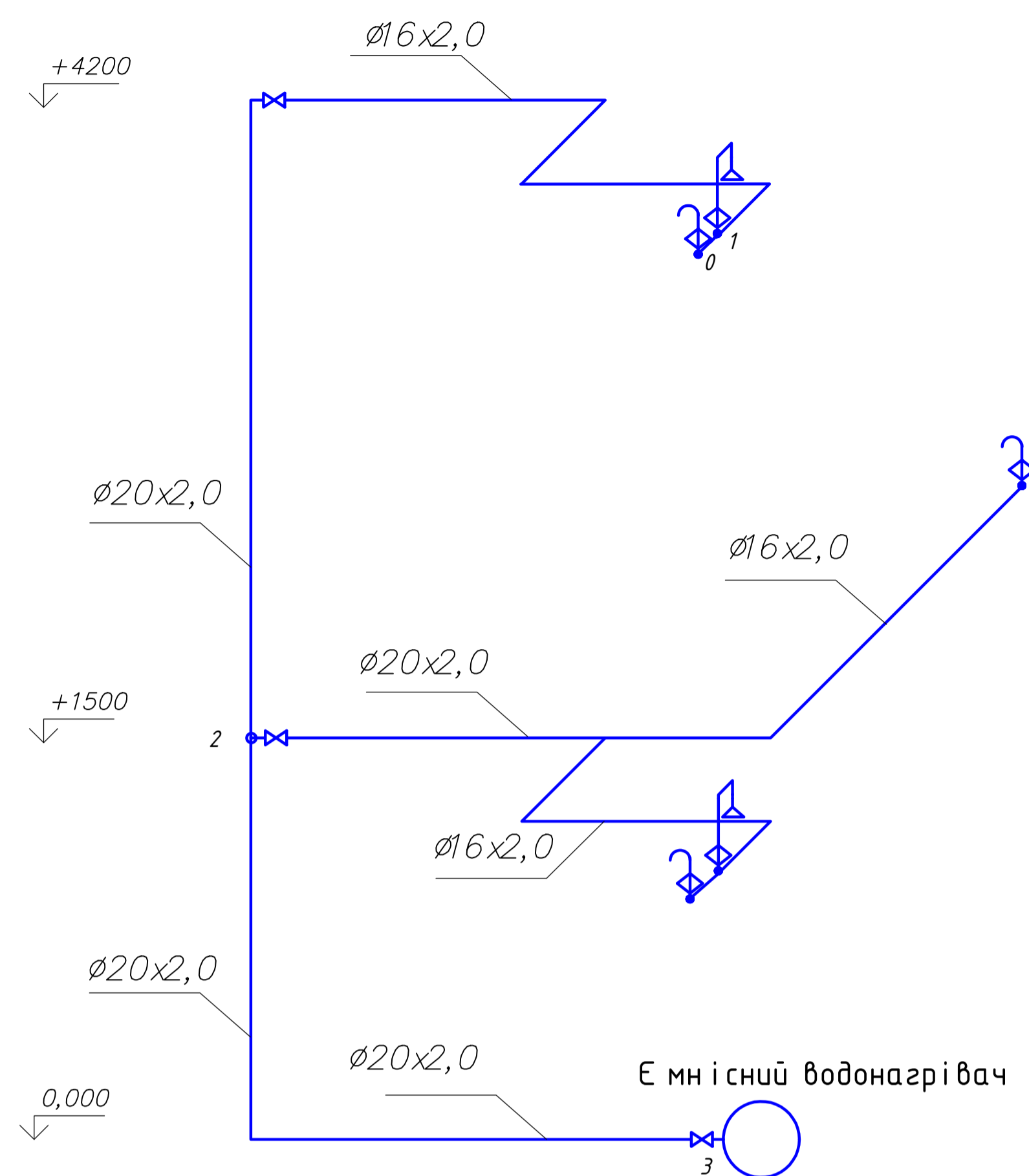
### Прокладання опалення в підлозі



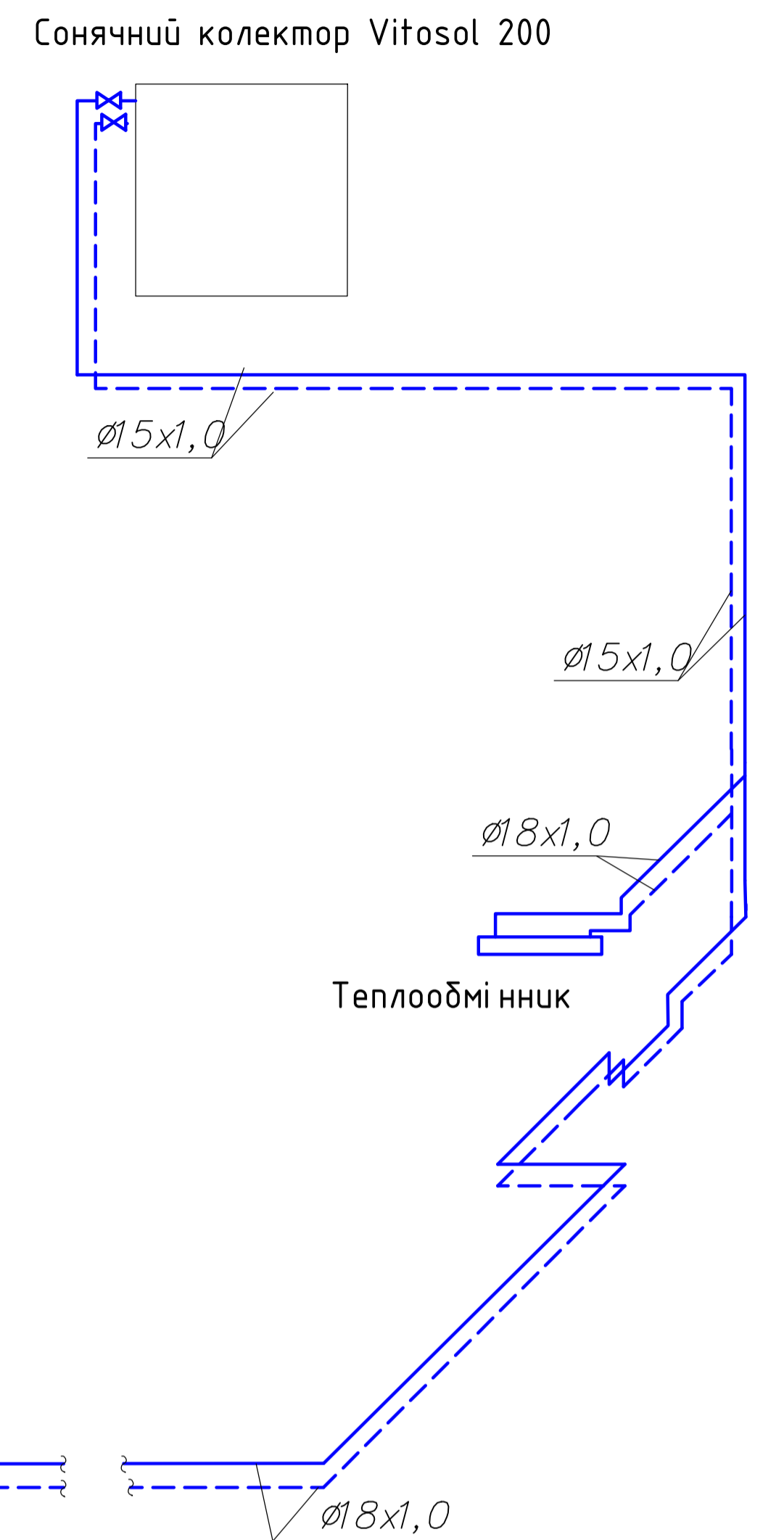
Соголасовано  
Інд. № побіл. Подп. и дата Взам. инв. №

08-12. МКР.113.03.000 ОВ			
Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплопостачання			
Змін	Кіл. ч.	Аркш.	№ док. Підп.
Розробив	Гулько С.В.		
Перевірив	Коц І.В.		
Т. контр.			
ОпONENT	Христин О.В.		
Н. контр.	Розкобач О.Д.		
Затвердив	Розкобач О.Д.		
Система опалення		Стадія	Аркш.
Аксонетричні схеми систем опалення		МКР	3
		Аркш.	16
		ВНТУ, гр. ТГ -20 М	

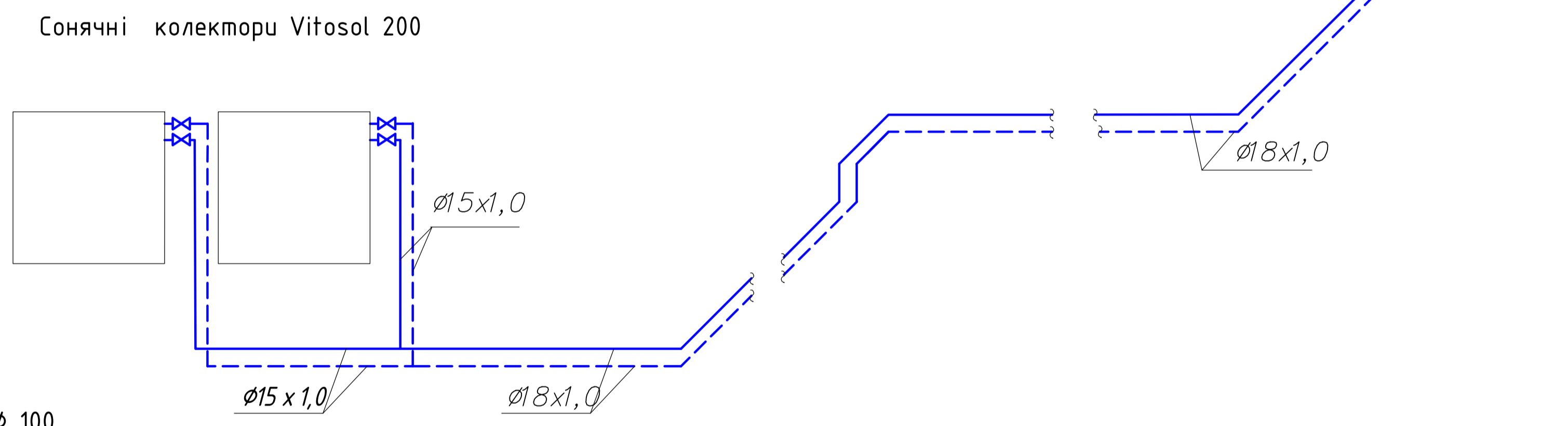
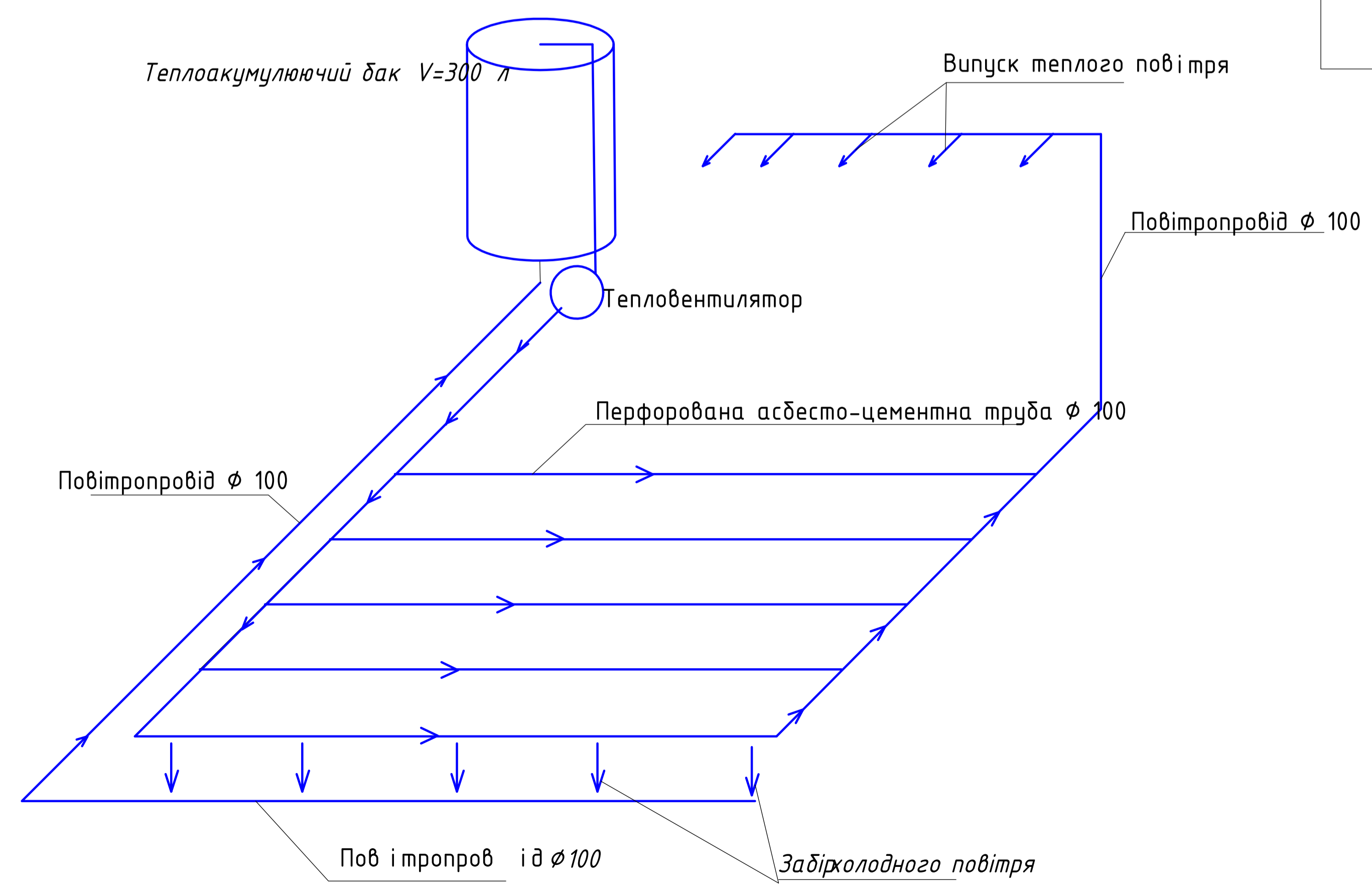
### Аксометрична схема системи гарячого водопостачання



### Аксометрична схема контуру сонячних колекторів



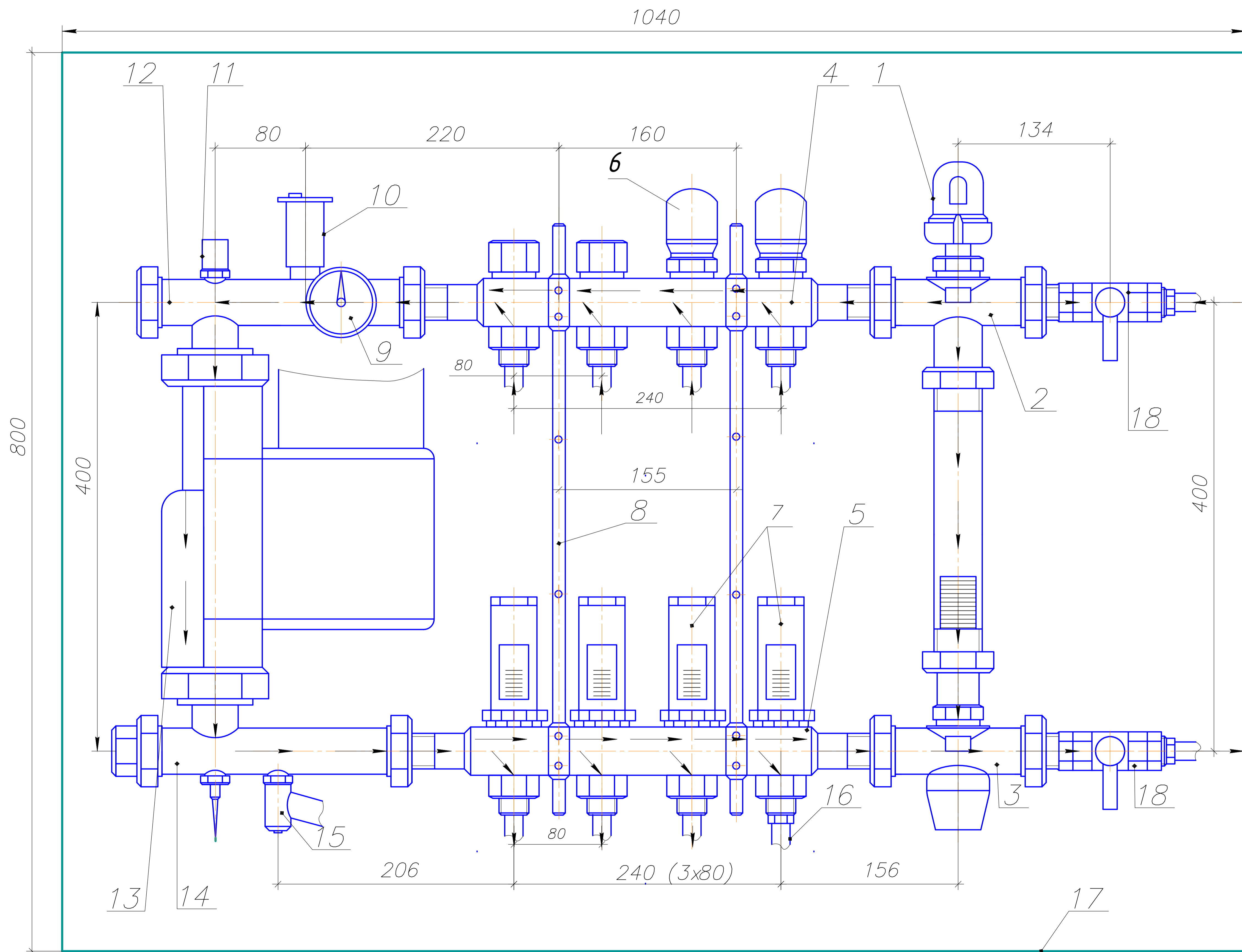
### Аксометрична схема системи опалення теплиці



		<b>08-12. МКР.113.04.000 ОВ</b>	
<i>Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплопостачання</i>			
Змія	Кл. уч.	Архив	№ док. Підп.
Розробив	Гулько С.В.		
Перевірив	Коц І.В.		
Т. контр.			
ОпONENT	Христин О.В.		
Н. контр.	Лажевич О.Д.		
Затвердив	Козубчик Г.С.		
		Система опалення та гарячого водопостачання	Стадія
		МКР	Архив
		4	Архив
		16	
		Аксометричні схеми ГВП, повітряного опалення теплиці та контуру сонячних колекторів	
		ВНТУ, гр.ТГ-20 М	

Соголасовано  
Унів. № побіл. Подп. и дата Взам. инв. №



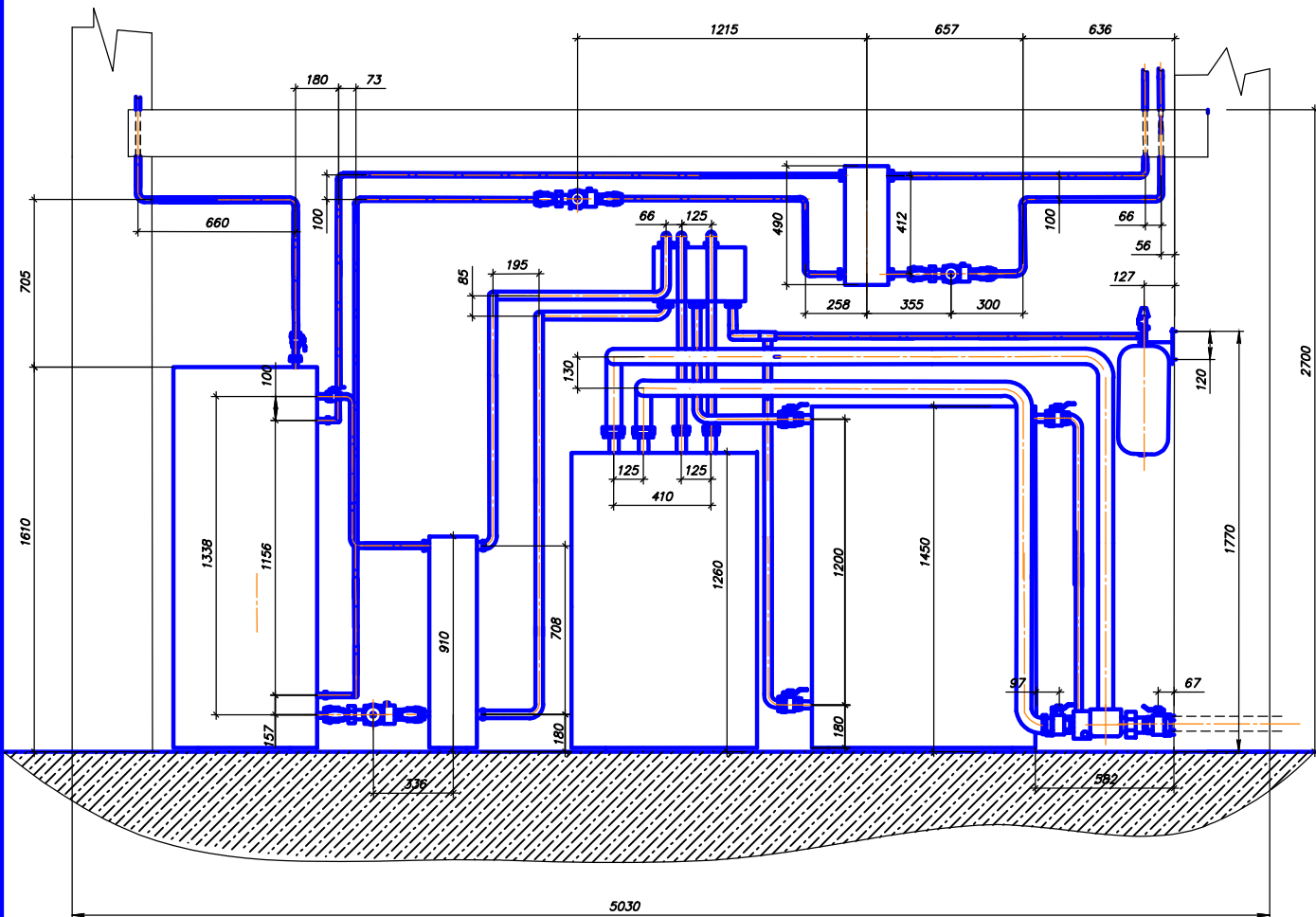
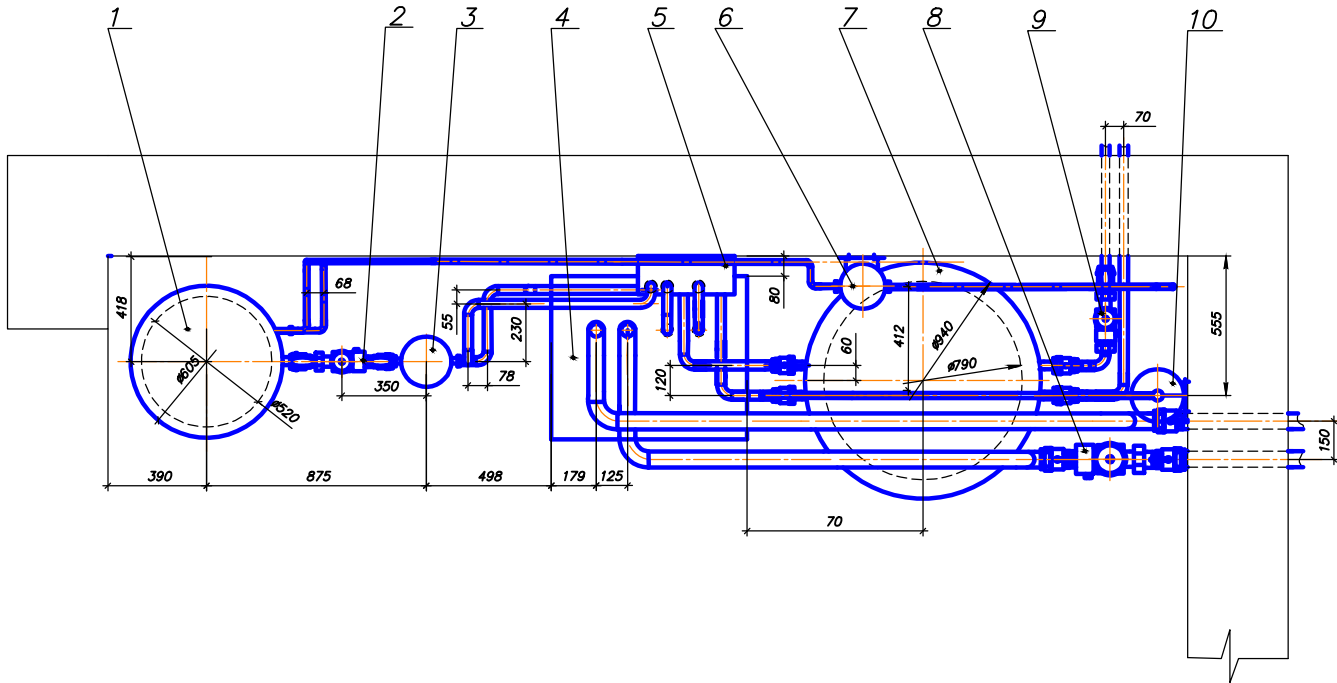


- Специфікація**
1. Термостатична головка ;
  2. Зонний 3-х ходовий вентилі ;
  3. Клапан змішувальний ;
  4. Зворотній колектор системи теплої підлоги ;
  5. Подаючий колектор систем тепла підлога ;
  6. Сервопривід ;
  7. Витратомір ;
  8. Кронштейн ;
  9. Термометр ;
  10. Автоматичний повітровідвідник ;
  11. Заповіжний термостат ;
  12. Змішувальний зворотній колектор ;
  13. Насос Grundfos ;
  14. Змішувальний подаючий колектор ;
  15. Зливний клан ;
  16. Металопластикова туба ;
  17. Колекторна шафа ;
  18. Кран кульбовий запірний .

Согласовано  
Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

<b>08-12. МКР.113.05.000 ОВ</b>				
Обґрунтування ефективного технологічне устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплоснабження				
Змін. Кіл. уч.	Аркш. № док.	Підп.	Дата	
Розробив	Гуцько С.В.			
Перевірив	Коц І.В.			
Т контр				
Опонент	Ористич О.В.			
Н контр	Панкевич О.Д.			
Затвердив	Ратушняк Г.С.			
<b>Система опалення</b>			Стадія	Аркш
			МКР	5
<b>Колекторна система теплої підлоги</b>				Аркшів
				16
			ВНТУ, гр. ТГ -20 М	

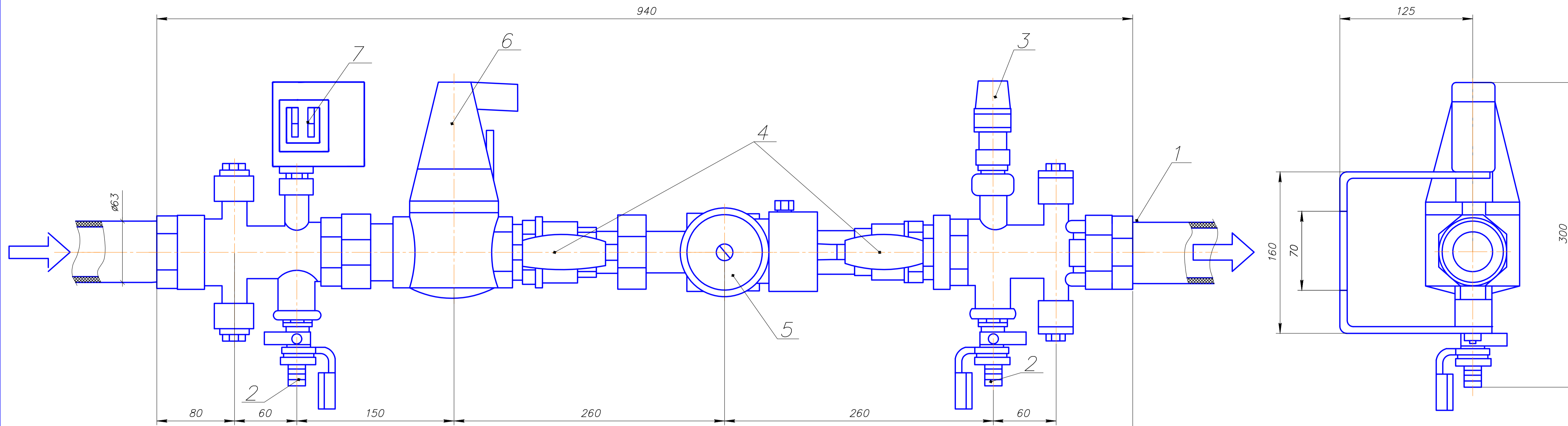
M 1:10



08-12.МКР.113.06.000.0В  
 08-12.МКР.113.06.000.0В  
 08-12.МКР.113.06.000.0В  
 08-12.МКР.113.06.000.0В

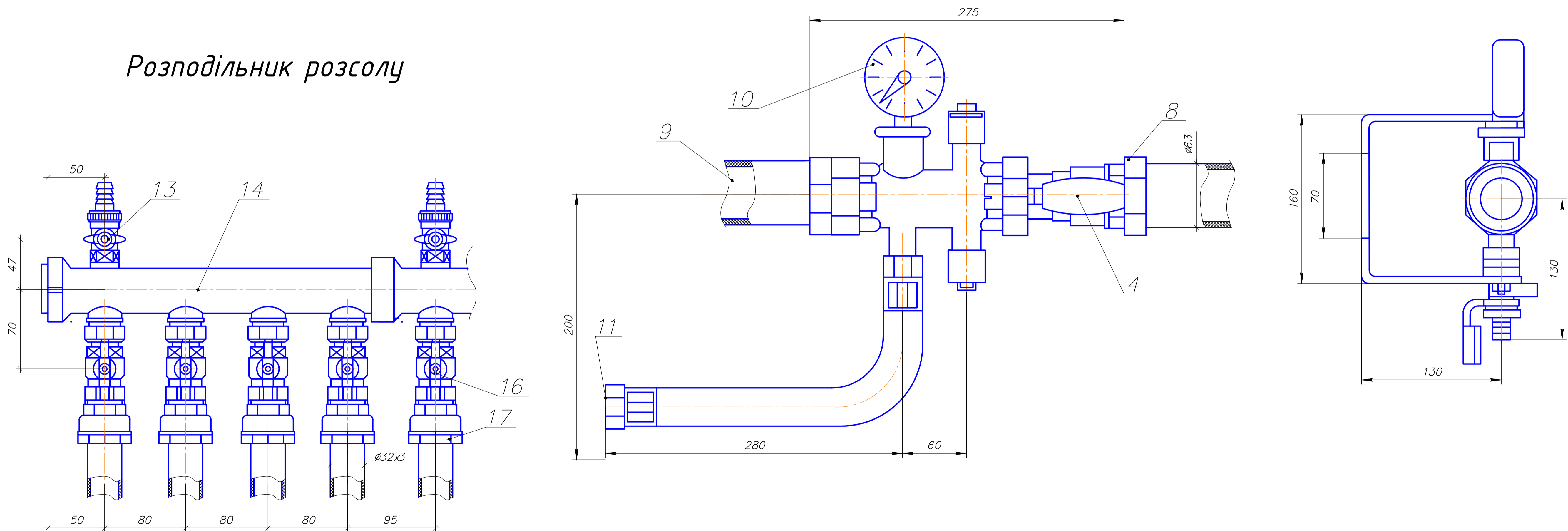
08-12.МКР.113.06.000.0В				Узгодження ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплогосподарства	
Замовник	Львівська обл.	Місто	Львів	Статус	Активний
Проектант	Коч. І.В.	Система опалення та гарячої водопостачання	МКР	6	16
Т.контр.			08В 'язка обладнання котельні		
Т.контр.	Хмельницький	Хмельницький	ВНТУ, гр. ТГ -20 М		
Т.контр.	Львівська обл.	Львівська обл.			

### Подаюча магістраль до теплового насосу



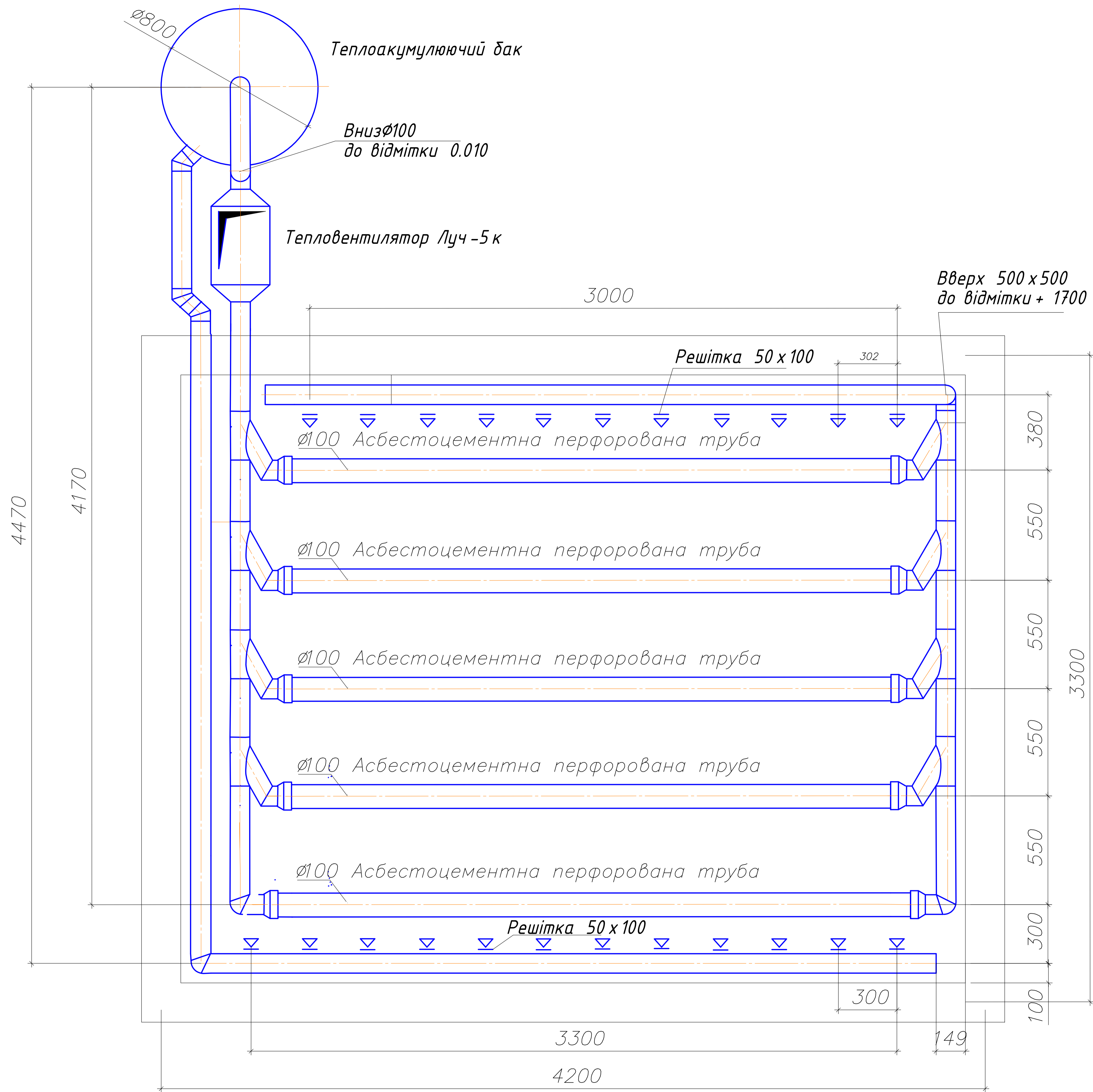
### Зворотня магістраль від теплового насосу

### Розподільник розсолу



08-12. МКР.113.07.000 ОВ			
Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання			
Змія. Кл. уч. Аркш. № док. Підп. Дата	Розробив Гулько С.В.	Стадія	Аркш. Аркшів
Перевірив Коц І.В.	Система опалення	МКР	7 16
Т. контр.			
ОпONENT Христин О.В.	Елементи підключення розсолного контуру	ВНТУ, гр. ТГ -20 М	
Н. контр. Лажкевич О.В.			
Затвердив Ратушняк Т.Г.			

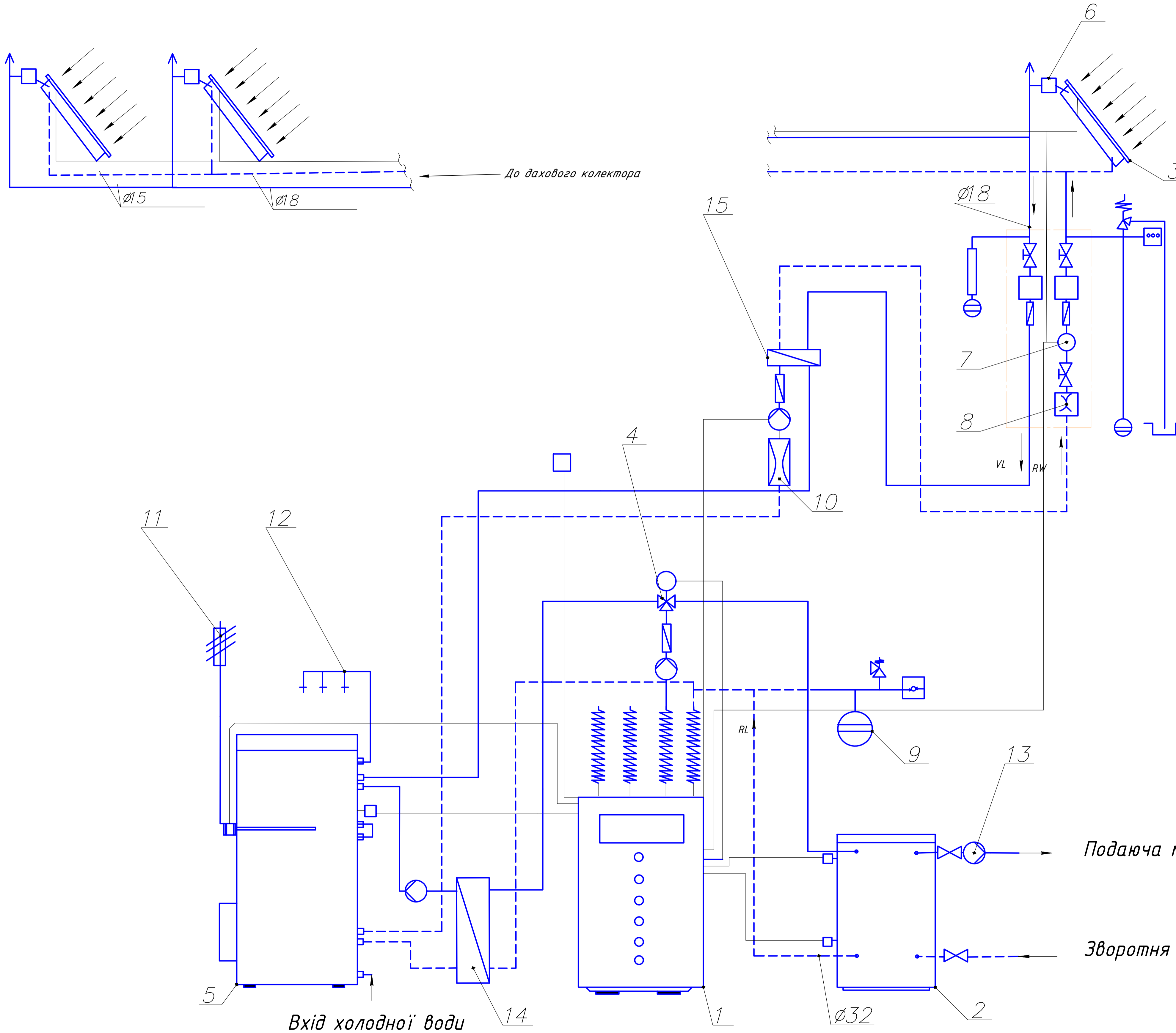
Соголасовано  
Унів. № поділ. Подп. и дата. Взам. инв. №



				<b>08-12. МКР .113.08.000 ОВ</b>	
				Обґрунтування ефективного технологічне устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплоснабження	
Змінки:	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія
Розробив	Гунько С.В.				Аркш.
Перевірив	Коц І.В.				Аркшів
Т. контр.					МКР
ОпONENT	Христин О.В.				8
Н. контр.	Лажевич О.Д.				16
Затвердив	Ратушняк Г.С.				ВНТУ ТГ -20 М

Погоджено  
Інв. № оп. Підпис і дата  
Зам. інв. №

## Тепломеханічна схема системи опалення та ГВП



### СПЕЦИФІКАЦІЯ:

- 1- Тепловий насос Vitocal 300 BW232 (Q=32,6 кВт);
- 2- Буферна ємність гріючого контуру Vitocell 050 (V=600 л);
- 3- Сонячний колектор Vitosol 200 D30;
- 4- 3- х ходовий переключачий клапан опалення/приготування гарячої води;
- 5- Ємнісний водонагрівач Vitocell B-300(V=300 л);
- 6- Датчик температури колектора;
- 7- Циркуляційний насос контуру сонячної установки Grundfos;
- 8- Обмежувач об'ємних витрат контуру СК;
- 9- Розширювальний бак;
- 10- Обмежувач об'ємних витрат;
- 11- Електронагрівача вставка ЕСНО;
- 12- Вихід гарячої води до споживача;
- 13- Циркуляційний насос системи опалення Wilo-TOP-S 30/7;
- 14- Проточний теплообмінник Vitotrans 100;
- 15- Проточний теплообмінник контуру сонячних колекторів.

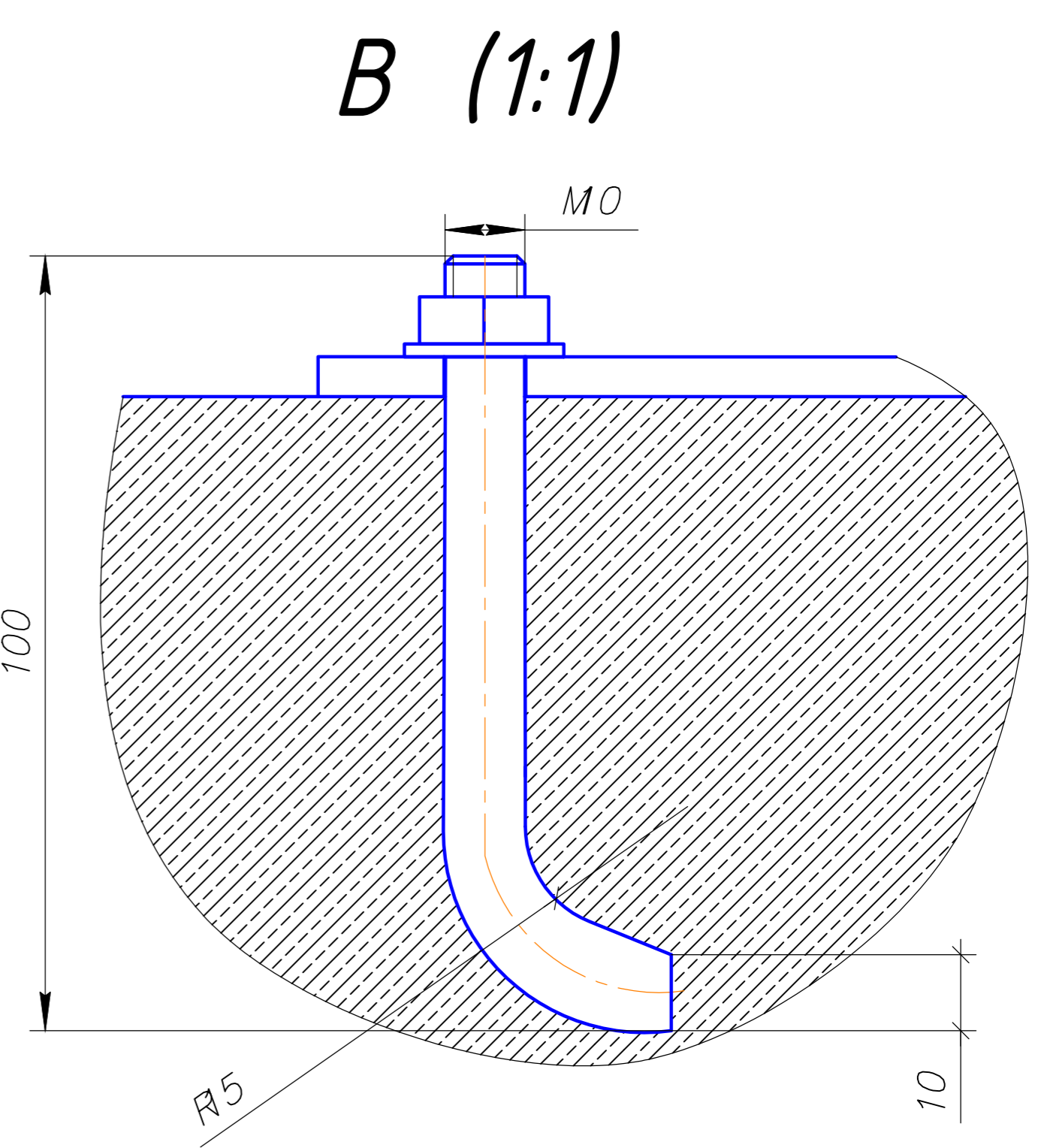
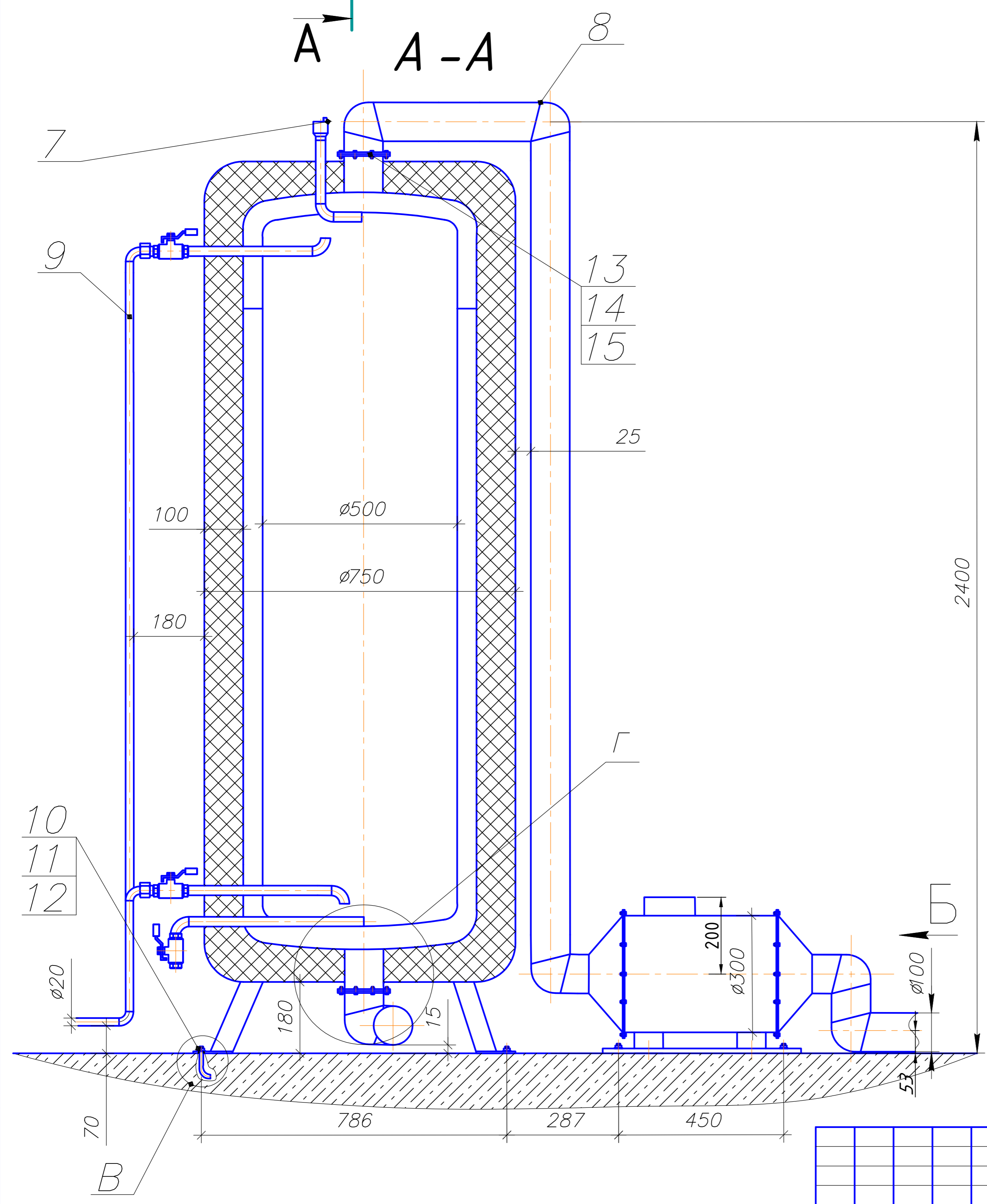
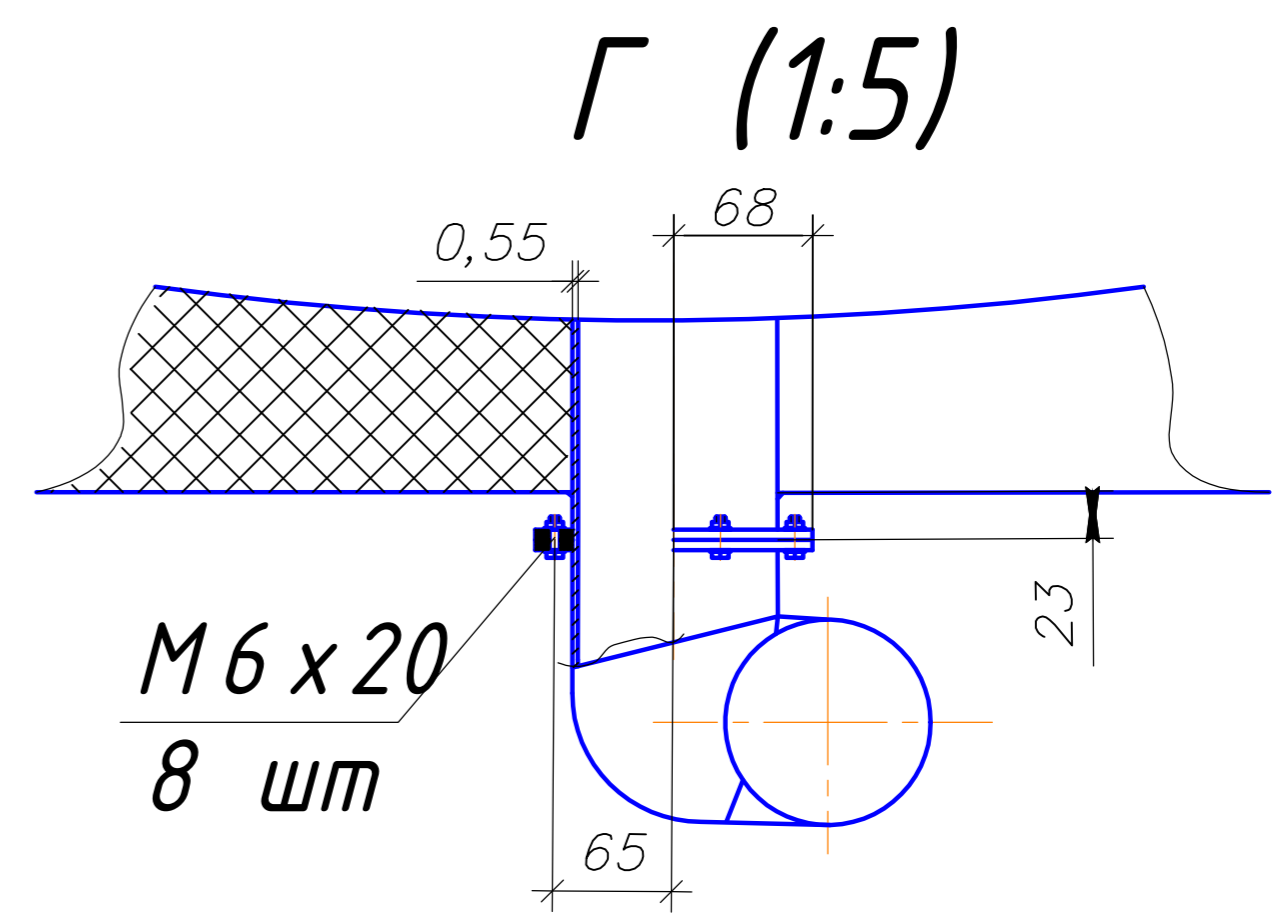
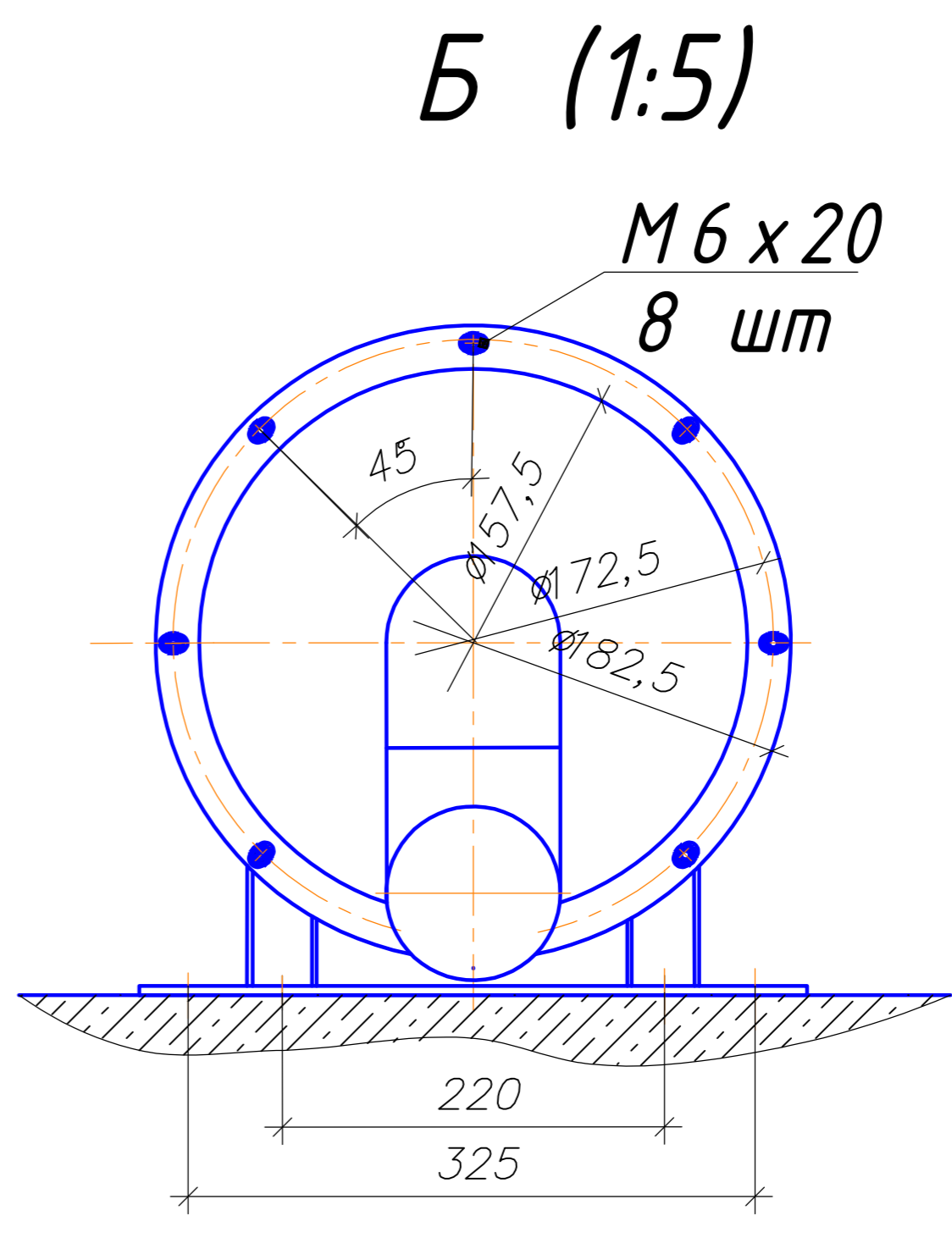
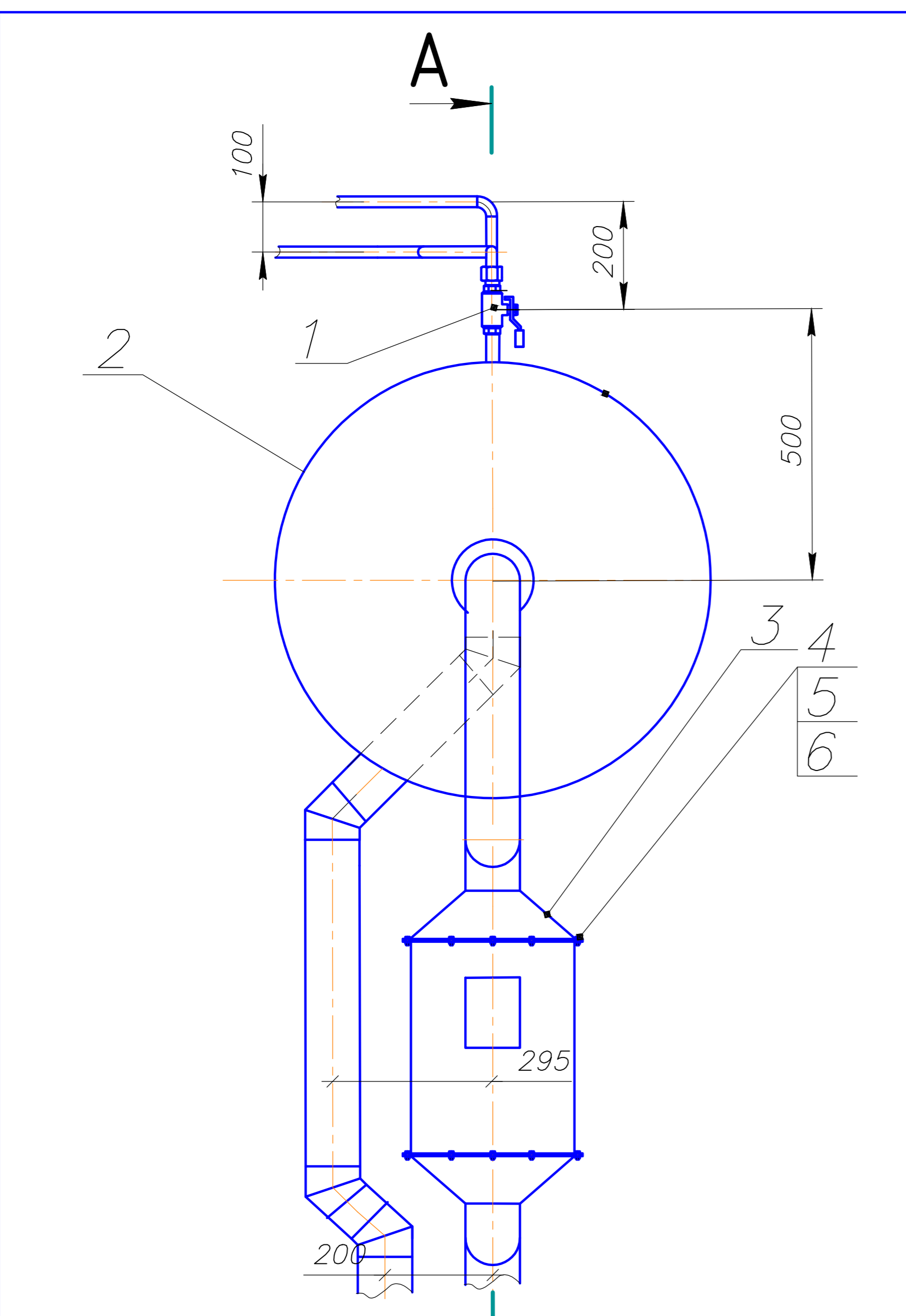
Подаюча магістраль системи опалення

Зворотня магістраль системи опалення

Вхід холодної води

				<b>08-12. МКР.113.09.000 ОВ</b>		
<i>Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплопостачання</i>						
Змін	Кільк	Аркш	№ док	Підп.	Дата	
Розробив	Гулько С.В.					
Перевірив	Коц І.В.					
Т. контр.						
ОпONENT	Хасич О.В.					
Н. контр.	Ранжевич О.Д.					
Затвердив	Ратушняк Т.Г.					
		<b>Система опалення</b>			Стадія	Аркш
					МКР	9
						16
		<b>Тепломеханічна схема</b>			ВНТУ, гр. ТГ-20 М	

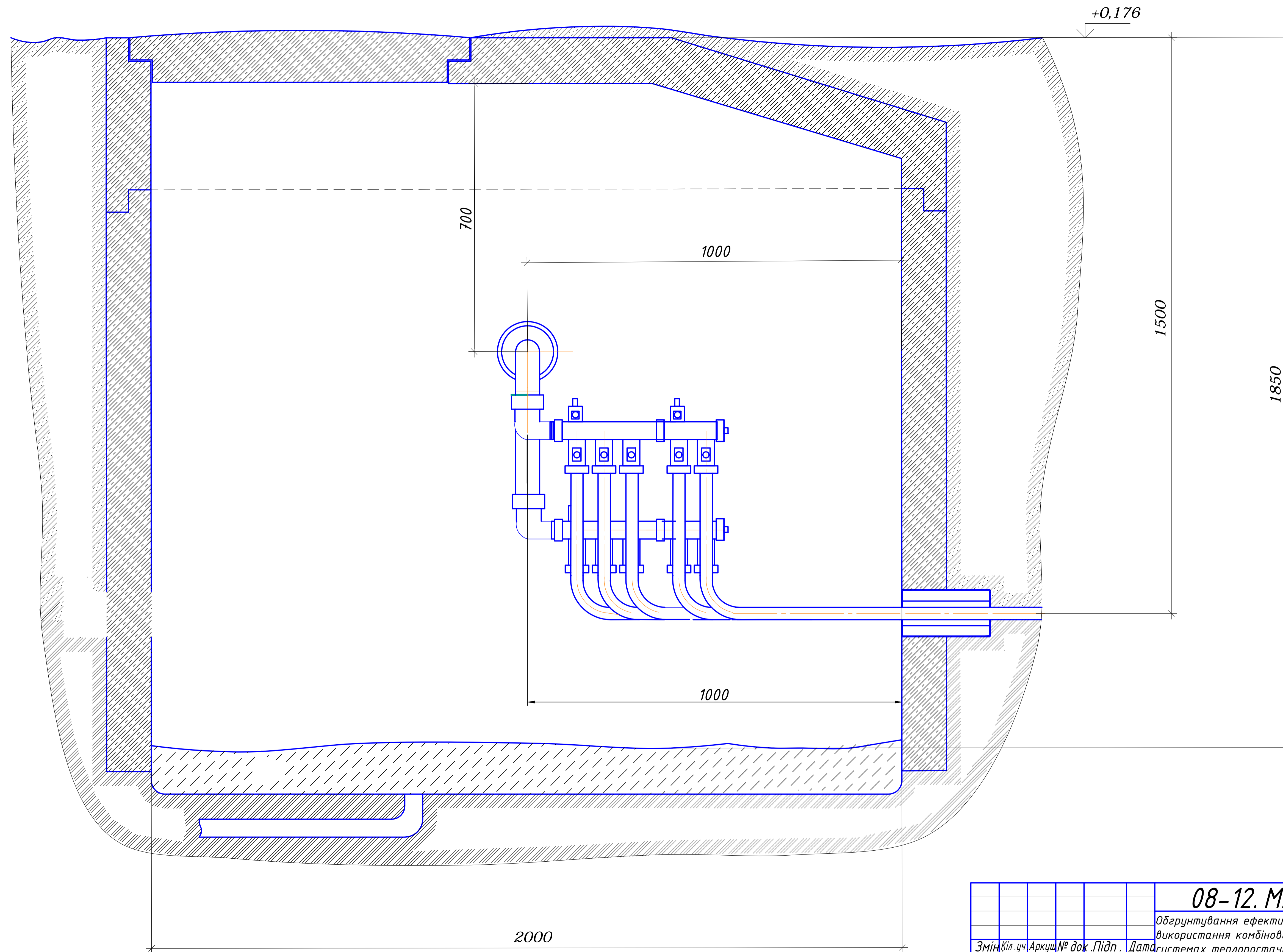
Создано в AutoCAD 2011



Согласно  
 Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

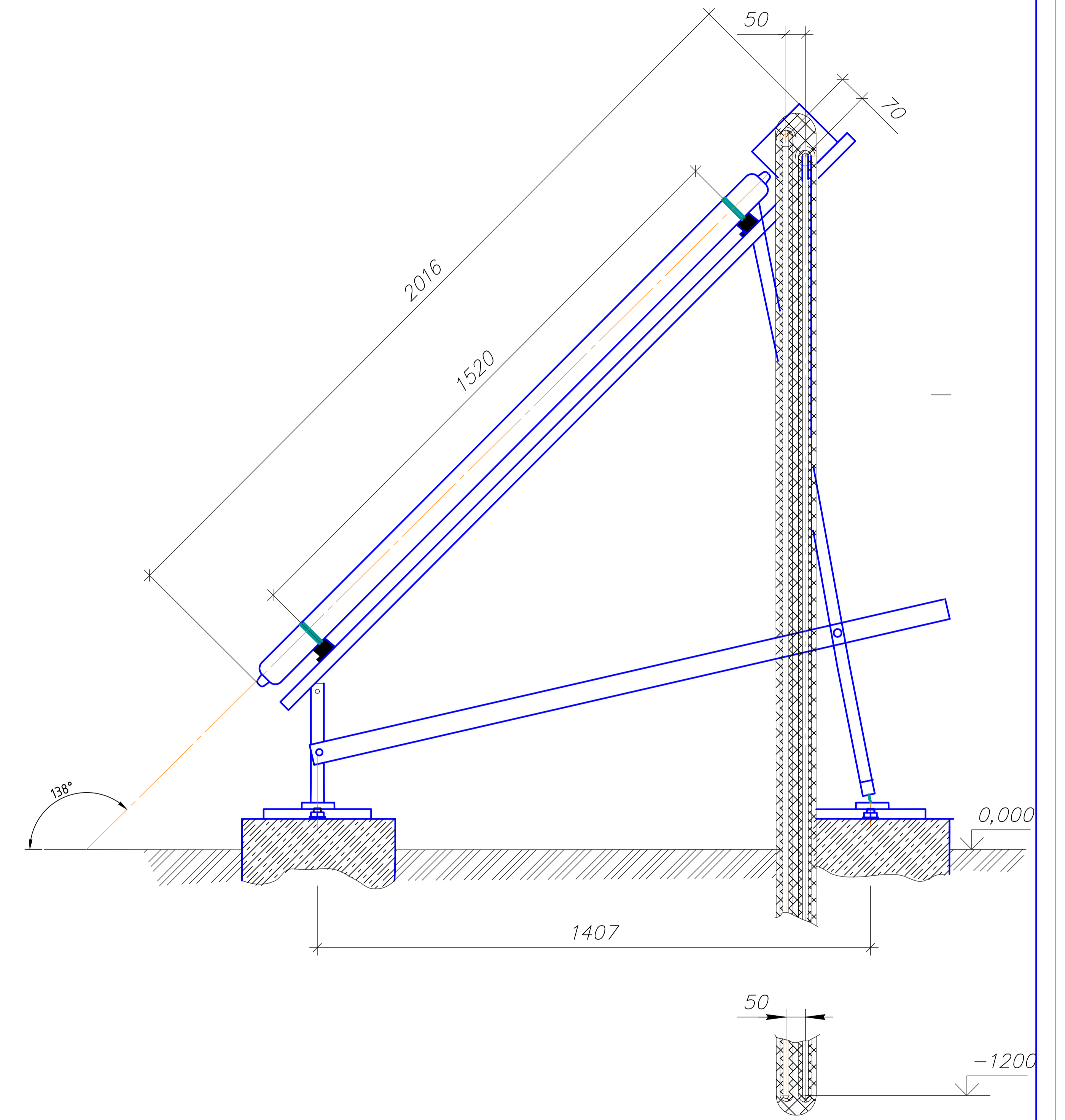
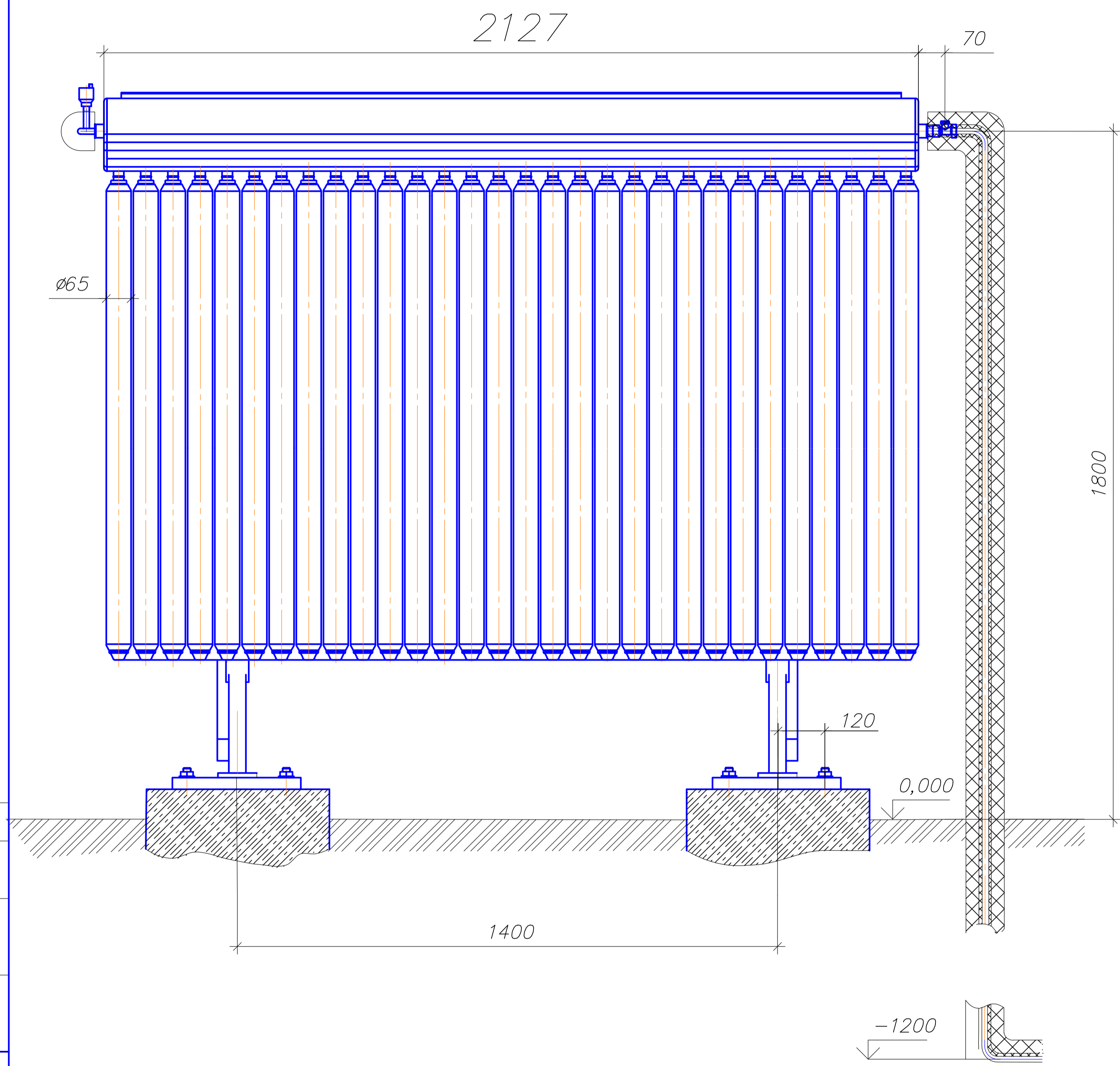
				<b>08-12. МКР.113.10.000 ОВ</b>		
				Обґрунтування ефективного технологічне устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплостачання		
Змін	Кільк	Аркуш	№ док.	Підп.	Дата	
Розробив	Гунько С.В.					
Перевірив	Коц І.В.					
Т конпр						
Опонент	Христин О.В.					
Н конпр	Панкевич О.Д.					
Затвердив	Ратушняк Г.С.					
				<b>Система опалення</b>		Стадія
				Монтаж теплоізоляційного бака і теплогенератора		Аркуш
				ВНТУ, гр. ТГ-20 М		Аркушів
				10		16

# Коллекторный колодезь розсолного контуру теплового насоса



<b>08-12. МКР.113.11.000 ОВ</b>					
Обґрунтування ефективного технологічне устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання					
Змін	Кіл. уч.	Аркуш	№ док.	Підп.	Дата
Розробив	Гуцько С.В.				
Перевірив	Коц І.В.				
Т контр					
Опонент	Христюк О.В.				
Н контр	Ланкевич О.Д.				
Затвердив	Ратушняк Г.С.				
<b>Система опалення</b>				Стадія	Аркуш
				МКР	11
					16
Коллекторний колодезь розсолного контуру теплового насоса				ВНТУ, зр.ТГ -20 М	

Інв. № подл. Подп. і дата. Взам. инв. №  
 Соголасовано

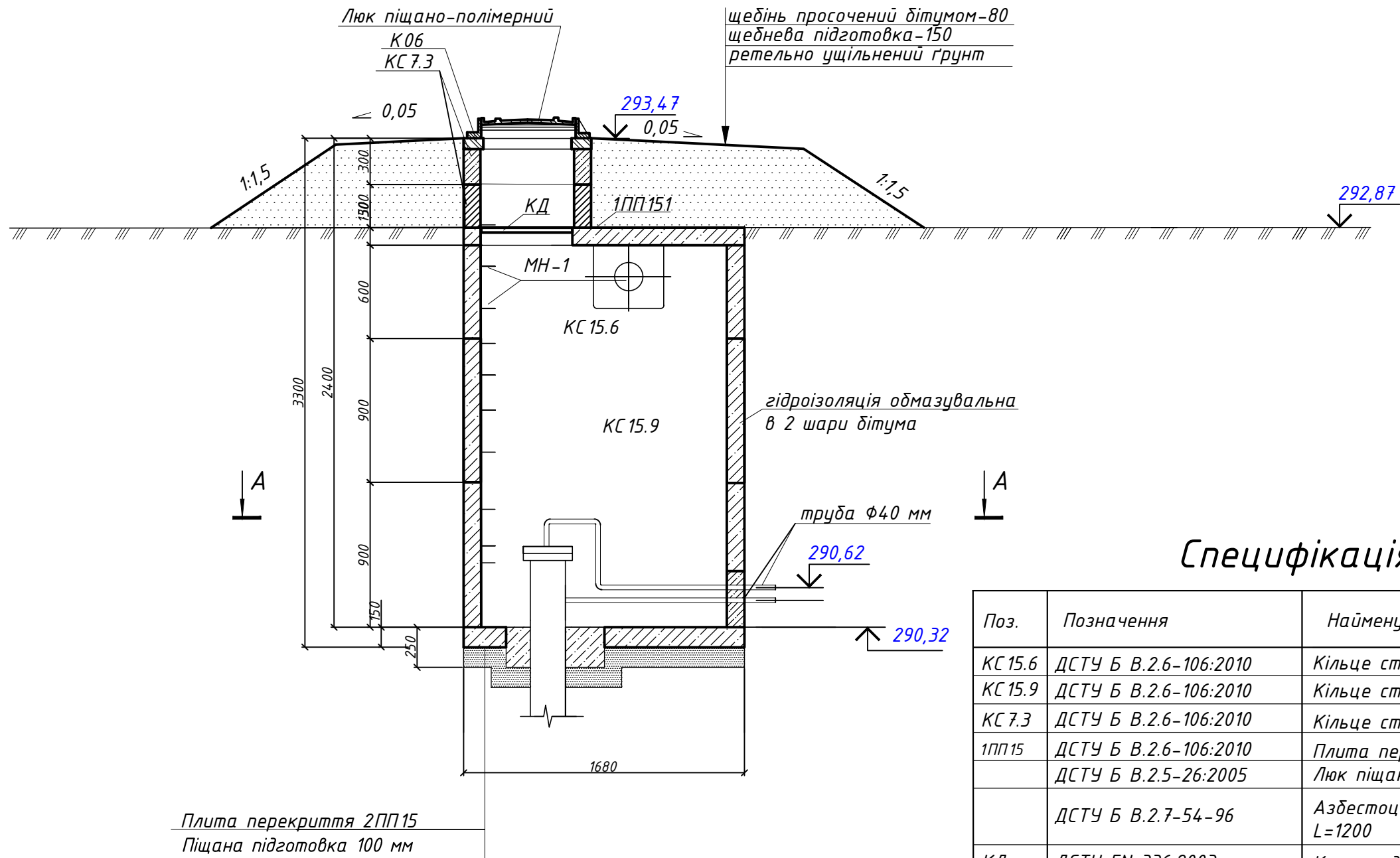


Соголасовано  
 Инв. № подл. Подл. и дата. Взам. инв. №

<b>08-12. МКР.113.12.000 ОВ</b>					
Обґрунтування ефективного технологічне устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання					
Змін	Кіл. уч	Аркцш	№ док.	Підп.	Дата
Розробив	Гунько С.В.				
Перевірів	Коц І.В.				
Т контр					
Опонент	Христин О.В.				
Н контр	Панкевич О.Д.				
Затвердив	Ратушняк Г.С.				
				Стадія	Аркцш
				МКР	12
				Аркцшів	16
				Монтаж сонячного колектора	
				ВНТУ, гр.ТГ -20 М	



# Колодязь свердловини



## Специфікація елементів

Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Маса од., кг	Примітки
КС 15.6	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	Кільце стінове	1	700	
КС 15.9	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	Кільце стінове	2	1000	
КС 7.3	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	Кільце стінове	2	180	
1ПП15	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	Плита перекриття	1	680	зі скобою
	ДСТУ Б В.2.5-26:2005	Люк піщано-полімерний	1	30	
	ДСТУ Б В.2.7-54-96	Азбестоцементна труба L=1200	1	7,2	
КД	ДСТУ EN 336:2003	Кришка дерев'яна	1	14,8	
МН1	ДСТУ 3760:2019	Скоби опорні $\Phi 16$ , А400С, l=520	10	0,82	
		Бетон монолітний В 7,5	0,1		м <sup>3</sup>
2ПП15	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	Плита перекриття	1	680	
К06	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	Кільце опірне для люку	1	50	

### Примітки:

1. За основу фундаментів насосної станції прийнятий суглинок бурий з карбонатними стяжіннями, м'якопластичний, з розрахунковими показниками:

- питома вага  $\gamma_{II}$  - 18,1 кН/м<sup>3</sup>
- вологість w - 0,28
- пористість e - 0,76
- показник текучості  $I_L$  - 0,73
- питоме зчеплення  $C_{II}$  - 14 кПа
- кут внутрішнього тертя  $\phi_2$  - 19°
- модуль деформації E - 6 МПа
- потужність пласта - 1...6 м.

Складність розроблення ґрунт відповідає 2 групі ґрунтів.

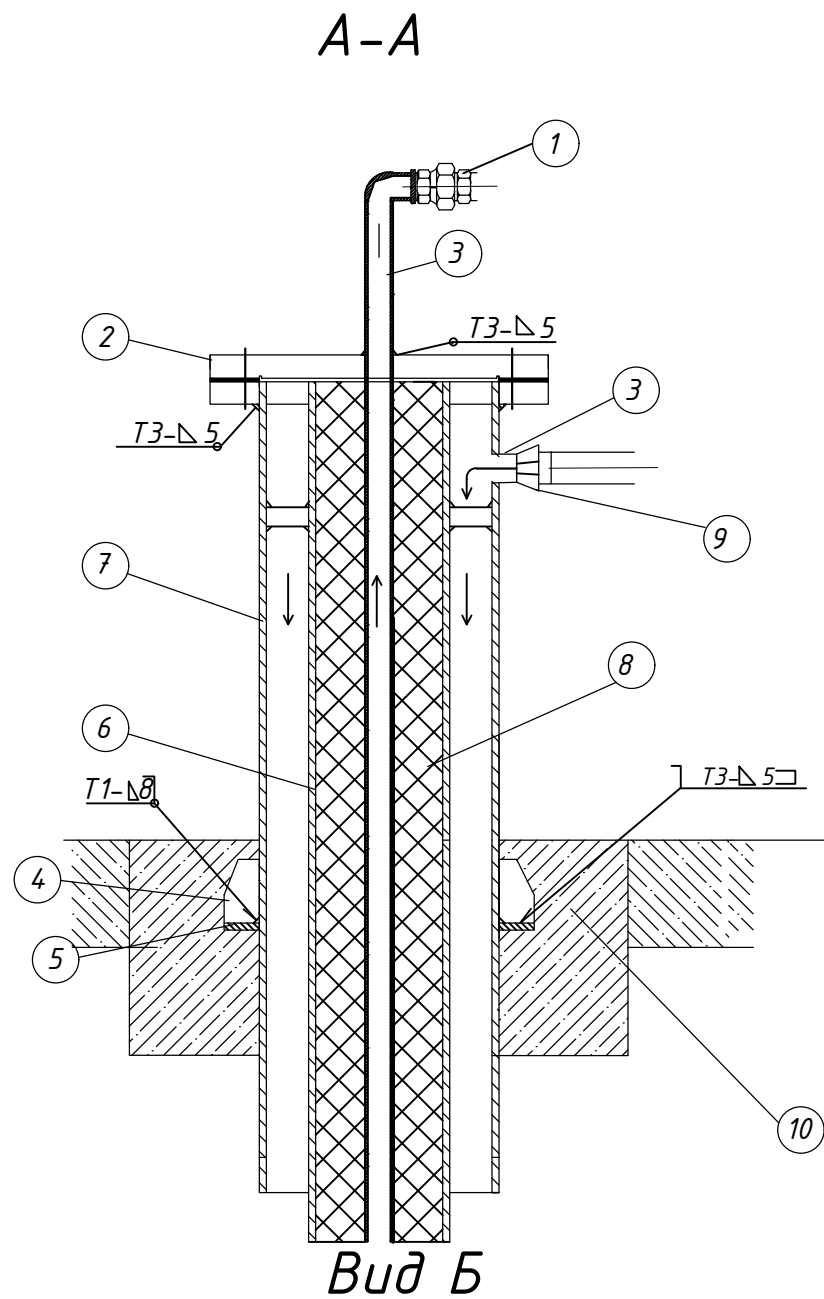
08-12.МКР.113.13.000 ОВ

Обґрунтування ефективного технологічне устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплоснабчення

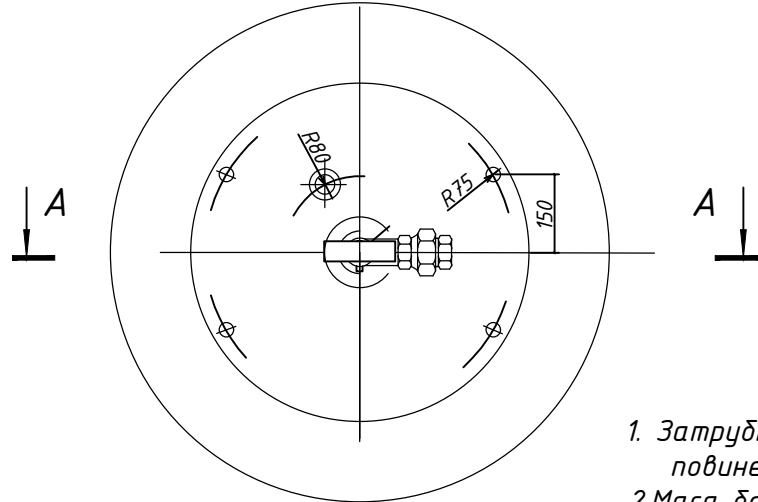
Змін.	Кіл. уч.	Аркуш	№ док.	Підп.	Дата	Свердловина	Стадія	Аркуш	Аркушів
								МКР	13
Розробив		Гуцько С.В.				Колодязь свердловини	ВНТУ ТГ-20М		
Перевірив		Коц І.В.							
Т. констр.									
Опонецт		Христин О.В.							
Н. констр.		Панкевич О.Д.							
Затвердив		Ратушняк Г.С.							

Погоджено

Зам. інв. №  
Підпис і дата  
Інв. № ор.



Вид Б



1. Затрубний простір свердловини повинен бути надійно зацементований
2. Маса бетонної основи повинна в 1,5 рази перевищувати масу насоса з водопідійомними трубами і водою

СПЕЦИФІКАЦІЯ ВИТРАТ МАТЕРІАЛІВ

Поз.	Позначення	Найменування	Один. виміру	Кількість	Маса од., кг	Примітки
1	ДСТУ EN 12266-1:2015	Роз'ємне з'єднання 1 1/2" x 1 1/2"	шт	1		
2	ГОСТ 19904-90	Фланець Ду80 мм	шт	1		
3	ГОСТ 10704-91	Труба стальна Ф40х3мм	м.п.	1,3		
4	ГОСТ 19904-90	Рейбро сталеве 8x80мм L=0,1м	шт	8		
5	ГОСТ 19904-90	Кільце сталеве Ф359х8мм	шт	1		
6	ДСТУ Б В.2.7-141:2007	Труба сталева Ф76х5мм	м.п.	46		
7	ДСТУ EN 12201-2:2018	Труба стальна Ф102мм	м.п.	100		
8	ДСТУ Б В.2.7-293:2011	Утеплювач S=9мм	м.п.	46		
9		Муфта ПЕ 40x2"мм	шт	3		
10	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	Бетон В 7,5	м <sup>3</sup>	0,12		

08-12.МКР.113.14.000 ОВ

Обґрунтування ефективного технологічне устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплопостачання

Змін.	Кіл. уч.	Аркуш	№ док.	Підп.	Дата

Свердловина	Стадія	Аркуш	Аркушів
	МКР	14	16
Герметизувальний оголовок		ВНТУ ТГ-20М	

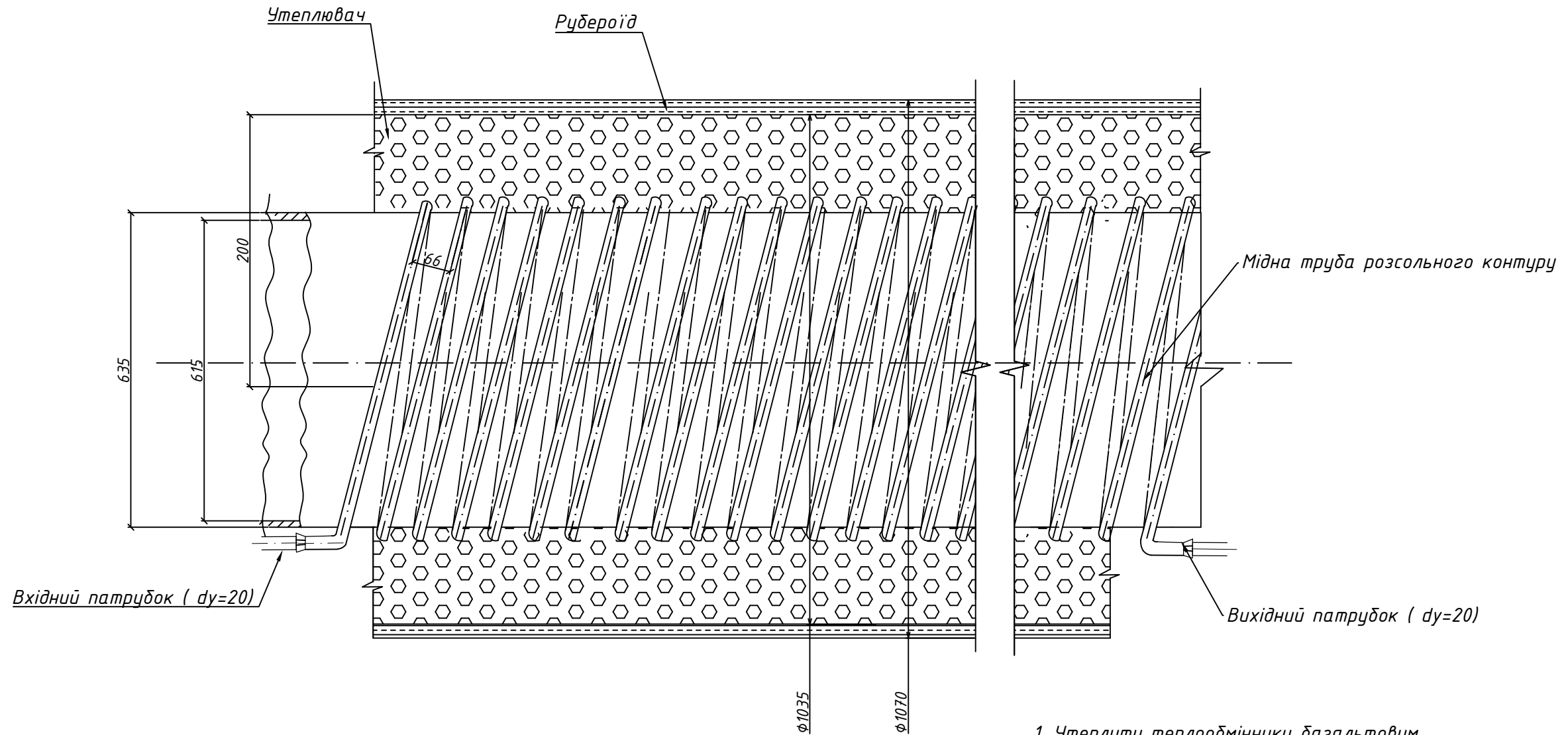
Погоджено

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

## Пристрій утилізації тепла стічних вод



1. Утеплити теплообмінники базальтовим утеплювачем з покриттям рубероїду в два шари.

Погоджено

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №
------------	---------------	-------------

						<b>08-12.МКР.113.15.000 ОВ</b>				
						Обґрунтування ефективного технологічне устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах теплопостачання				
Змін.	Кіл. уч.	Аркуш	№ док.	Підп.	Дата	Утилізація тепла		Стадія	Аркуш	Аркушів
								МКР	15	16
Розробив		Гуцько С.В.								
Перевірів		Коц І.В.								
Т. контр.										
Опонент		Христин О.В.								
Н. контр.		Панкевич О.Д.				Пристрій утилізації тепла стічних вод		ВНТУ ТГ-20М		
Затвердив		Ратушняк Г.С.								

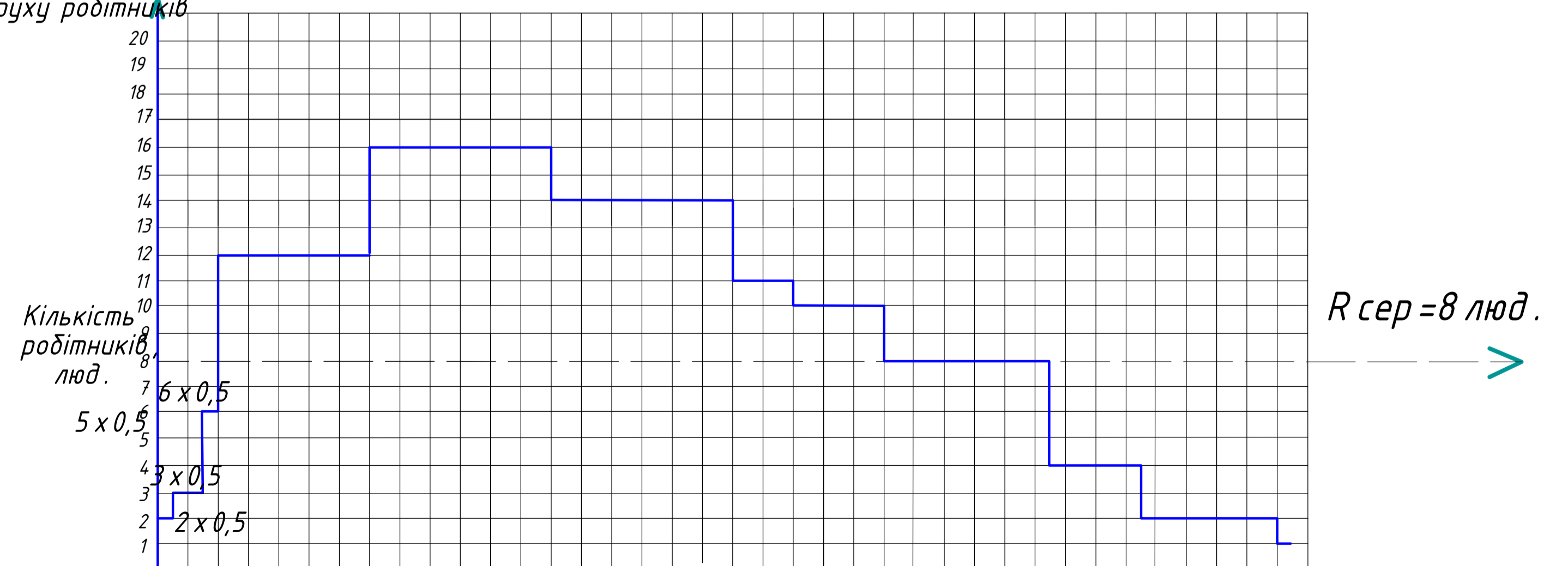
# КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК

№	Найменування	Одиниці виміру	Об'єм робіт	Норма часу	Трудо-місткість	Виконавці		Трив. днів	ЧЕРВЕНЬ, ЛИПЕНЬ 2022 РОКУ																					
						Кількість	Професійний склад		Дні																					
									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
									<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>5</span><span>10</span><span>15</span><span>20</span><span>25</span><span>30</span><span>35</span> </div>																					
1	Доставлення деталей до місць монтажу та їх складування	т	2,455	3,1	0,95	2	Робітник 4 розряд	0,5	2(0,5)																					
2	Пробивання отворів	100 шт	0,22	33,6	0,92	1	Монтажники 3 розряд	1	1(1)																					
3	Прокладання металополімерних трубопроводів	100 м	3,41	95,78	20,41	2	Слюсар 4, 1 розрядів	10	2(10)																					
4	Прокладання труб опалення в підлозі	100 м	6,32	95,78	77,35	4	Слюсар 4, 1 розрядів	19,5	4(19,5)																					
5	Монтаж алюмінієвих радіаторів	100 кВт	0,11	96,92	1,33	2	Слюсар 4, 3 розрядів	2	2(1)																					
6	Встановлення запірної арматури	шт	4,0	0,38	1,9	2	Слюсар-сантехнік 3, 8 розрядів	1	2(2)																					
7	Ізоляція трубопроводів опалення від зовнішніх пошкоджень	10 м	34,1	1,46	6,22	3	Робітники 4,5 розрядів	1	3(2)																					
8	Встановлення колекторів розсолюючих контурів	шт	4	11,25	5,63	2	Слюсар 3, 5 розрядів	3	2(3)																					
9	Монтаж поліетиленових труб	100 м	16	82,49	165	6	Слюсар-сантехнік 4, 1 розрядів	27,5	6(27,5)																					
10	Встановлення запірнорегулюючої арматури	шт	6	1,1	0,83	2	Слюсар-сантехнік 3, 5 розрядів	0,5	2(0,5)																					
11	Монтаж буферної ємності греючого контуру	шт	1	36,24	4,53	2	Монтажники 4, 7 розрядів	2	2(2)																					
12	Монтаж теплового насоса	шт	1	30,34	3,78	2	Монтажники 4, 5 розрядів	2	2(2)																					
13	Монтаж циркуляційного насоса	шт	4	21,32	10,66	4	Монтажники 3, 7 розрядів	2,5	4(2,5)																					
14	Установка водонагрівача ємнісного	шт	1	21,98	2,75	2	Монтажники 3, 5 розрядів	1,5	2(1,5)																					
15	Монтаж теплоакumuлюючого бака	шт	1	21,98	2,75	2	Монтажники 3, 5 розрядів	1,5	2(1,5)																					
16	Монтаж опорної конструкції і установка сонячних колекторів	10 м	0,9	65,47	7,36	4	Монтажники 3, 5 розрядів	2	4(2)																					
17	Прокладання мідних трубопроводів	100 м	0,45	48,71	1,52	2	Монтажники 3, 5 розрядів	2	2(1)																					
18	Прокладання асбестоцементних труб у ґрунт	10 м	0,25	70,42	1,32	2	Слюсар-сантехнік 3, 5 розрядів	1	2(1)																					
19	Гідравлічні випробування трубопроводів	100 м	27,9	8,22	28,7	4	Слюсар-сантехнік 3, 5 розрядів	3	4(3)																					
20	Встановлення теплообмінника	шт	1	13,92	1,74	2	Монтажники 3, 5 розрядів	2	2(2)																					
21	Встановлення ємнісного водонагрівача	шт	1	21,98	2,75	2	Слюсар-сантехнік 3, 5 розрядів	2	2(2)																					
22	Встановлення датчиків приладів управління	шт	15	0,36	6,75	2	Монтажники 3, 5 розрядів	0,5	2(0,5)																					
23	Повернення матеріалів на склад	т	0,083	3,1	0,034	1	Водій-робітник	0,5	1(0,5)																					

Технікоеконімічні показники

Формули	Результати
$R_{ср} = Q_{заг} / T_{заг}$	10 люд.
$L_1 = R_{ср} / R_{max} \rightarrow 1$	0,63
$L_2 = Q_{над} / Q_{заг} \rightarrow 0$	0,2
$L_3 = T_{уст} / T_{заг} \rightarrow 1$	0,57

Графік руху робітників



Графік руху машин і механізмів

Автомобіль Mercedes Sprinter	—
Гідравлічний прес Rems Push	—
Перфоратор MAKITA HR 5001C	—
Електродрель "DEWALT"	—

Справ. №		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
						<u>Документація</u>		
						Система опалення та	ГВП	
						<u>Збірні одиниці</u>		
	A1			1		Об'єзка опалення котельні	1	
						<u>Деталі</u>		
				4		Ємнісний водонагрівач Vitocell B-300(V=300 л);	1	
				2		Циркуляційний насос системи Wilo-TOP-S 30/7	1	
				3		Проточний теплообмінник Vitotrans 100	1	
				4		Тепловий насос Vitocal 300 BW232 (Q=32,6 кВт)	1	
				5		Регулятор опалювального контуру Divicon	1	
				6		Проточний теплообмінник контуру сонячних колекторів	1	
				7		Буферна ємність гріючого контуру Vitocell 050 (V=600 л)	1	
Інв. №	ор.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. №	дубл	Підп. і дата		
		Змін Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата			
		Розроб.	Гуцько С.В.			Літ.	Аркуш	Аркушів
		Пров.	Коц І.В.				1	2
		Н контр	Панкевич О.Д.			Об'єзка опалення котельні		
		Затвер.	Ратушняк Г.С.					



Справ. №		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
						<u>Документація</u>		
						Система опалення та	ГВП	
						<u>Деталі</u>		
		A1		7		Елементи підключення розсольного контуру	7	
						<u>Деталі</u>		
				1		Подаюча магістраль до теплового насосу	1	
				2		Кран наповнення системи і зливу	2	
				3		Запобіжний кран	1	
				4		Шаровий вентиль	2	
				5		Насос	1	
				6		Повітровідвідник	1	
				7		Реле тиску	1	
				8		Зворотня магістраль від теплового насосу	1	
				9		Зворотня магістраль від пакету принадлежностей для підключення розсольного контуру	1	
Змін	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив	Гуцько С.В.				Елементи підключення розсольного контуру			
Перевірів	Коц І.В.							
Н.контр.	Панкевич О.Д.				Літ.	Аркуш	Аркушів	
Затвер	Ратушняк Г.С.					1	2	





ДОДАТОК В

Таблиця В. Розрахунок тепловтрат приміщень

№ приміщення	Признач.	t С	наймен. огород.	Орієн-тац	R м <sup>2</sup> °C/Вт	розрах. зовн. т С	попр. коеф.	Δt	h М	a М	площа огор. м <sup>2</sup>	k Вт/м <sup>2</sup> °C	основні тепл.	Додаткові тепловтрати			заг. мн.	тепло-втрати на вентиляц. Вт	тепло-втрати Вт	Сумарні тепло-втрати Вт
														орієнт.	вітер	інші				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
101	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	10,1 0	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	204,4	0	0	0	1		204,4	
		18	Під	-	5,26	-21	0,6	39	1	2	2,00	0,19	14,8	0	0	0	0,6		8,9	
		18	Під	-	7,69	-21	0,6	39	1	2	2,00	0,13	10,1	0	0	0	0,6		6,1	
		18	Під	-	11,11	-21	0,6	39	1	1,1	1,10	0,09	3,9	0	0	0	0,6		2,3	
102	Кінозал	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,5	5,65	13,6 8	0,29	162,6	0	5	5	1,1	780,7	178,9	1385,1
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	0,5	0,9	0,45	2,30	42,4	0	5	0	1,05		44,6	
		20	ВС	-	0,60	15	1	5	2,5	5,65	14,1 3	1,67	117,9	0	0	0	1		117,9	

		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,5	4	10,0 0	0,29	118,9	5	5	5	1,15		136,7	
		20	ПІД	-	5,26	-21	0,6	41	9,6 5	2	19,3 0	0,19	150,3	0	0	0	0,6		90,2	
		20	ПІД	-	7,69	-21	0,6	41	5,6 5	2	11,3 0	0,13	60,2	0	0	0	0,6		36,1	
103	Тринаже рний зал	15	ЗС	Пд Зх	3,45	-21	1	36	2,5	1,96	4,45	0,29	46,5	0	5	5	1,1	1187,1	51,1	1938,0
		15	В	Пд Зх	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	0	5	0	1,05		39,1	
		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	1,15		42,8	
		15	ЗС	Пн	3,45	-21	1	36	2,5	8,4	20,5 5	0,29	214,5	10	5	5	1,2		257,5	
		15	В	Пн	0,43	-21	1	36	0,5	0,9	0,45	2,30	37,3	10	5	0	1,15		42,8	
		15	ПІД	-	5,26	-21	0,6	36	14, 02	2	28,0 4	0,19	191,8	0	0	0	0,6		115,1	
		15	ПІД	-	7,69	-21	0,6	36	10, 02	2	20,0 4	0,13	93,8	0	0	0	0,6		56,3	
		15	ПІД	-	11,11	-21	0,6	36	8,4	0,23	1,93	0,09	6,3	0	0	0	0,6		3,8	
106(1)	роздяг- 16)	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	39	4,4 91	2	8,98	0,19	66,6	0	0	0	0,6		39,9	
106(2)	роздяг- 16)	18	ЗС	Сх	3,45	-21	1	39	2,5	1,1	2,75	0,29	31,1	10	5	0	1,15	253,3	35,8	553,9
		18	ВС	-	0,60	20	1	-2	2,5	7,2	18,0 0	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	39	1,1	2	2,20	0,19	16,3	0	0	0	0,6		9,8	
		18	ПІД	-	7,69	-21	0,6	39	2,7	2	5,40	0,13	27,4	0	0	0	0,6		16,4	
		18	ПІД	-	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 В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
106(3)	роздяг- 16)	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	ПІД	-	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	
108	котельня (-16)	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	35	1,4 4	0,75	1,08	0,19	7,2	0	0	0	0,6			4,3	
		14	ПІД	-	7,69	-21	0,6	35	1,4 4	2	2,88	0,13	13,1	0	0	0	0,6			7,9	
	котельня (-16)	14	ПІД	-	11,1 1	-21	0,6	35	1,4 4	2	2,88	0,09	9,1	0	0	0	0,6			5,4	
		14	П	-	3,70	24	1	-10	3,5	1,55 71	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	
109	техн. приміще ння	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	37	1	2	2,00	0,19	14,1	0	0	0	0,6			8,4	
		16	ПІД	-	7,69	-21	0,6	37	1	2	2,00	0,13	9,6	0	0	0	0,6			5,8	
		16	ПІД	-	11,1 1	-21	0,6	37	1	1,1	1,10	0,09	3,7	0	0	0	0,6			2,2	
110	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	ПІД	-	5,26	-21	0,6	37	1	2	5,62	0,19	39,5	0	0	0	0,6		23,7		
		16	ПІД	-	7,69	-21	0,6	37	1	2	3,80	0,13	18,3	0	0	0	0,6		11,0		
		16	ПІД	-	11,1 1	-21	0,6	37	1	0,3	2,20	0,09	7,3	0	0	0	0,6		4,4		
106(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	
		18	ПІД	-	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		
																				<b>7101,3</b>	
202	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		
203	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	10,9 4	1,67	237,4	0	0	0	1		237,4		
204	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	
		20	В	Пд	0,43	-21	1	41	1,1	1,5	1,65	2,30	155,6	0	5	0	1,05		163,4		
		20	ЗС	Зх	3,45	-21	1	41	2,7	4	9,15	0,29	108,8	5	5	5	1,15		125,1		
		20	В	Зх	0,43	-21	1	41	1,1	1,5	1,65	2,30	155,6	5	5	0	1,1		171,2		
205	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	1460,2	47,6	2747,8	
		20	В	Пд Зх	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	1,7	2,94	0,29	35,0	5	5	5	1,15		40,2		
			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	Пн Зх	3,45	-21	1	41	2,7	1,96	3,64	0,29	43,3	10	5	5	1,2		52,0	
			20	В	Пн Зх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	10	5	0	1,15		178,9	
			20	ЗС	Пн	3,45	-21	1	41	2,7	8,4	19,3 8	0,29	230,4	10	5	5	1,2		276,5	
			20	В	Пн	0,43	-21	1	41	1,5	2,2	3,30	2,30	311,2	10	5	0	1,15		357,9	
207	кухня	16	ЗС	Пн	3,45	-21	1	37	2,7	1,1	1,32	0,29	14,2	10	5	5	1,2	573,7	17,0	951,5	
		16	В	Пн	0,43	-21	1	37	1,5	1,1	1,65	2,30	140,4	10	5	0	1,15		161,5		

		16	ЗС	Сх	3,45	-21	1	37	2,7	1,7	2,94	0,29	31,5	10	5	5	1,2		37,9	
		16	В	Сх	0,43	-21	1	37	1,5	1,1	1,65	2,30	140,4	10	5	0	1,15		161,5	
208	Ванна-кімната	24	ЗС	Сх	3,45	-21	1	45	2,7	1,56	4,21	0,29	55,0	10	5	0	1,15	223,2	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	334,1	0	0	0	1		334,1	
		24	ВС	-	0,60	18	1	6	2,7	2	5,40	1,67	54,1	0	0	0	1		54,1	
		24	ВС	-	0,60	16	1	8	2,7	3	8,10	1,67	108,2	0	0	0	1		108,2	
209	Гараж	5	ЗС	Пн	3,45	-21	1	26	2,7	4,3	11,6 1	0,29	87,5	10	5	5	1,2	638,0	105,0	1938,8
		5	ЗС	Сх	3,45	-21	1	26	2,7	1,65	4,46	0,29	33,6	10	5	5	1,2		40,3	
		5	ЗС	Зх	0,78	-21	1	26	2,7	1,82	4,91	1,29	164,8	5	5	5	1,15		189,5	
		5	ЗС	Пд	0,44	-21	1	26	2,7	7,15	3,21	2,29	190,8	0	5	5	1,1		209,9	
		5	Д	Пд	0,58	-21	1	26	2,3	7	16,1 0	1,72	720,0	0	5	0	1,05		756,0	
		<b>8987,5</b>																		
301	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	
302	Спальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	6,15	14,9 6	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	10,5 0	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	
		20	ВС	-	0,33	18	1	2	2,7	5,65	15,2 6	3,00	91,5	0	0	0	1		91,5	
		20	СТ	-	1,18	-21	1	41	-	-	24,0 4	0,85	837,8	0	0	0	1		837,8	
303	Гардеробна	16	ЗС	Зх	3,45	-21	1	37	2,7	4,22	11,3 9	0,29	122,3	5	5	5	1,15	512,7	140,6	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		116,8	
		16	ВС	-	0,33	22	1	-6	2,7	4,8	12,9	3,00	-233,3	0	0	0	1		-233,3	

											6									
		16	BC	-	0,60	20	1	-4	2,7	5,65	15,2 6	1,67	-101,9	0	0	0	1		-101,9	
		16	CT	-	1,18	-21	1	37	-	-	15,2 3	0,85	479,0	0	0	0	1		479,0	
304	Дитяча	22	ЗС	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	5,5	14,8 5	0,29	185,2	10	5	0	1,15	600,2	213,0	1535,8
		22	BC	-	0,33	18	1	4	2,7	5	13,5 0	3,00	162,0	0	0	0	1		162,0	
		22	CT	-	1,18	-21	1	43	-	-	15,3 4	0,85	560,7	0	0	0	1		560,7	
305	Дитяча	22	ЗС	Сх	3,45	-21	1	43	2,7	4,22	9,74	0,29	121,5	10	5	5	1,2	705,4	145,8	1905,0
		22	В	Сх	0,43	-21	1	43	1,5	1,1	1,65	2,30	163,2	10	5	0	1,15		187,7	
		22	ЗС	Пн	3,45	-21	1	43	2,7	4,4	11,8 8	0,29	148,1	10	5	5	1,2		177,8	
		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	BC	-	0,60	20	1	2	2,7	1,2	3,24	1,67	10,8	0	0	0	1		10,8	
		22	CT	-	1,18	-21	1	43	-	-	18,0 3	0,85	659,0	0	0	0	1		659,0	
306	Ванна-кімната	25	ЗС	Сх	3,45	-21	1	46	2,7	1,56	4,21	0,29	56,2	10	5	0	1,15	275,4	64,6	629,9
		25	BC	-	0,60	20	1	5	2,5	1,56	3,90	1,67	32,6	0	0	0	1		32,6	
		25	CT	-	1,18	-21	1	46	-	-	6,58	0,85	257,3	0	0	0	1		257,3	
307	Спальня	20	ЗС	Пд	3,45	-21	1	41	2,7	7,65	19,0 1	0,29	226,0	0	5	5	1,1	1069,2	248,6	2986,9
		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	2,32	6,26	0,29	74,5	5	5	5	1,15		85,7	
		20	ЗС	Сх	3,45	-21	1	41	2,7	4,8	11,3 1	0,29	134,5	10	5	5	1,2		161,4	
		20	В	Сх	0,43	-21	1	41	1,5	1,1	1,65	2,30	155,6	10	5	0	1,15		178,9	
		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	
		20	П	-	3,70	5	1	15	2,7	5,65	15,2 6	0,27	61,8	0	0	0	1		61,8	
		20	CT	-	1,18	-21	1	41	-	-	28,6 6	0,85	998,8	0	0	0	1		998,8	
<b>11007,4</b>																				







## ДОДАТОК Д

Таблиця Д. Гідравлічний розрахунок системи тепlopостачання

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma\xi$	Pд	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	1564,4	0,036253
13	4529,25	194,7	7,7	20x2	0,27	70	889,0	9,5	36,5	346,3	1235,3	0,054087
14	6022,7	258,9	12,7	20x2	0,33	105	315,0	7	54,5	381,2	696,2	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	1329,5	0,290959
17	27194,5	1169,1	1,9	32x3	0,6	161	96,6	5	180,0	900,0	996,6	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
											22676,0	0
Відгалудження												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
22	1385,1	59,5	2,2	16x2	0,13	29	63,8	2	8,5	16,9	80,7	0,01654
23	1385,1	59,5	2,2	16x2	0,13	29	63,8	2	8,5	16,9	80,7	0,01654

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24	1996,2	85,8	7,2	16x2	0,22	75	540,0	6,5	24,2	157,3	697,3	0,023838
25	2819,1	121,2	8,1	16x2	0,28	120	972,0	5	39,2	196,0	1168,0	0,033665
26	3677,2	158,1	7	16x2	0,39	205	1435,0	9,5	76,1	722,5	2157,5	0,043912
											8207,0	0
Відгалудження												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	2018,8	86,8	6,4	16x2	0,22	75	480,0	11,5	24,2	278,3	758,3	0,024108
32	2018,8	86,8	6,4	16x2	0,22	75	480,0	11,5	24,2	278,3	758,3	0,024108
33	2507,7	107,8	2,7	16x2	0,26	101	272,7	3,5	33,8	118,3	391,0	0,029946
34	7507,7	322,8	1,9	20x2	0,45	176	334,4	11,5	101,3	1164,4	1498,8	0,089655
35	8349,4	358,9	4,6	20x2	0,5	212	975,2	3,5	125,0	437,5	1412,7	0,099706
36	10288,2	442,3	4,6	26x3	0,38	101	464,6	5	72,2	361,0	825,6	0,122859
											8694,8	0
Відгалудження												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
Відгалудження												0
43	3699,3	159,0	12,6	16x2	0,39	205	2583,0	3,5	76,1	266,2	2849,2	0,044176

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
44	3699,3	159,0	12,6	16x2	0,39	205	2583,0	3,5	76,1	266,2	2849,2	0,044176
											5698,4	0
Відгалудження												0
45	2829,6	121,6	12,6	16x2	0,3	130	1638,0	3,5	45,0	157,5	1795,5	0,03379
46	2829,6	121,6	12,6	16x2	0,3	130	1638,0	3,5	45,0	157,5	1795,5	0,03379
											3591,0	0

## ДОДАТОК Е

## Технічні характеристики геліоколектора Vitosol 200 D30

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

" по отношению к поверхности абсорбера

Табл. 1. Сравнительные значения (определенные согласно EN 12975)

## ДОДАТОК Ж

## Технічні характеристики тепловентилятора Луч-5к

Продуктивність, м <sup>3</sup> /год	Потужність, кВт	Напруга, В	Размір, мм	Маса, кг
400	5	220	420x300x400	6

Тепловентилятор призначений для обігріву і сушки приміщень. 1 кВт обігрівача обігріває 25-30 м<sup>3</sup> приміщення до температури 20 градусів. Перепад температур вхідного і вихідного повітря становить 70 градусів. Один пристрій може обігріти приблизно від 20 до 450 м<sup>2</sup> площі (при висоті 3 м).

Тепловентилятор використовується для:

1. Опалення промислових і складських приміщень, торгових залів, теплиць і т.п.
2. Сушки штукатурки, виробів з бетону, лісу, автомобілів, зерна і т.д.
3. Обігріву кабінетів, кімнат, офісів, павільйонів.

Складається з наступних складових частин: корпусу, блоку нагрівачів, вентилятора, пускорегулювальної апаратури.

Принцип дії - обдув нагрівальних елементів обігрівача.

Тип споживання енергії - електричний.

Режим роботи - довготривалий.

## ДОДАТОК К

## Технічні характеристики теплового насоса Vitocal 300 BW 232

Масса	кг	105	110	120	140	160	165	
<b>Тепловой насос Vitocal 300 в рассольно-водяной модификации (двухступенчатый)</b>								
<b>Vitocal 300 (двухступенчатый)</b>	<b>тип</b>	<b>BW 212</b>	<b>BW 216</b>	<b>BW 220</b>	<b>BW 226</b>	<b>BW 232</b>		
<b>Технические характеристики</b>								
Номинальная теплопроизводительность	кВт	12,8	16,6	21,6	28,0	32,6		
Рабочая точка $V_0/W35^{*1}$ по EN 255								
Холодопроизводительность	кВт	10,0	13,0	16,8	22,0	25,4		
Потребляемая электрическая мощность <sup>*2</sup>	кВт	2,8	3,6	4,8	6,1	7,2		
Коэффициент мощности $\epsilon$ (COP)		4,56	4,60	4,49	4,57	4,51		
<b>Рассольный контур (первичный)</b>								
<sup>*1</sup> Рабочая точка: $V_0$ = входная температура рассола 0 °C/W35 = выходная температура теплоносителя 35 °C. Другие рабочие точки см. на диаграммах рабочих характеристик. <sup>*2</sup> При указанной в данной таблице рабочей точке. <sup>*3</sup> Обязательно соблюдать минимальный расход. <sup>*4</sup> С ограничителем пускового тока.								
4	<b>VIESSMANN</b>					<b>VITOCAL 300/350</b>		5829 119-5 GUS

<b>Технические данные теплового насоса Vitocal 350/350 (продолжение)</b>							
<b>Vitocal 300 (двухступенчатый)</b>	<b>тип</b>	<b>BW 212</b>	<b>BW 216</b>	<b>BW 220</b>	<b>BW 226</b>	<b>BW 232</b>	
Объем	л	4,6	5,6	7,4	9,4	9,4	
Минимальный расход <sup>*1</sup>	л/ч	3200	4200	5400	7200	7800	
Гидродинамическое сопротивление	мбар	100	100	100	100	120	
Макс. температура на входе	°C	25	25	25	25	25	
Мин. температура на входе	°C	-5	-5	-5	-5	-5	
<b>Греющий контур (вторичный)</b>							
Объем	л	3,2	4,4	5,4	6,6	6,6	
Минимальный расход <sup>*1</sup>	л/ч	1100	1400	1900	2400	2800	
Гидродинамическое сопротивление	мбар	100	100	100	100	130	
Макс. температура подачи	°C	55	55	55	55	55	
<b>Электрические параметры теплового насоса</b>							
Номинальное напряжение		3/N/PE 400 В~/50 Гц					
Макс. номинальный ток	A	9,6	13,2	15,8	20,0	26,6	
Пусковой ток (для каждого компрессора)	A	27	14*2	20*2	23*2	26*2	
Пусковой ток (для каждого компрессора) (с заблокированным ротором)	A	31,0	43,5	51,0	59,5	70,5	
Предохранитель (инерционно-плавкий)	A	3 × 16	3 × 20	3 × 20	3 × 35	3 × 35	
Степень защиты		IP 20					
Номинальное напряжение цепи тока управления		230 В~/50 Гц					
Предохранитель (внутренний)		T 6,3 A H					
<b>Холодильный контур</b>							
Рабочее тело		R 407 C					
Количество заполняющей воды	кг	2 × 1,9	2 × 2,2	2 × 2,6	2 × 3,1	2 × 3,4	
Компрессор	тип	2 компрессора Scroll Vollhermetik					
<b>Размеры</b>							
Общая длина	мм	650	650	650	650	650	
Общая ширина	мм	780	780	780	780	780	
Общая высота	мм	1245	1245	1245	1245	1245	

## ДОДАТОК Л

Технічні характеристики алюмінієвого секційного радіатора Nova Florida  
FONDITAL 500/100

Назва параметра	Од. вим.	Значення
Номінальний тепловий потік однієї секції при тепловому напорі 70 °С	Вт	196,2
Те ж при напорі 50 °С	Вт	125,71
Робочий тиск	МПа	1,6
Руйнівний тиск	МПа	2,4
Максимально допустима температура теплоносія	°С	120
Інтервал водневого показника теплоносія	pH	6,5 – 9
Внутрішній об'єм секції	л	0,42
Маса однієї секції	кг	1,57
Відстань між осями приєднувальних трубопроводів	мм	500
Висота секції		577
Ширина секції	мм	80
Глибина секції		97
Площа зовнішньої поверхні нагріву	м <sup>2</sup>	0,426
Номінальний коефіцієнт тепловіддачі	Вт/(м <sup>2</sup> °С)	6,579
Приєднувальна різь	-	G 1"
Кліматичне виконання	-	УХЛ
Умови експлуатації по ГОСТ 15150	-	1
Термін служби	років	50

Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання  
08-12.3ПП.113.00.00-К

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01  
на влаштування системи тепlopостачання**

**Обґрунтування ефективного технологічного устаткування для використання комбінованих джерел теплової енергії в системах тепlopостачання**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 1418,303 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 4,48678 тис.люд.год.  
Кошторисна заробітна плата 310,757 тис. грн.  
Середній розряд робіт 4,0 розряд

Складений в поточних цінах станом на "25 листопада" 2021 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Розділ 1. Система опалення</b>											
1	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном	комплект	3	697,46	-	2092	73	-	0,3600	1,08
			т		24,29	-			-	-	-
2	EH26-6-1	Ізоляція трубопроводів діаметром до 76 мм шнурами мінераловатними, товщина ізоляційного шару 40 мм	10 м	21	45,38	2,45	953	902	51	0,6460	13,57
					42,93	0,96			20	0,0146	0,31
3	C113-2450 варіант 1	Ізоляція для труб "CLIMAFLEX" для труб діам. 68 мм	м	20	67,94	-	1359	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
4	E16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм	100м	9,85	131,13	0,97	1292	1282	10	1,6440	16,19
					130,16	0,19			2	0,0030	0,03
5	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	шт	5	1478,74	68,30	7394	6740	342	21,3200	106,6
					1348,06	25,35			127	0,3872	1,94
6	& C1630-1162-1	Насоси циркуляційні	шт	5	2448,48	-	12242	-	-	-	-
					-	-			-	-	-



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	шт	5	<u>170,26</u> 154,14	<u>4,97</u> 1,62	851	771	<u>25</u> 8	<u>2,4100</u> 0,0248	<u>12,05</u> 0,12
8	C1630-671 варіант 1	Крани кульові, діаметр 32 мм	шт	5	<u>659,84</u> -	-	3299	-	-	-	-
9	E16-15-1	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 25 мм	шт	14	<u>172,04</u> 154,14	<u>5,68</u> 2,04	2409	2158	<u>80</u> 29	<u>2,4100</u> 0,0312	<u>33,74</u> 0,44
10	C1630-670 варіант 1	Крани кульові, діаметр 20 мм	шт	14	<u>560,99</u> -	-	7854	-	-	-	-
11	E18-22-5	Установлення кранів повітряних	комплек т	13	<u>14,14</u> 13,89	-	184	181	-	<u>0,2000</u> -	<u>2,6</u> -
12	& C1630- 1432-2	Крани для спуску повітря, діаметр 15 мм	шт	13	<u>35,86</u> -	-	466	-	-	-	-
13	E18-6-2	Установлення радіаторів сталевих	100кВт	0,13	<u>8682,08</u> 5910,18	<u>1079,51</u> 421,52	1129	768	<u>140</u> 55	<u>96,9200</u> 6,4372	<u>12,6</u> 0,84
14	& C130-559- 1	Радіатори алюмінієві	кВт	130	<u>646,28</u> -	-	84016	-	-	-	-
15	E16-14-4	Прокладання трубопроводів із металопластикових труб зовнішнім діаметром до 40 мм	100м	0,16	<u>15636,16</u> 15259,22	<u>376,94</u> 147,18	2502	2441	<u>61</u> 24	<u>229,6000</u> 2,2477	<u>36,74</u> 0,36
16	C113-1900 варіант 1	Труби металопластикові Ду 32х3 мм	м	16	<u>253,43</u> -	-	4055	-	-	-	-
17	E16-14-3	Прокладання трубопроводів із металопластикових труб зовнішнім діаметром до 32 мм	100м	0,06	<u>11781,20</u> 11444,41	<u>336,79</u> 131,51	707	687	<u>20</u> 8	<u>172,2000</u> 2,0083	<u>10,33</u> 0,12
18	C113-1899 варіант 1	Труби металопластикові Ду 26х3 мм	м	6	<u>173,11</u> -	-	1039	-	-	-	-
19	E16-14-2	Прокладання трубопроводів із металопластикових труб зовнішнім діаметром до 25 мм	100м	0,66	<u>14562,12</u> 14060,28	<u>501,84</u> 195,95	9611	9280	<u>331</u> 129	<u>211,5600</u> 2,9925	<u>139,63</u> 1,98
20	C113-1898 варіант 1	Труби металопластикові Ду 20х2 мм	м	66	<u>91,13</u> -	-	6015	-	-	-	-
21	E16-14-1	Прокладання трубопроводів із металопластикових труб зовнішнім діаметром до 20 мм	100м	8,09	<u>18664,64</u> 17875,08	<u>789,56</u> 308,30	150997	144609	<u>6388</u> 2494	<u>268,9600</u> 4,7082	<u>2175,89</u> 38,09
22	C113-1897 варіант 1	Труби металопластикові Ду 16х2 мм	м	809	<u>70,60</u> -	-	57115	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	E18-15-1	Установлення гребінок пароводорозподільних зі сталевих труб, зовнішній діаметр корпусу 108 мм	шт	2	<u>794,18</u> 736,65	<u>43,62</u> 16,25	1588	1473	<u>87</u> 33	<u>11,2500</u> 0,2482	<u>22,5</u> 0,5
24	& C130-254-1	Гребінки розподільні	шт	2	<u>1836,22</u> -	-	3672	-	-	-	-
25	E16-11-1	Прокладання трубопроводів обв'язки котлів, водонагрівників та насосів зі сталевих безшовних і електрозварних труб діаметром до 40 мм	100м	0,12	<u>10163,81</u> 4199,34	<u>205,20</u> 80,12	1220	504	<u>25</u> 10	<u>61,3400</u> 1,2236	<u>7,36</u> 0,15
26	E18-5-1	Установлення водопідігрівників ємкісних місткістю до 1 м3	шт	1	<u>1770,32</u> 1389,80	<u>231,15</u> 86,95	1770	1390	<u>231</u> 87	<u>21,9800</u> 1,3283	<u>21,98</u> 1,33
27	C130-10 варіант 1	Баки розширювальні 30л	шт	1	<u>1153,38</u> -	-	1153	-	-	-	-
28	E18-3-1	Установлення теплообмінника поверхню нагріву однієї секції до 4 м2	шт	3	<u>1340,16</u> 911,48	<u>302,22</u> 115,27	4020	2734	<u>907</u> 346	<u>13,9200</u> 1,7608	<u>41,76</u> 5,28
29	& C1630-681-1	Теплообмінники	м	3	<u>714,41</u> -	-	2143	-	-	-	-
30	E18-5-1	Установлення водопідігрівників ємкісних місткістю до 1 м3	шт	1	<u>1770,32</u> 1389,80	<u>231,15</u> 86,95	1770	1390	<u>231</u> 87	<u>21,9800</u> 1,3283	<u>21,98</u> 1,33
31	& C1630-255-1 варіант 1	Буферна ємність системи опалення	шт	1	<u>31167,99</u> -	-	31168	-	-	-	-
32	E18-2-1	Установлення теплового насосу	шт	1	<u>6190,03</u> 4825,14	<u>995,48</u> 383,56	6190	4825	<u>995</u> 384	<u>75,4400</u> 5,8582	<u>75,44</u> 5,86
33	& C130-433-1	Тепловий насос	шт	1	<u>274737,96</u> -	-	274738	-	-	-	-
34	M8-102-1	Монтаж шафи керування або регулювання	шафа	1	<u>1809,07</u> 1361,98	<u>260,96</u> 101,90	1809	1362	<u>261</u> 102	<u>20,8000</u> 1,5561	<u>20,8</u> 1,56
35	& 290319-6145-5 варіант 1	Перетворювач частоти АВВ АСS580	шт	1	<u>15303,39</u> -	-	15303	-	-	-	-
Разом прямі витрати по розділу 1							704125	183570	<u>10185</u> 3945		<u>2772,84</u> 60,24
Разом будівельні роботи, грн.							704125				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.							510370				
всього заробітна плата, грн.							187515				
Загальновиробничі витрати, грн.							103908				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.							289,74				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							29401				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>808033</b>				
		-----									
		<b>Всього по розділу 1</b>					<b>808033</b>				
		<b>Розділ 2. Система геліоустановок</b>									
36	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном	комплек т	2	<u>666,82</u> 24,29	-	1334	49	-	<u>0,3600</u> -	<u>0,72</u> -
37	E18-3-1	Установлення водопідігрівників швидкісних односекційних поверхнею нагріву однієї секції до 4 м2	шт	1	<u>1340,16</u> 911,48	<u>302,22</u> 115,27	1340	911	<u>302</u> 115	<u>13,9200</u> 1,7608	<u>13,92</u> 1,76
38 & C1630-255-2		Теплоакумулюючий бак 300 л	шт	1	<u>5129,35</u> -	-	5129	-	-	-	-
39	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	шт	3	<u>1649,99</u> 1348,06	<u>68,30</u> 25,35	4950	4044	<u>205</u> 76	<u>21,3200</u> 0,3872	<u>63,96</u> 1,16
40 & C1630-1162-1		Насоси циркуляційні	шт	3	<u>2550,48</u> -	-	7651	-	-	-	-
41	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	шт	6	<u>234,74</u> 154,14	<u>24,87</u> 8,12	1408	925	<u>149</u> 49	<u>2,4100</u> 0,1242	<u>14,46</u> 0,75
42 & C1630-670-2		Крани кульові, діаметр 25 мм	шт	6	<u>255,45</u> -	-	1533	-	-	-	-
43	E16-6-1	Прокладання трубопроводів опалення зі мідних труб діаметром 15 мм	100м	0,22	<u>3301,37</u> 3153,49	<u>118,81</u> 44,24	726	694	<u>26</u> 10	<u>48,7100</u> 0,6758	<u>10,72</u> 0,15
44	C113-1	Труби мідні, діаметр 15 мм в ізоляції	м	22	<u>173,49</u> -	-	3817	-	-	-	-
45	E16-6-2	Прокладання трубопроводів опалення зі мідних труб діаметром 20 мм	100м	0,1	<u>3305,61</u> 3153,49	<u>118,81</u> 44,24	331	315	<u>12</u> 4	<u>48,7100</u> 0,6758	<u>4,87</u> 0,07
46	C113-2	Труби мідні, діаметр 18 мм в ізоляції	м	10	<u>205,79</u> -	-	2058	-	-	-	-
47	GK1-2-1	Монтаж опорної конструкції і устаткування сонячних колекторів	10 м2	0,9	<u>7972,31</u> 3992,36	<u>257,88</u> 85,82	7175	3593	<u>232</u> 77	<u>65,4700</u> 1,2895	<u>58,92</u> 1,16
48 & 1517-2080-11		Колектор трубчастий Vitosol D30	шт	3	<u>5524,05</u> -	-	16572	-	-	-	-
		Разом прямі витрати по розділу 2					54024	10531	<u>926</u> 331		<u>167,57</u> 5,05
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					54024				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					42567				
		всього заробітна плата, грн.					10862				
		Загальновиборничі витрати, грн.					5883				
		трудомісткість в загальновиборничих витратах, люд.год.					16,93				
		заробітна плата в загальновиборничих витратах, грн.					1719				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>59907</b>				
		-----									
		<b>Всього по розділу 2</b>					<b>59907</b>				
		<b>Розділ 3. Система опалення теплиці</b>									
49	E18-5-1	Установлення водопідігрівників ємкісних місткістю до 1 м3	шт	1	<u>1770,32</u> 1389,80	<u>231,15</u> 86,95	1770	1390	<u>231</u> 87	<u>21,9800</u> 1,3283	<u>21,98</u> 1,33
50	& C1630-255-1	Ємкісні водонагрівача	шт	1	<u>31167,99</u> -	<u>-</u> -	31168	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
51	E16-11-1	Прокладання трубопроводів обв'язки котлів, водонагрівників та насосів зі сталевих безшовних і електрозварних труб діаметром до 40 мм	100м	0,24	<u>10163,81</u> 4199,34	<u>205,20</u> 80,12	2439	1008	<u>49</u> 19	<u>61,3400</u> 1,2236	<u>14,72</u> 0,29
52	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	шт	4	<u>234,74</u> 154,14	<u>24,87</u> 8,12	939	617	<u>99</u> 32	<u>2,4100</u> 0,1242	<u>9,64</u> 0,5
53	C1630-671 варіант 1	Крани кульові, діаметр 32 мм	шт	2	<u>659,84</u> -	<u>-</u> -	1320	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
54	C1630-670 варіант 1	Крани кульові, діаметр 20 мм	шт	2	<u>560,99</u> -	<u>-</u> -	1122	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
55	E16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм	100м	0,24	<u>131,23</u> 130,16	<u>0,97</u> 0,19	31	31	<u>-</u> -	<u>1,6440</u> 0,0030	<u>0,39</u> -
56	EH26-2-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм конструкціями теплоізоляційними комплектними на основі циліндрів мінераловатних на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 40 мм	10м	2,4	<u>31,22</u> 20,68	<u>3,57</u> 1,39	75	50	<u>9</u> 3	<u>0,3310</u> 0,0213	<u>0,79</u> 0,05
57	C113-2443 варіант 1	Ізоляція для труб труб "CLIMAFLEX" для труб діам. 28 мм	м	24	<u>23,11</u> -	<u>-</u> -	555	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
58	PH16-44-1	Укладання труб каналізаційних азбестоцементних діаметром 100 мм в траншеї з розпорами	100м	0,16	<u>13547,87</u> 3558,79	<u>35,69</u> 13,93	2168	569	<u>6</u> 2	<u>58,3600</u> 0,2128	<u>9,34</u> 0,03	
59	E20-3-1	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, діаметром до 200 мм	100м <sup>2</sup>	0,23	<u>73246,58</u> 15579,72	<u>248,20</u> 92,24	16847	3583	<u>57</u> 21	<u>261,8000</u> 1,4090	<u>60,21</u> 0,32	
60	E20-35-1	Установлення тепловентилляторів масою до 0,1 т	шт	1	<u>1890,58</u> 240,12	<u>78,48</u> 29,04	1891	240	<u>78</u> 29	<u>4,1400</u> 0,4436	<u>4,14</u> 0,44	
61	E18-22-2	Монтаж щита управління з приладами	комплек т	1	<u>34,35</u> 24,29	<u>-</u> -	34	24	<u>-</u> -	<u>0,3600</u> -	<u>0,36</u> -	
Разом прями витрати по розділу 3							60359	7512	<u>529</u> 193		<u>121,57</u> 2,96	
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>							60359					<b>64712</b>
<b>Всього по розділу 3</b>							<b>64712</b>					
<b>Розділ 4. Влаштування земляних зондів та теплообмінника стічних вод</b>												
62	E4-8-1 тех.ч. п.1.3.1 к=0,9	Роторне буріння свердловин із прямою промивкою установками з дизельним двигуном глибиною буріння до 50 м у ґрунтах групи 1 /застосування доліт діаметром до 150мм/	100м	0,04	<u>4404,13</u> 2694,71	<u>1506,01</u> 481,22	176	108	<u>60</u> 19	<u>43,6320</u> 6,3140	<u>1,75</u> 0,25	
63	E4-8-2 тех.ч. п.1.3.1 к=0,9	Роторне буріння свердловин із прямою промивкою установками з дизельним двигуном глибиною буріння до 50 м у ґрунтах групи 2 /застосування доліт діаметром до 150мм/	100м	0,68	<u>4949,15</u> 2109,26	<u>2448,72</u> 776,60	3365	1434	<u>1665</u> 528	<u>33,3585</u> 10,1662	<u>22,68</u> 6,91	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64	E4-8-3 тех.ч. п.1.3.1 к=0,9	Роторне буріння свердловин із прямою промивкою установками з дизельним двигуном глибиною буріння до 50 м у ґрунтах групи 3 /застосування доліт діаметром до 150мм/	100м	0,88	<u>9167,99</u> 3761,84	<u>4287,41</u> 1352,74	8068	3310	<u>3773</u> 1190	<u>59,4945</u> 17,6796	<u>52,36</u> 15,56
65	E4-8-5 тех.ч. п.1.3.1 к=0,9	Роторне буріння свердловин із прямою промивкою установками з дизельним двигуном глибиною буріння до 50 м у ґрунтах групи 5 /застосування доліт діаметром до 150мм/	100м	0,28	<u>21368,98</u> 8436,58	<u>9896,93</u> 3110,41	5983	2362	<u>2771</u> 871	<u>131,9040</u> 40,6016	<u>36,93</u> 11,37
66	E4-8-7 тех.ч. п.1.3.1 к=0,9	Роторне буріння свердловин із прямою промивкою установками з дизельним двигуном глибиною буріння до 50 м у ґрунтах групи 7 /застосування доліт діаметром до 150мм/	100м	0,12	<u>39260,18</u> 17846,97	<u>21413,21</u> 6718,89	4711	2142	<u>2569</u> 806	<u>272,5560</u> 87,6602	<u>32,71</u> 10,52
67	E4-46-1 тех.ч. п.1.3.12 к=0,9	Кріплення свердловин, при роторному бурінні установками і агрегатами на базі автомобілів, трубами з муфтовим з'єднанням, глибина свердловини до 50 м, група ґрунтів за стійкістю 1 /трубами із зовнішнім діаметром до 200 мм/	10м	20	<u>207,08</u> 134,89	<u>72,19</u> 22,62	4142	2698	<u>1444</u> 452	<u>2,0835</u> 0,2950	<u>41,67</u> 5,9
68	E4-39-6	Ударно-обертальне буріння свердловин глибиною буріння до 50 м у ґрунтах групи 9	100м	2	<u>10999,88</u> 3326,61	<u>507,03</u> 184,95	22000	6653	<u>1014</u> 370	<u>45,9350</u> 3,1889	<u>91,87</u> 6,38
69	E4-51-1 тех.ч. п.1.3.14 к=0,9	Витягання труб із свердловини установками роторного буріння, глибина свердловини до 200 м, група ґрунтів за стійкістю 1 /обсадних, зовнішнім діаметром до 200 мм/	10м	20	<u>405,16</u> 218,32	<u>186,84</u> 58,54	8103	4366	<u>3737</u> 1171	<u>3,2850</u> 0,7635	<u>65,7</u> 15,27
70	E4-47-1 тех.ч. п.1.3.12 к=0,9	Кріплення свердловин, при роторному бурінні установками і агрегатами на базі автомобілів, трубами зі зварним з'єднанням, глибина свердловини до 50 м, група ґрунтів за стійкістю 1 /трубами із зовнішнім діаметром до 200 мм/	10м	40	<u>509,14</u> 286,09	<u>215,99</u> 59,12	20366	11444	<u>8640</u> 2365	<u>4,4730</u> 0,7722	<u>178,92</u> 30,89
71	C113-398	Труби сталеві безшовні гарячедеформовані із сталі марки 15, 20, 25, зовнішній діаметр 102 мм, товщина стінки 5,5 мм	м	400	<u>379,27</u> -	- -	151708	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
72	E4-54-1 тех.ч. п.1.3.15 к=0,98	Цементация затрубного простору комплектм бурового обладнання і цементациейною установкою при витратах сухої суміші на 1 м цементування частини свердловини до 400 кг або більше 400 кг при роторному бурінні установками, глибина посадки колони, що цементується, до 50 м /при зовнішньому діаметрі труб до 200 мм/	колона	4	<u>1429,42</u> 438,60	<u>990,82</u> 314,42	5718	1754	<u>3964</u> 1258	<u>6,6983</u> 4,1167	<u>26,79</u> 16,47
73	C111-1348	Портландцемент тампонажний бездобавковий	т	1,8	<u>3467,10</u> -	-	6241	-	-	-	-
74	E4-49-2	Вільний спуск або підняття труб у трубах більшого діаметра при бурінні обертальному установками і агрегатами на базі автомобілів вантажопідйомністю 12,5 т, зі з'єднанням труб зварним	10м	40	<u>274,51</u> 109,88	<u>155,22</u> 49,60	10980	4395	<u>6209</u> 1984	<u>1,7378</u> 0,6577	<u>69,51</u> 26,31
75	C113-376	Труби сталеві безшовні гарячедеформовані із сталі марки 15, 20, 25, зовнішній діаметр 76 мм, товщина стілки 5 мм	м	400	<u>206,64</u> -	-	82656	-	-	-	-
76	C113-133	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 40 мм, товщина стінки 2,5 мм	м	400	<u>56,14</u> -	-	22456	-	-	-	-
77	EH26-2-7	Ізоляція трубопроводів діаметром 40 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 9 мм	10м	40	<u>69,52</u> 45,37	<u>8,03</u> 3,14	2781	1815	<u>321</u> 126	<u>0,7260</u> 0,0479	<u>29,04</u> 1,92
78	C113-2449	Ізоляція для труб "SANFLEX" діам. труби- ізоляції 2"-63 мм товщиною 9 мм	м	400	<u>56,09</u> -	-	22436	-	-	-	-
79	EH22-40-2	Приварювання фланців до сталевих трубопроводів діаметром 80 мм	шт	1	<u>338,23</u> 55,80	<u>71,79</u> 1,41	338	56	<u>72</u> 1	<u>0,7400</u> 0,0215	<u>0,74</u> 0,02
80	EH22-40-6 застосов	Герметизація	шт	1	<u>783,64</u> 172,67	<u>250,44</u> 4,91	784	173	<u>250</u> 5	<u>2,2900</u> 0,0750	<u>2,29</u> 0,08
81	E16-6-3 застосован о	Прокладання трубопроводів із мідних труб діаметром 22 мм	100м	1,2	<u>3306,06</u> 3153,49	<u>118,81</u> 44,24	3967	3784	<u>143</u> 53	<u>48,7100</u> 0,6758	<u>58,45</u> 0,81
82	& C113-3-1	Труби мідні діаметр 22x1 мм	м	120	<u>297,59</u> -	-	35711	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
83	ЕН26-4-1 застосовано	Ізоляція трубопроводів діаметром 28 мм виробами /сегментами/ мінераловатними на бітумному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 200 мм	10м	12	<u>295,62</u> 42,56	<u>6,42</u> 2,51	3547	511	<u>77</u> 30	<u>0,6500</u> 0,0383	<u>7,8</u> 0,46
84	Е1-13-5	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 0,25 м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,01979	<u>22936,83</u> 978,57	<u>21958,26</u> 7642,26	454	19	<u>435</u> 151	<u>18,5300</u> 110,0580	<u>0,37</u> 2,18
85	Е1-164-2 тех.ч. п.1.3.180 к=1,2	Доробка вручну, зачищення дна і стінок вручну з викидом ґрунту в котлованах і траншеях, розроблених механізованим способом	100м3	0,00612	<u>16223,22</u> 16223,22	- -	99	99	- -	<u>314,1600</u> -	<u>1,92</u> -
86	Е1-166-1	Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям, група ґрунтів 1	100м3	0,108	<u>7651,89</u> 7651,89	- -	826	826	- -	<u>150,4500</u> -	<u>16,25</u> -
87	ЕН22-41-1	Улаштування круглих колодязів зі збірного залізобетону у сухих ґрунтах	10м3	0,352	<u>9380,85</u> 8436,14	- -	3302	2970	- -	<u>141,7600</u> -	<u>49,9</u> -
88	К585521- Л005 варіант 2	Кільця КС10.9 залізобетонні	шт	6	<u>955,71</u> -	- -	5734	-	- -	- -	- -
89	К585521- Л032 варіант 2	Плити покриття ПП10-2 залізобетонні	шт	6	<u>756,44</u> -	- -	4539	-	- -	- -	- -
90	К585521- Л036 варіант 2	Плити покриття 1ПП15-2 залізобетонні	шт	2	<u>1935,22</u> -	- -	3870	-	- -	- -	- -
91	К585521- Л008 варіант 2	Кільця КС15.9 залізобетонні	шт	2	<u>1778,99</u> -	- -	3558	-	- -	- -	- -
92	К585521- Л052 варіант 2	Кільця опорні КО6 залізобетонні	шт	4	<u>338,72</u> -	- -	1355	-	- -	- -	- -
93	С113-754 варіант 2	Люк полімер-піщаний	шт	4	<u>277,60</u> -	- -	1110	-	- -	- -	- -
Разом прямі витрати по розділу 4							451084	50919	<u>37144</u> 11380		<u>787,65</u> 151,3
Разом будівельні роботи, грн.							451084				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.							363021				
всього заробітна плата, грн.							62299				



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					34566 98,57 10002 <b>485650</b>				
		----- <b>Всього по розділу 4</b>					<b>485650</b>				
		Разом прямі витрати по кошторису					1269592	252532	<u>48784</u> 15849		<u>3849,63</u> 219,55
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					1269592  968276 268381 148711 417,6 42376 <b>1418303</b>				
		----- <b>Всього по кошторису</b>					<b>1418303</b>				
		<b>Кошторисна трудоємність, люд.год.</b> <b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>					<b>4486,78</b> <b>310757</b>				

Склав

\_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Перевірив

\_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]