

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Пояснювальна записка

до дипломного проекту
бакалавра

на тему **Забезпечення тепловою енергією індивідуального 2-х поверхового житлового будинку в м. Одеса**

Виконав: студент 4 курсу,
групи 401НТ
спеціальності
144 Теплоенергетика
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)
Шнейдер С.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник Гічов Ю.О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Зав.кафедрою Голік Ю.С.
(прізвище та ініціали)

Полтава - 2022 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. Вихідні дані	5
2. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій.....	6
3. Визначення повітрообмінів у приміщеннях	9
3.1. Визначення розмірів каналів та решіток для систем гравітаційної вентиляції:	12
3.2 Аеродинамічний розрахунок систем гравітаційної вентиляції	14
3.3 Аеродинамічний розрахунок систем механічної вентиляції	18
3.4 Підбір витяжного нагнітача (вентилятора) систем механічної вентиляції	22
4. Визначення теплової потужності системи опалення	23
4.1. Проектні втрати тепла опалювального простору	23
4.2. Проектне теплове навантаження всієї будівлі	23
4.3. Проектні втрати тепла за рахунок теплопередачі	23
4.4. Втрати тепла безпосередньо назовні.....	24
4.5. Розрахунок проектних втрат тепла до ґрунту	24
4.5.1 Коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі до ґрунту	24
4.5.2. Визначення характеристичного розміру підлоги	25
4.5.3. Рівноважний коефіцієнт теплопередачі	25
4.6. Проектні вентиляційні втрати тепла	26
4.6.1. Коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла.....	27
4.7 Витрати теплоносія в системі опалення.....	27
4.8 Результати розрахунку	28
5. Гідравлічний розрахунок системи водяного опалення	44
6. Розрахунок опалювальних приладів	47
7. Результати розрахунків	49
8. Підбір обладнання теплогенераторної	80
8. Потенціал використання сонячних колекторів в індивідуальному житловому будинку	82
9. Вибір Котла	91
Література.....	95

Шнейдер С.В. Забезпечення тепловою енергією індивідуального 2-х поверхового житлового будинку в м. Одеса: каліф. робота бакалавра. Спеціальність 144 "Теплоенергетика".- Полтава : Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2022. -95с.

АНОТАЦІЯ

Дипломну роботу першого (бакалаврського рівня) вищої освіти зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» присвячено розрахунку забезпечення тепловою енергією індивідуального 2-х поверхового житлового будинку в м. Одеса.

Мета роботи – полягає в забезпеченні тепловою енергією індивідуального споживача, потенціалу використання сонячних колекторів.

Ключові слова: теплопередача, теплопровідність, теплоємність, опалення, вентиляція, тепла потужність, Danfoss, Oventrop, сонячний колектор.

ВСТУП

Тема про забезпечення індивідуальною тепловою енергією житлових будинків є вкрай важливою в наш час, адже з кожним роком, якщо брати глобально, якість життя покращується, все більше людей мріють про комфортний, теплий, затишний дім.

В данному дипломному проекті представлено розрахунок забезпечення індивідуальною тепловою енергією двоповерхового будинку в місті Одеса. Обрано стандартний житловий будинок, коттедж, з мансандровим поверхом. В данному проекті представлено розрахунок системи гравітаційної вентиляції та механічної, розрахунок тепловтрат, який проведено за європейськими нормами завдяки програмі Oventrop OZC 5.0.

Щодо системи опалення, законструйована двотрубна тупикова система опалення з поєднанням з системою напільного обігріву (тепла підлога). Розрахунок системи опалення проведено завдяки програмі Danfoss C.O. 3.8.

Також наведений розрахунок необхідної кількості теплоти на потреби гарячого водопостачання.

Розглянуто потенціал використання сонячної енергії для потреб забезпечення тепловою енергією.

1. Вихідні дані

Вихідними даними данного дипломного проекту є викреслені схеми які представлено на аркуші №1, де показано креслення житлового будинку з кількостями поверхів, відмітками ґрунту, першого та другого поверхів, висота приміщень, товщини підлоги, перекриттів, покрівлі, також розміри таких огорожувальних конструкцій як вікна та зовнішні двері. Та на аркуші №2 де показано план будинку, з площею приміщень, товщинами стін.

Кліматологічні дані взято згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-2010. В розрахунках фігурують такі параметри як температура найбільш холодної п'яти денки забезпеченістю 0,92, розрахункова швидкість вітру в холодний період року. Також ці дані обрані в програмі Oventrop де була визначена теплова потужність системи опалення.

2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Мета теплотехнічного розрахунку – визначити нормативний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій та товщину теплової ізоляції для масивних огорож; підібрати конструкцію заповнення вікон і дверей.

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції повинен бути не менше необхідного опору теплопередачі конструкції:

$$R_o \geq R_{q \min}, \quad (2.1)$$

де R_o - опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
 $R_{q \min}$ – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції (значення приймаємо згідно ДБН В.2.6-31:2016), $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

Нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції визначається відповідно до показника градусо-днів опалювального періоду за формулою:

$$\text{ГДОП} = Z_{\text{оп}} \cdot (T_{\text{int},i} - T_{\text{m heat},e}), \quad (2.2)$$

де $Z_{\text{оп}}$ – тривалість опалювального періоду (при середньорічній температурі повітря $\leq + 8\text{°C}$); $T_{\text{int},i}$ – температура внутрішнього повітря будівлі, °C ; $T_{\text{m heat},e}$ – середня температура опалювального періоду, °C ; Значення для $Z_{\text{оп}}$ та $T_{\text{m heat},e}$ приймаємо згідно ДСТУ-Н Б В.1.1.-2010.

$$\text{ГДОП} = 158 \cdot (20 - 1,58) = 2910 \text{ градусо} - \text{днів}, \quad (2.3)$$

де перша кліматична зона – більше ніж 3501 градусо-днів; друга – менше ніж 3500 градусо-днів.

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції обчислюється за формулою (2.4):

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ym}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

де $\alpha_{\text{в}}$, $\alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнти теплообміну біля внутрішньої і зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ (значення приймаємо згідно ДСТУ Б В.2.6-189:2013); $\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ - сума термічних опорів шарів огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; δ_i і λ_i – товщина (м) і теплопровідність ($\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$) шару огорожувальної конструкції.

Значення теплопровідності λ приймаємо згідно з ДСТУ Б В.2.6-189:2013. При теплотехнічному розрахунку товщина утеплювача приймається за формулою (2.5):

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \cdot \left(R_{q \min} - \frac{1}{\alpha_e} - \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} - \frac{1}{\alpha_s} \right), \text{ м,}$$

Теплофізичні характеристики конструкції зовнішньої стіни наведено у табл. 1.1

Таблиця 1.1 - Теплофізичні характеристики будівельних матеріалів для стін будинку

Найменування матеріалу	Розрахункові характеристики	
	λ , Вт/(м·К)	δ , м
Пінополістирол	0,045	0,1
Керамзитобетон	0,37	0,39
Розчин вапняно-піщаний	0,7	0,01

Для зовнішньої стіни товщина утеплювача буде складати:

$$\delta_{ym} = 0,045 \cdot \left(2,8 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,39}{0,37} + \frac{0,01}{0,7} - \frac{1}{23} \right) = 0,07 \text{ м} \sim 0,1 \text{ м}$$

Опір теплопередачі зовнішньої стіни складатиме:

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,39}{0,37} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{23} = 3,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Згідно рівняння (2.1) $3,45 > 2,8$, отже, умова виконана.

Теплофізичні характеристики конструкції покрівлі наведено у табл. 1.2

Таблиця 1.2 - Теплофізичні характеристики будівельних матеріалів для покрівлі

Найменування матеріалу	Розрахункові характеристики	
	λ , Вт/(м·К)	δ , м
Лист азбестоцементний	0,35	0,01
Рубероїд	0,18	0,003
Мінеральна вата на базальт.вол.	0,049	0,2
Плівка пароізоляційна	0,3	0,003
Гіпсокартон	0,35	0,095
Розчин вапняно-піщаний	0,7	0,01

Для покрівлі товщина утеплювача складатиме:

$$\begin{aligned}\delta_{ym} &= 0,049 \cdot \left(4,5 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,01}{0,35} + \frac{0,003}{0,18} + \frac{0,003}{0,3} + \frac{0,095}{0,35} + \frac{0,01}{0,7} - \frac{1}{23} \right) \\ &= 0,23 \sim 0,2 \text{ м}\end{aligned}$$

Опір теплопередачі покрівлі складатиме:

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,35} + \frac{0,003}{0,18} + \frac{0,2}{0,049} + \frac{0,003}{0,3} + \frac{0,095}{0,35} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{23} = 4,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Згідно рівняння (2.1) $4,8 > 4,5$, отже, умова виконана.

Теплофізичні характеристики таких огорожувальних конструкцій як: зовнішні двері, світлопрозорі огорожувальні конструкції прийняті як мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлового будинку $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ залежно від температурної другої зони. Для світлопрозорих огорожувальних конструкцій $R_{q \min} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, для зовнішніх дверей $R_{q \min} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

3. Визначення повітрообмінів у приміщеннях

Повітрообмін за припливом та витяжкою визначають за нормативними показниками: кратність обміну повітря, питомий повітрообмін на одну одиницю (1 м^2 площі підлоги, один сантехнічний прилад, одну людину), залежно від призначення будинку та приміщення. Для основних приміщень житлових будинків розрахункові температури в холодний період року і кратність повітрообміну беруть з ДБН В.2.2-15:2019.

Повітрообмін у житлових будинках визначається за нормативами для кухонь, ванних та туалетів і не повинен бути меншим, ніж потрібно для житлових кімнат. Також передбачається що повітря інфільтрується через вікна і видаляється через канали в кухнях, ванних та туалетах. В даній роботі відпрацьоване повітря системи гравітаційної та механічної витяжної вентиляції виводиться назовні через приміщення 102 в якому розташовано два канали гравітаційної витяжної вентиляції ВК1, ВК2 розмірами 140×270 мм з витратою повітря $93,25 \text{ м}^3/\text{год}$, та ВП1 для механічної витяжної вентиляції з витратою повітря $90 \text{ м}^3/\text{год}$, з діаметром повітропроводу 100 мм. Через приміщення 103 в якому розташовано два канали гравітаційної витяжної вентиляції ВК3, ВК4 розмірами 140×270 мм з витратою повітря $93,25 \text{ м}^3/\text{год}$. Для приміщень другого поверху відпрацьоване повітря виводиться назовні за допомогою системи механічної витяжної вентиляції, розташованого в приміщенні 203 в якому розташований повітропровід ВП2 з витратою повітря $310 \text{ м}^3/\text{год}$, діаметром 200 мм.

Витрата повітря визначається за формулою (3.0):

$$L = A \cdot h \cdot k, \text{ м}^3/\text{год},$$

де A - площа приміщення в світлі стін, м^2 ; h - висота приміщення в світлі перекриттів, k - величина кратності повітрообміну.

Запроектована к-сть мешканців в дипломній роботі – 4.

Витрата повітря за припливом для приміщення 101 – Спальня складатиме:

$$L = 12,66 \cdot 2,64 \cdot 0,8 = 26,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

Запроектована к-сть людей в приміщенні – 2. Виконуємо перерахунок орієнтуючись на значення мінімальної рекомендованої к-сті повітря на 1 людину яка складає $30 \text{ м}^3/\text{год}$, тоді:

$$L = 30 \cdot 2 = 60 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата повітря за припливом для приміщення 102 – Кухня-їдальня складатиме:

$$L = 18,62 \cdot 2,64 \cdot 0,8 = 26,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Запроектована к-сть людей в приміщенні – 4. Виконуємо перерахунок орієнтуючись на значення мінімальної рекомендованої к-сті повітря на 1 людину яка складає $30 \text{ м}^3/\text{год}$, тоді:

$$L = 30 \cdot 4 = 120 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата повітря за витяжкою для приміщення 102 – Кухня-їдальня обладнаною газовою плитою нормована та складає $90 \text{ м}^3/\text{год}$.

Витрата повітря за витяжкою для приміщення 103 – Санвузол нормована та складає $25 \text{ м}^3/\text{год}$.

Витрата повітря за припливом для приміщення 104 – Тепловий вузол, облаштований газовим котлом складатиме:

$$L = 6,06 \cdot 2,64 \cdot 3 = 48 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата повітря за припливом для приміщення 106 – Вітальня складатиме:

$$L = 19,33 \cdot 2,64 \cdot 0,8 = 40,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Запроектована к-сть людей в приміщенні – 4. Виконуємо перерахунок орієнтуючись на значення мінімальної рекомендованої к-сті повітря на 1 людину яка складає $30 \text{ м}^3/\text{год}$, тоді:

$$L = 30 \cdot 4 = 120 \text{ м}^3/\text{год}$$

Сумарна витрата повітря для приміщень першого поверху складатиме:

$$L_1 = 60 + 120 + 90 + 25 + 48 + 120 = 463 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата повітря для приміщення 201 – Кабінет складатиме:

$$L = 12,66 \cdot 4,11 \cdot 0,8 = 41,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата повітря за припливом для приміщення 202 – Спальня складатиме:

$$L = 19,25 \cdot 4,11 \cdot 0,8 = 63,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата повітря за витяжкою для приміщення 203 – Ванна нормована та складає $25 \text{ м}^3/\text{год}$.

Витрата повітря за припливом для приміщення 204 – Спальня складатиме:

$$L = 14,79 \cdot 4,11 \cdot 0,8 = 58,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Запретована к-сть людей в приміщенні – 2. Виконуємо перерахунок орієнтуючись на значення мінімальної рекомендованої к-сті повітря на 1 людину яка складає $30 \text{ м}^3/\text{год}$, тоді:

$$L = 30 \cdot 2 = 60 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата повітря за припливом для приміщення 205 – Вітальня складатиме:

$$L = 19,33 \cdot 4,11 \cdot 0,8 = 71,1 \text{ м}^3/\text{год}$$

Запретована к-сть людей в приміщенні – 4. Виконуємо перерахунок орієнтуючись на значення мінімальної рекомендованої к-сті повітря на 1 людину яка складає $30 \text{ м}^3/\text{год}$, тоді:

$$L = 30 \cdot 4 = 120 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата повітря для приміщень другого поверху поверху складатиме:

$$L_2 = 41,6 + 63,3 + 25 + 60 + 120 = 310 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.1. Визначення розмірів каналів та решіток для систем гравітаційної вентиляції:

Необхідне значення площі живого переізу вентиляційної решітки та каналу розраховують за формулою (3.1):

$$F = \frac{L}{3600 \cdot v}, \text{ м}^2,$$

де L - витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$; v - рекомендована швидкість повітря, $\text{м}/\text{с}$ (для решіток, вертикальних і горизонтальних каналів у межах 0,5-1 $\text{м}/\text{с}$; для вертикальних шахт – 1-1,5 $\text{м}/\text{с}$).

За визначеною площею F призначають розміри каналів і решіток та уточнюють швидкість повітря, згідно формули (4.1.2):

$$v = \frac{L}{3600 \cdot F_c}, \text{ м}/\text{с}$$

де F_c – площа перерізу стандартної решітки чи каналу, м^2 .

Таким чином, визначають швидкість і площу всіх каналів розрахункової гілки.

Розміри стандартних вентиляційних решіток і каналів у цегляних стінах наведені в таблицях 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.1 – Розміри каналів із цегли

Розміри сторін перерізу, см	Площа перерізу, м^2
14×14	0,0196
14×27	0,0378
14×40	0,056
27×27	0,073
27×40	0,108

Таблиця 3.1.2 – Розміри витяжних щілинних решіток

Позначення	Отвір у стінці каналу, см	Зовнішні розміри, мм	Площа живого перерізу, м^2
P150	15×15	190×190	0,0142
P200	20×20	242×242	0,0198

Гравітаційна вентиляція запроєктована для приміщень першого поверху.

В приміщенні 102 – Кухня-їдальня $90 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря буде виводитися на зовні кухонною механічною витяжкою, тоді витрата повітря за витяжкою для системи гравітаційної вентиляції першого поверху складатиме:

$$L = 463 - 90 = 373 \text{ м}^3/\text{год}$$

Передбачено встановлення 4 каналів гравітаційної вентиляції, тоді витрата одного каналу складатиме:

$$L = 373 \div 4 = 93,25 \text{ м}^3/\text{год}$$

Згідно формули (3.1) необхідне значення площі живого перерізу вентиляційної решітки та каналу складатиме:

$$F_k = \frac{93,25}{3600 \cdot 1} = 0,025, \text{ м}^2,$$

Найменші розміри каналів для санвузлів 140×140 , для кухонь 140×270 мм.

Витяжні отвори приміщень розміщуються під стелею на відстані $0,15-0,2$ м від стелі, на них встановлюються вентиляційні решітки.

Уточнюємо швидкість повітря в каналі, згідно формули (3.1.2):

$$v_k = \frac{93,25}{3600 \cdot 0,0378} = 0,69 \text{ м/с}$$

Допускається паралельне встановлення решіток, тоді швидкість повітря в решітці складатиме:

$$v_p = \frac{93,25}{3600 \cdot (2 \cdot 0,0142)} = 0,91 \text{ м/с}$$

3.2 Аеродинамічний розрахунок систем гравітаційної вентиляції

Для уточнення прийнятих розмірів вентиляційних каналів та решіток виконується аеродинамічний розрахунок.

Аеродинамічний розрахунок виконують у такій послідовності: знаходять розрахунковий гравітаційний перепад тиску, який є рушійною силою для переміщення повітря в елементах гравітаційної вентиляції згідно формули (3.2.1):

$$\Delta P_{\Gamma} = g \cdot (H_{\text{ш}} - H_{\text{р}}) \cdot (\rho_{+5} - \rho_{\text{в}}), \text{ Па},$$

де g – прискорення вільного падіння рівне $9,81 \text{ м/с}^2$; $H_{\text{ш}}$ та $H_{\text{р}}$ - позначка відповідного гирла шахти і середини витяжної решітки, м; ρ_{+5} та $\rho_{\text{в}}$ - густина зовнішнього повітря при температурі $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ і густина витяжного повітря при температурі в приміщенні, визначаються за формулою (3.2.2):

$$\rho = \frac{353}{273 + t}, \text{ кг/м}^3$$

Втрати тиску на розрахунковій гілці визначають додаванням втрат тиску на усіх ділянках гілки згідно формули (3.2.3):

$$\Delta P_{\Sigma} = \sum (Rlm + z), \text{ Па},$$

де R – питомі втрати тиску по довжині каналу для турбулентного режиму, Па/м; l - довжина каналу, м; m – коефіцієнт форми каналу; z - втрати тиску у місцевих опорах каналу, Па.

Величину R визначають за формулою (3.2.4):

$$R = 0,0117 \cdot k_e^{0,25} \cdot \frac{v^2}{d_e^{1,25}}, \text{ Па/м}$$

де k_e - абсолютна шорсткість каналу, приймається для цегляних каналів $k_e = 4$; v – швидкість руху повітря у каналі, м/с; d_e – еквівалентний діаметр каналу, м.

Швидкість руху повітря в каналі обчислюється за формулою (3.2.5):

$$v = \frac{L}{3600 \cdot (a \times b)}, \text{ м/с}$$

Еквівалентний діаметр каналу обчислюється за формулою (3.2.6):

$$d_e = \frac{2a \cdot b}{a + b}$$

Коефіцієнт форми каналу обчислюють за формулою (3.2.7):

$$m = 0,565 \cdot \frac{a + b}{\sqrt{ab}}$$

Втрати тиску у місцевих опорах каналу обчислюють за формулою (3.2.8):

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho_v, \text{ Па,}$$

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів по шляху руху повітря згідно таблиці 4.2.1; ρ_v - густина повітря при температурі повітря у каналі, кг/м^3 .

Табл. 3.2.1 – Коефіцієнти місцевих опорів елементів витяжної вентиляції

Елемент системи гравітаційної вентиляції	ξ
Решітка щілинна	2
Решітка щілинна з антмоскітною сіткою	3,8
Коліно з гострими краями (поворот на 90°)	1,2
Втяжна шахта з круглим зонтом	1,3
Втяжна шахта з прямокутним зонтом	1,15

Загальні втрати тиску в розрахунковій гілці повинні бути на 10 – 15 % менші ніж розрахунковий перепад тиску:

$$\Delta P_\Sigma = (0.85 - 0.9) \cdot \Delta P_r, \text{ Па}$$

де 0.85 ÷ 0.9 – коефіцієнт, який урахує 10-15 % запасу циркуляційного тиску на подолання неврахованих опорів.

Результати розрахунку систем гравітаційної витяжної вентиляції імпортовані з файлу exel та представлено в табличній формі в таблицях 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4 та 3.2.5.

Аксонетрична схема гравітаційної витяжної вентиляції зображена на аркуші №5 даного дипломного проекту.

Таблиця 3.2.2 – Розрахунок гравітаційного перепаду тиску

Температура внутрішнього повітря °С	Температура зовнішнього повітря °С	Висота ділянки h , м	Густина внутрішнього повітря ρ_v , кг/м ³	Густина зовнішнього повітря ρ_z , кг/м ³	Гравітаційний перепад тиску ΔP , Па	Абсолютна шорсткість каналу k_e
1	2	3	4	5	6	7
20	4,8	5	1,20	1,27	3,23	4

Таблиця 3.2.3 – Аеродинамічний розрахунок вентиляційних каналів системи гравітаційної вентиляції

№ діл	Витрата повітря L , м ³ /год	Висота ділянки h , м	Розміри сторін перерізу, м		Площа перерізу S , м ²	Еквівалентний діаметр d_e , м	Швидкість повітря u , м/с	Втрати тиску на тертя на 1 м каналу R , Па	Коефіцієнт форми каналу m	Втрати тиску на тертя на ділянці R_{lm} , Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma \xi$	Втрати тиску на місцевих опорах Z , Па	Загальні втрати тиску $R_{lm} + Z$, Па
			4	5									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ВК1	93,25	4,8	0,14	0,27	0,0378	0,18	0,69	0,06	1,19	0,37	2,5	0,71	1,07
ВК2	93,25	4,8	0,14	0,27	0,0378	0,18	0,69	0,06	1,19	0,37	2,5	0,71	1,07
ВК3	93,25	4,8	0,14	0,27	0,0378	0,18	0,69	0,06	1,19	0,37	2,5	0,71	1,07
ВК4	93,25	4,8	0,14	0,27	0,0378	0,18	0,69	0,06	1,19	0,37	2,5	0,71	1,07

Таблиця 3.2.4 – Аеродинамічний розрахунок вентиляційних решіток системи гравітаційної вентиляції

№ діл	Витрата повітря $L, \text{ м}^3/\text{ч}$	шт.	Площа перерізу $S, \text{ м}^2$	Швидкість повітря $u, \text{ м/с}$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma \xi$	Втрати тиску на місцевих опорах $Z, \text{ Па}$	Загальні втрати тиску $R_{lm} + Z, \text{ Па}$
1	2	3	4	5	6	7	8
ВК1	93,25	2	0,0142	0,91	4	2,00	2,00
ВК2	93,25	2	0,0142	0,91	4	2,00	2,00
ВК3	93,25	2	0,0142	0,91	4	2,00	2,00
ВК4	93,25	2	0,0142	0,91	4	2,00	2,00

Таблиця 3.2.5 – Розрахунок нев'язки

№ діл	Сумарні втрати тиску $R_{lm} + Z, \text{ Па}$	Нев'язка %
1	2	3
ВК1	3,08	4,76
ВК2	3,08	4,76
ВК3	3,08	4,76
ВК4	3,08	4,76

3.3 Аеродинамічний розрахунок систем механічної вентиляції

Аеродинамічний розрахунок систем механічної вентиляції проводять з тою самою метою що й для гравітаційних систем вентиляції.

Необхідне значення площі перерізу повітропроводу розраховують за формулою (3.3.1):

$$S = \frac{L}{3600 \cdot v}, \text{ м}^2,$$

де L - витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$; v - рекомендована швидкість повітря, $\text{м}/\text{с}$ (для повітропроводів – 2-5 $\text{м}/\text{с}$).

Необхідне значення площі перерізу повітропроводу для кухонної витяжки складає:

$$S = \frac{90}{3600 \cdot 3} = 0,008 \text{ м}^2$$

Необхідне значення площі перерізу повітропроводу для приміщень другого поверху складає:

$$S = \frac{315}{3600 \cdot 3} = 0,029 \text{ м}^2$$

За визначеною площею S призначають розміри повітропроводів.

Щоб визначити діаметр повітропроводу застосовується формула (3.3.2):

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}, \text{ м},$$

Діаметр повітропроводу кухонної витяжки складатиме:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,008}{3,14}} = 0,1 \text{ м}$$

Діаметр повітропроводу для приміщень другого поверху складатиме:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,029}{3,14}} = 0,2 \text{ м}$$

Швидкість повітря уточнюють згідно формули (3.3.3):

$$v = \frac{L}{3600 \cdot S_c}, \text{ м/с}$$

де S_c - площа перерізу стандартної решітки чи повітропроводу, м^2 .

Число Рейнольдса обчислюється за формулою (3.3.4):

$$Re = \frac{vd}{\nu},$$

де v – швидкість повітря, м/с ; d - діаметр повітропроводу, м ; ν - кінематична в'язкість повітря, $\text{м}^2/\text{с}$.

Кінематична в'язкість повітря обчислюється за формулою (3.3.5):

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \text{ м}^2/\text{с},$$

де μ - динамічна в'язкість повітря, $\text{Па}\cdot\text{с}$; ρ - густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$ обчислюється згідно формули (3.2.2) наведеної розділі 4.2.

Для розрахунку коефіцієнта опору тертя круглого перетину труби використовується формула (3.3.6):

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

де k_e - абсолютна шорсткість каналу, приймається для сталевих повітропроводів $k_e = 1$; Re - критерій Рейнольдса.

Питомі втрати тиску для круглих перерізів по довжині каналу визначаються за формулою (3.3.7):

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot P_d, \text{ Па/м}$$

де P_d - динамічний тиск, Па .

Значення динамічного тиску обчислюється за формулою (3.3.8):

$$P_d = \rho \cdot \frac{v^2}{2}, \text{ Па}$$

Втрати тиску в місцевих опорах обчислюються за формулою (3.3.9):

$$Z = \sum \xi \cdot P_d, \text{ Па}$$

Результати розрахунку систем механічної витяжної вентиляції імпортовані з файлу exel та представлено в табличній формі в таблицях 3.3.1, 3.3.2.

АксонOMETрична схема механічної витяжної вентиляції зображена на аркуші №5 даного дипломного проекту.

Таблиця 3.3.1 – Розрахункові параметри

Температура внутрішнього повітря, °С	Абсолютна шорсткість повітропроводу ke	Атмосферний тиск P, Па	Густина повітря ρ, кг/м ³	Кінематична в'язкість ν, м ² /с
20	0,1	101308	1,20	0,0000150

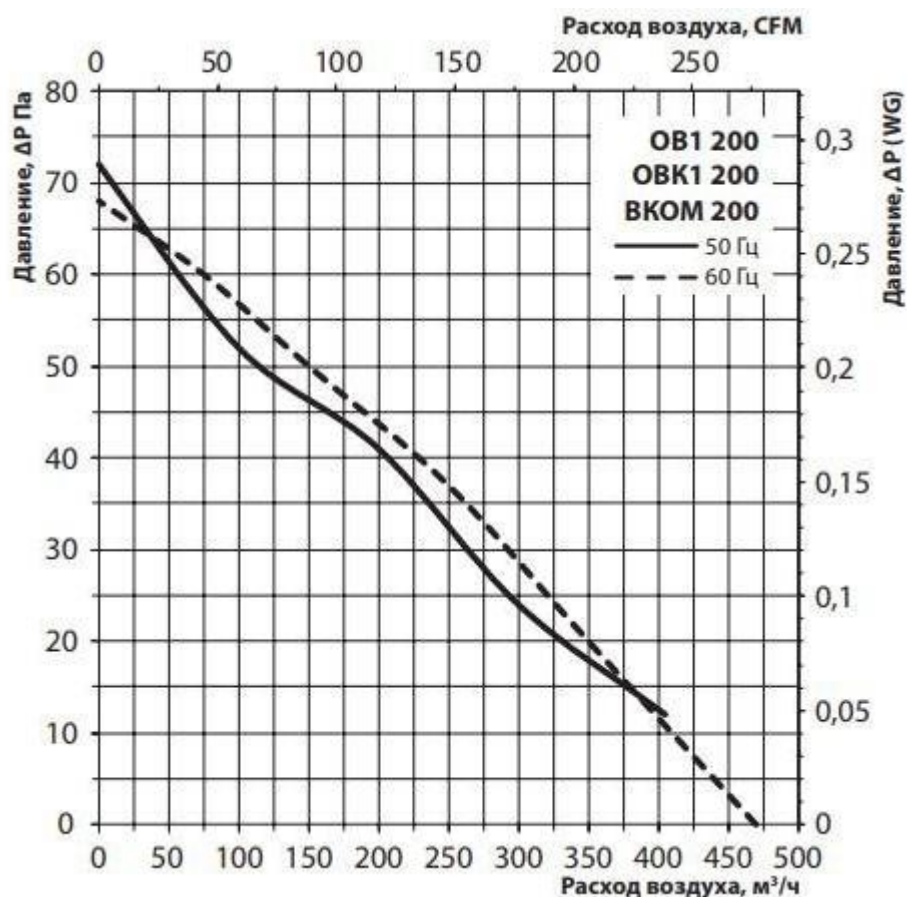
Таблиця 3.3.2 – Аеродинамічний розрахунок системи механічної вентиляції

№ діл.	Витрата повітря L , $\text{м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки l , м	Діаметр повітропроводу \varnothing , мм	Площа перерізу S , м^2	Швидкість повітря V , м/с	Число Рейнольдса Re	Динамічний тиск P_d , Па	Коефіцієнт опору тертя λ	Втрати тиску на тертя на 1 м повітропроводу R , Па/м	Втрати тиску на тертя на ділянці Rl , Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\sum \xi$	Втрати тиску на місцевих опорах Z , Па	Загальні втрати тиску $Rl+Z$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ВП1	310	2,8	200	0,031	2,74	36652,57	4,53	0,024	0,55	1,16	4,50	20,39	21,55

3.4 Підбір витяжного нагнітача (вентилятора) систем механічної вентиляції

Витяжний нагнітач (вентилятор) застосовують для видалення забрудненого повітря за межі приміщень. Метод підбору: по витратам повітря та втратам тиску на ділянках. Для витяжного повітропроводу встановленого в приміщенні 203 – Ванна з витратою повітря 310 м³/год та загальною втратою тиску 21,55 Па, підходить витяжний вентилятор Вентс ОВ1 200, з діаметром патрубку 200 мм та такими аеродинамічними характеристиками які наведені в таблиці 3.4.1.

Таблиця 3.4.1. – Аеродинамічні характеристики витяжного вентилятора Вентс ОВ1 200



Для кухонної витяжки підійде будь який нагнітач, адже вони мають свій вентилятор потужність якого буде забезпечувати відвід зайвої вологи та неприємні запахи при приготуванні їжі.

4. Визначення теплової потужності системи опалення

4.1. Проектні втрати тепла опалювального простору

Система опалення будинку повинна компенсувати втрати тепла приміщеннями.

Згідно зі стандартом EN 12831 повні проектні втрати тепла опалювального простору визначають за формулою (4.1) :

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}, \text{ Вт,}$$

де $\Phi_{T,i}$ - трансмісійні тепловтрати, Вт; $\Phi_{V,i}$ - вентиляційні тепловтрати, Вт.

4.2. Проектне теплове навантаження всієї будівлі

Проектне теплове навантаження всієї будівлі обчислюють за формулою (4.2) :

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i}, \text{ Вт}$$

де $\sum \Phi_{T,i}$ – сума проектних втрат тепла за рахунок теплопередачі через усі огороження будувлі, за винятком того тепла, що передається всередині будівлі, Вт; $\sum \Phi_{V,i}$ – сума вентиляційних втрат тепла всіх опалювальних просторів будівлі, Вт.

4.3. Проектні втрати тепла за рахунок теплопередачі

Згідно зі стандартом EN 12831 проектні втрати тепла опалювального простору за рахунок теплопередачі обчислюють за формулою (4.3):

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (T_{int,i} - T_e), \text{ Вт,}$$

де $H_{T,ie}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалювального простору (i) до навколишнього середовища (e) через оболонку будівлі, Вт/К; $H_{T,iue}$ - коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалювального простору (i) до навколишнього середовища (e) через неопалювальні простори (u), Вт/К; $H_{T,ig}$ – кофіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалювального простору (i) до ґрунту (g) у сталих умовах, Вт/К; $H_{T,ij}$ - коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалювального простору (i) до суміжного опалювального простору (j) за різниці температур більше 3°C, Вт/К; $T_{int,i}$ - проектна внутрішня температура опалювального простору (i), °C; T_e - проектна зовнішня температура, °C.

4.4. Втрати тепла безпосередньо назовні

Значення коефіцієнта втрат тепла $H_{T,ie}$ за рахунок теплопередачі з опалювального простору (і) до навколишнього середовища (е) залежить від розмірів та характеристик елементів будинку, що відокремлюють опалювальний простір від зовнішнього середовища (стіни, підлога, перекриття, вікна, двері тощо). Згідно зі стандартом EN 12831, також ураховують вплив лінійних теплових мостів. Значення коефіцієнта $H_{T,ie}$ обчислюють за формулою (4.4):

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{ Вт/К},$$

де A_k - площа елемента будинку (к), м^2 ; U_k - коефіцієнт теплопередачі огороження (к), $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; l_l - довжина лінійного теплового мосту (і) між внутрішнім і зовнішнім просторами, м; e_k та e_l - поправкові коефіцієнти на орієнтацію огороження з урахуванням впливу таких факторів, як тип ізоляції, абсорбція вологи елементами будівлі, швидкість вітру та температура (у випадку якщо ці впливи не були враховані раніше при визначенні коефіцієнта U_k). За відсутності національних вимог коефіцієнт e_k та e_l приймають за додатком D.4.1 нормативного документа EN 12831:2003 (E) рівним 1,0; ψ_l - значення теплопередачі лінійного теплового мосту.

Коефіцієнт теплопередачі огороження розраховується за формулою (4.5):

$$U_k = \frac{1}{R_{q \min}}$$

$R_{q \min}$ – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції (значення приймаємо згідно ДБН В.2.6-31:2016), $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

4.5. Розрахунок проектних втрат тепла до ґрунту

4.5.1 Коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі до ґрунту

Згідно зі стандартом EN 12831, коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалювального простору (і) до ґрунту (g) у сталих умовах розраховують за формулою (4.6):

$$H_{T,ig} = f_{g_1} \cdot f_{g_2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w, \text{ Вт/К},$$

де - f_{g_1} - поправковий коефіцієнт, що враховує вплив річних коливань зовнішньої температури; f_{g_2} - коефіцієнт зниження температури, що враховує

різницю між середньою річною зовнішньою температурою та проектною зовнішньою температурою; A_k - площа елемента будинку (k), м²; $U_{equiv,k}$ - рівноважний коефіцієнт теплопередачі елемента огороження (k), Вт/(м·К); G_w – коефіцієнт, що враховує вплив ґрунтових вод.

За відсутності національних вимог поправковий коефіцієнт $f_{g_1} = 1,45$.

Коефіцієнт зниження температури f_{g_2} обчислюють за формулою (4.7):

$$f_{g_2} = \frac{T_{int,i} - T_{m,e}}{T_{int,i} - T_e}$$

де $T_{int,i}$ - проектна внутрішня температура опалювального простору (i), °С; $T_{m,e}$ - середня річна зовнішня температура, °С; T_e - проектна зовнішня температура, °С.

Витрати тепла через підлогу опалювального простору визначають за формулою (4.8):

$$\Phi_{T,ig} = f_{g_1} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \cdot (T_{int,i} - T_{m,e}), \text{ Вт.}$$

4.5.2. Визначення характеристичного розміру підлоги

Щоб визначити величину втрат тепла через підлогу по ґрунту обчислюють характеристичний розмір підлоги B' , який обчислюється за формулою (4.9):

$$B' = \frac{A}{0.5 \cdot P}, \text{ м,}$$

де A – площа підлоги, м²; P – периметр підлоги по обводу зовнішніх стін, м.

4.5.3. Рівноважний коефіцієнт теплопередачі

Значення рівноважного коефіцієнта теплопередачі підлоги на рівні ґрунту та стін, що примикають до ґрунту визначають згідно з EN 12831 наведеними графіками що показані на рисунку 4.1 та 4.2:

Рис. 4.1. Рівноважний коефіцієнт теплопередачі підлоги на рівні ґрунту

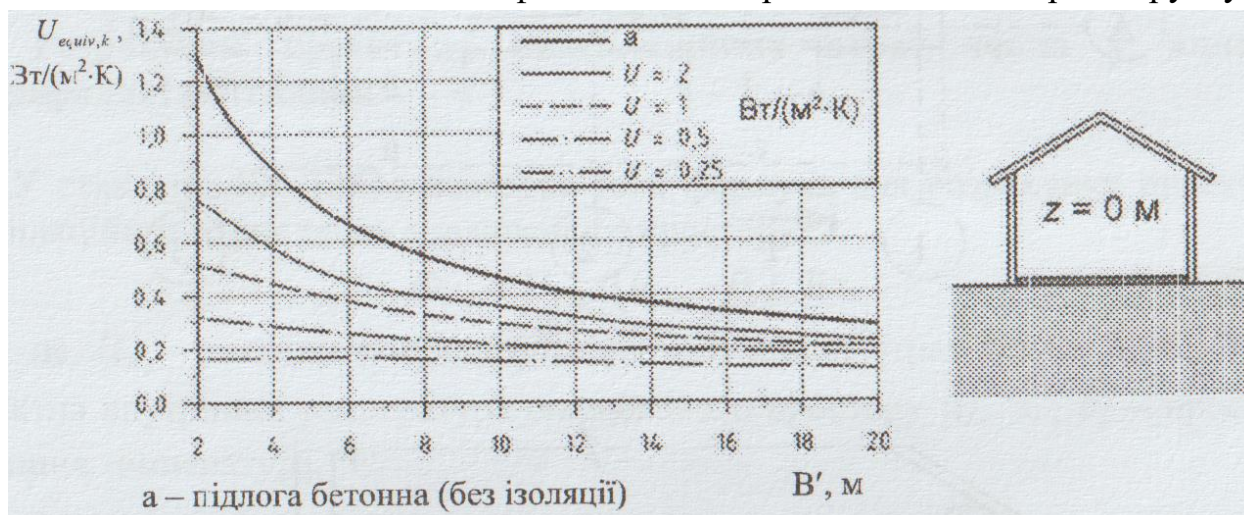
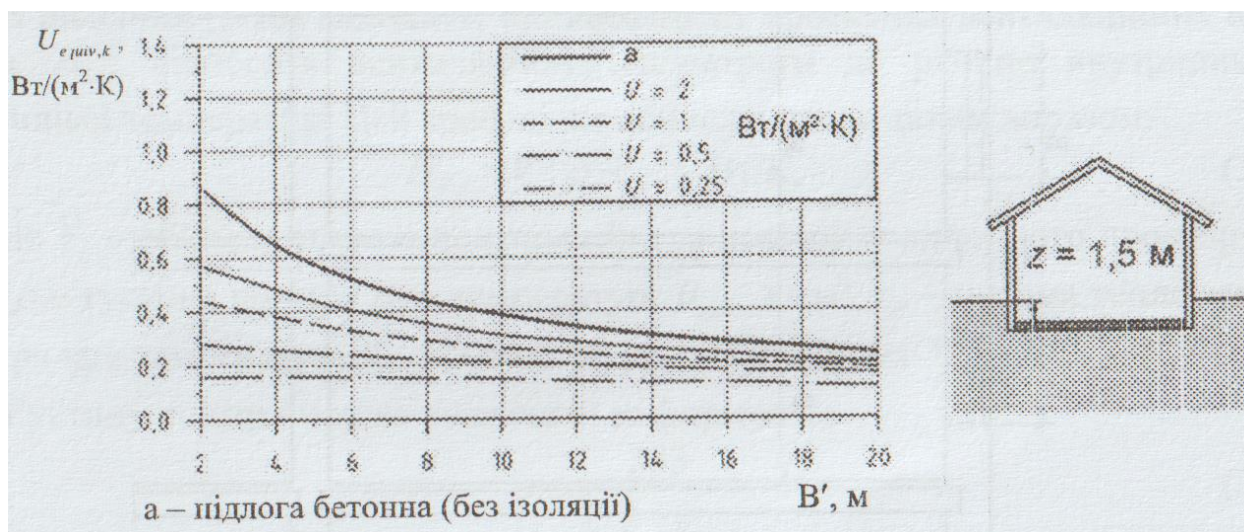


Рис. 4.2. Рівноважний коефіцієнт теплопередачі підлоги опалювального підпілля з рівнем заглиблення підлоги на 1,5 м нижче рівня ґрунту



4.6. Проектні вентиляційні втрати тепла

Згідно з EN 12831 розрахунок проектних вентиляційних втрат тепла опалювального простору обчислюють за формулою (3.10):

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (T_{int,i} - T_e), \text{ Вт},$$

де $H_{V,i}$ – коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла, Вт/К; $T_{int,i}$ – проектна внутрішня температура опалювального простору (i), °С; T_e – проектна зовнішня температура, °С.

4.6.1. Коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла

Коефіцієнт $H_{V,i}$ обчислюють за формулою (3.11):

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p, \text{ Вт/К},$$

де V_i – об’ємна витрата вентиляційного повітря опалювального простору (i), м³/с; ρ – густина повітря при температурі $T_{int,i}$, кг/м³; Питома теплоємність повітря при температурі $T_{int,i}$, Дж/(кг·К); $c_p = 1005$ Дж/(кг · °С).

Густина повітря визначається за формулою (3.12):

$$\rho = \frac{353}{273 + T_{int,i}}$$

4.7 Витрати теплоносія в системі опалення

Загальні витрати теплоносія у системі опалення будинку обчислюються за формулою (4.7):

$$G_H = \frac{3,6 \cdot \Phi_{HL}}{c_w \cdot (t_1 - t_2)}, \text{ м}^3/\text{год},$$

де Φ_{HL} - проектне теплове навантаження всієї будівлі, Вт; c_w - питома масова теплоємність води = 4,187 кДж/кг·°С; t_1 – розрахункова температура теплоносія в подавальному трубопроводі системи опалення, °С; t_2 - те ж, у зворотньому трубопроводі системи опалення, °С.

4.8 Результати розрахунку

Розрахунок був проведений в програмі Oventrop OZC 5.0. Результати розрахунків імпортовані з програми та наведені у таблицях:

Таблиця 4.8.1 – Загальні дані

Общие данные:		
Название проекта:	Дипломна Робота	
Город:	м. Одеса	
Адрес:		
Проектировщик:	Шнейдер Сергій	
Нормы:		
Норма для выполнения расчета коэф. теплопередачи:	PN-EN ISO 6946	
Норма для выполнения расчета проект. тепловой нагрузки:	PN-EN 12831:2006	
Климатические данные:		
Климатическая зона:	Одесса (-18°C / 10,2°C / 6,5 / -)	
Проектная наружная температура θ_e :	-18	°C
Средняя годовая наружная температура $\theta_{m,e}$:	10,2	°C
Грунт:		
Вид грунта:	Песок или гравий	
Теплоемкость:	2,000	МДж/ (м3 · К)
Глубина периодического проникновения тепла δ :	3,167	м
Коэффициент теплопроводности λ_g :	2,0	Вт/ (м · К)
Основные итоги расчетов здания:		
Отапливаемая площадь здания A_H :	147,3	м2
Отапливаемый объем здания V_H :	503,2	м3
Проектные потери тепла за счет теплопередачи Φ_T :	9385	Вт
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V :	8296	Вт
Общие проектные потери тепла Φ :	17682	Вт
Избыток тепловой мощности Φ_{RH} :	0	Вт
Проектная тепловая нагрузка здания Φ_{HL} :	17682	Вт

Показатели и коэффициенты потерь тепла:		
Показатель фНЛ по отношению к поверхности фНЛ, А:	120,0	Вт/м ²
Показатель фНЛ по отношению к кубатуре фНЛ, V:	35,1	Вт/м ³
Итоги расчетов вентиляции для нужд проектной тепловой нагрузки:		
Инфильтрующийся воздух V _{infv} :	4,7	м ³ /ч
Дополнительно инфильтрующийся воздух V _{m.infv} :	396,6	м ³ /ч
Требуемый воздух, подаваемый механически V _{su,min} :		м ³ /ч
Воздух, подаваемый мех. V _{su} :		м ³ /ч
Требуемый воздух, удаляемый мех. V _{ex,min} :	396,6	м ³ /ч
Мех. удаляемый воздух V _{ex} :	396,6	м ³ /ч
Среднее количество воздухообменов n:	1,4	
Количество подаваемого вентиляционного воздуха V _v :	707,1	м ³ /ч
Средняя температура подаваемого воздуха θ _v :	-14,4	°С
Параметры расчетов проекта:		
Выполнение расчета теплопередачи при мин. Δθ _{min} :	4,0	К
Вариант выполнения расчетов потерь тепла в помещения из соседних групп:		
Выполнять расчет с ограничением до θ _{j,u}		
Минимальная дежурная температура θ _{j,u} :	16	°С
Выполнять расчет потерь в помещения из соседних зданий так, как бы они не отапливались:		
	Да	
Автоматический расчет тепловых мостов:		
	Да	
Расчет тепловых мостов упрощенным методом:		
	Нет	
Данные по умолчанию для расчетов:		
Тип здания:	Другое жилое здание	
Тип конструкции здания:	Тяжелая	
Тип системы отопления в здании:	Конвекционное	

Ночной режим отопл. с пониженной темп. теплонос. :	Без понижения температуры теплоносителя	
Регулирование теплоснабжения в группах:	Индивидуальное рег.	
Степень герметичности наружных огражд. констр. :	Пользователя	
Кратность обмена внутр. воздуха n50:	1,0	1/ч
Степень заслонения здания:	В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;	
Данные по умолчанию касающиеся вентиляции:		
Система вентиляции:	Нет вентиляции	
Температура подаваемого воздуха θ_{su} :		°C
Температура компенсационного воздуха θ_c :	20,0	°C
Данные по умолчанию, касающиеся рекуперации и рециркуляции:		
Температура подаваемого воздуха $\theta_{ex,rec}$:	20,0	°C
Проектный коэф. полезного действия рекуп. η_{recup} :	70,0	%
Сезонный коэф. полезного действия рекуп. $\eta_E, recup$:	49,0	%
Проектный процент использования рециркуляции η_{recir} :		%
Сезонный процент использования рециркуляции $\eta_E, recir$:		%
Геометрия здания:		
Отметка уровня грунта:	0,00	м
Отметка пола по умолчанию L_f :		м
Отметка грунтовой воды по умолчанию:	-3,25	м
Высота этажа по умолчанию H :		м
Выс. помещений в свете перекрытий по умолчанию H_i :		м
Площадь пола по грунту A_g :	106,12	м ²
Периметр пола по грунту в свете нар. стен P_g :	37,83	м
Поворот здания:	Без поворота	

Статистика здания:		
Количество этажей:	2	
Количество зон здания:	1	
Количество групп помещений:	2	
Количество помещений:	13	

Таблица 4.8.2 – Відомість огорожень

Символ	Описание	Вид	Влажностный режим	d	R _i	R _e	R	U	Φ _T	Φ _{TU}	A
				м	м ² · К/Вт	м ² · К/Вт	м ² · К/Вт	Вт/м ² · К	Вт	Вт	м ²
ВІКНО	Окно наружное (фонарь)	Окно наружное (фонарь)	Нормальный	0,040				1,670	1596		25,14
ВН КИРП	Стена внутренняя 12,0 см	Стена внутренняя	Нормальный	0,120	0,130	0,130	0,448	2,235	-192	123	126,39
ВН СТ	Стена внутренняя 39,0 см	Стена внутренняя	Нормальный	0,390	0,130	0,130	1,314	0,761	-18	11	55,53
ДВВН	Дверь внутренняя	Дверь внутренняя	Нормальный	0,500				1,000	-10	11	9,04
ДВВН	Дверь внутренняя	Дверь внутренняя	Нормальный					0,010	0	0	10,03
КРОВЛЯ	Кровля 32,1 см	Кровля	Нормальный	0,321	0,100	0,040	4,563	0,219	985		117,58
НАР СТ	Стена наружная 50,0 см	Стена наружная	Нормальный	0,500	0,130	0,040	3,461	0,289	3284		297,75
НАРДВ	Дверь наружная	Дверь наружная	Нормальный	0,075				2,000	274		3,60
ПЕРЕКР	Отдача тепла от перекрытия вверх 21,0 см	Отдача тепла от перекрытия вверх	Нормальный	0,210	0,100	0,100	1,231	0,812	0	0	100,95
ПОЛ НА ГРУ	Пол по грунту 36,8 см	Пол по грунту	Нормальный	0,368	1,730		3,974	0,252	318		84,69

де d – загальна товщина огороження; R_i – опір теплообміну на внутрішній поверхні огороження; R_e – опір теплообміну на зовнішній поверхні огороження; R – сума опорів теплообміну і термічних опорів через огороження; U – розрахунковий коефіцієнт теплопередачі огороження; Φ_T – втрати теплової потужності, спричинені теплопровідністю; Φ_{TU} – втрати теплової потужності, спричинені теплопередачею, які передаються в неопалювальні приміщення; A – загальна площа огороження в усьому приміщенні.

Таблица 4.8.3 – Огородження

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	ср	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Замечания
	м		Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	μг/(м·ч·Па)		м ² ч·Па/г	м ² ч·Па/г	
ВН КИРП	Стена внутренняя 12,0 см											
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный												
КИР-ПУ-6.5	0,120	Кирпич дичастий	0,640	1400	0,880	0,188	0,188	135,00	5	888,9	888,9	
Сопротивление теплопередаче внутри Ri, [м ² ·К/Вт]:												0,130
Сопротивление теплопередаче внутри Ri, [м ² ·К/Вт]:												0,130
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:												0,448
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:												2,235
ВН СТ	Стена внутренняя 39,0 см											
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный												
КЕРАМБЕТ	0,390	Кладка з блоку керамзито-шлакобетонних	0,370	800	0,880	1,054	1,054	0,15	4800	2600000	2600000	
Сопротивление теплопередаче внутри Ri, [м ² ·К/Вт]:												0,130
Сопротивление теплопередаче внутри Ri, [м ² ·К/Вт]:												0,130
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:												1,314
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:												0,761
КРОВЛЯ	Кровля 32,1 см											
Вид ограждения: Кровля, Влажностные условия: Нормальный												
ЛИСТАЗБЕСТ	0,010	Лист азбесто-цементний	0,350	1800	0,840	0,029	0,029	0,03	24000	333333,3	333333,3	
РУБЕРОИД	0,003	Рубероїд	0,180	1000	1,460	0,017	0,017	7,50	96	400,0	400,0	
МИНВАТДСТУ	0,200	На основі базальтового волокна	0,049	175	0,840	4,082	4,082	0,31	2323	645161,3	645161,3	
ПАРОІЗОЛЯЦ	0,003	Паро-ізоляційна плівка	0,300	1600	1,470	0,010	0,010	0,00	72000000	3E+08	3E+08	

ГИПС-ПЛИТ1	0,095	Гіпсокартона плита	0,350	1000	0,840	0,271	0,271	105,00	7	904,8	904,8	
ШТУКАТДСТУ	0,010	Розчин вапняно-піщаний	0,700	1600	0,840	0,014	0,014	0,12	6000	83333,3	83333,3	
Спротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:												0,100
Спротивление теплопередаче снаружи Re, [м2·К/Вт]:												0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:												4,563
Кoeffициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:												0,219
НАР СТ Стена наружная 50,0 см												
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный												
ПЕНОПОЛИСТ	0,100		0,045	30	1,460	2,222	2,222	12,00	60	8333,3	8333,3	
КЕРАМБЕТ	0,390	Кладка з блоку керамзито-шлакобетонних	0,370	800	0,880	1,054	1,054	0,15	4800	2600000	2600000	
ШТУКАТДСТУ	0,010	Розчин вапняно-піщаний	0,700	1600	0,840	0,014	0,014	0,12	6000	83333,3	83333,3	
Спротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:												0,130
Спротивление теплопередаче снаружи Re, [м2·К/Вт]:												0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:												3,461
Кoeffициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:												0,289
ПЕРЕКР Отдача тепла от перекрытия вверх 21,0 см												
Вид ограждения: Отдача тепла от перекрытия вверх, Влажностные условия: Нормальный												
ПЛИТКА	0,020	Плитка керамічна для підлоги	0,960	2000	0,880	0,021	0,021	0,06	12000	333333,3	333333,3	
БЕТОН-1900	0,062	Бетон	1,000	1900	0,840	0,062	0,062	75,00	10	826,7	826,7	
ПАРОІЗОЛЯЦ	0,003	Паро-ізоляційна плівка	0,300	1600	1,470	0,010	0,010	0,00	72000000	3E+08	3E+08	
ПЕНОПОЛИСТ	0,030	Пінополістирол	0,045	30	1,460	0,667	0,667	12,00	60	2500,0	2500,0	
ГИПС-ПЛИТ1	0,095	Гіпсокартона плита	0,350	1000	0,840	0,271	0,271	105,00	7	904,8	904,8	

Сопровитленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:												0,100
Сопровитленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:												0,100
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:												1,231
Козффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:												0,812
ПОЛ НА ГРУ Пол по грунту 36,8 см												
Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный												
Стена, примыкающая к полу: НАР СТ												
Разница высоты пола и грунтовой воды Zgw: 3,25 м												
Горизонтальная теплоизоляц.: толщиной dnh = м и длиной Dh = м												
Вертикальная теплоизоляц.: толщиной dnv = м и длиной Dv = м												
ПЛИТКА	0,0200	Плитка керамічна для підлоги	0,960	2000	0,880	0,021	0,021	0,06	12000	333333,3	333333,3	
БЕТОН-1900	0,062	Бетон	1,000	1900	0,840	0,062	0,062	75,00	10	826,7	826,7	
РУБЕРОИД	0,003	Рубероїд	0,180	1000	1,460	0,017	0,017	7,50	96	400,0	400,0	
ПЕНОПОЛИСТ	0,080	Піно-полістирол	0,045	30	1,460	1,778	1,778	12,00	60	6666,7	6666,7	
РУБЕРОИД	0,003	Рубероїд	0,180	1000	1,460	0,017	0,017	7,50	96	400,0	400,0	
БЕТОН-1900	0,100	Бетон	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
ПЕСОК-СР	0,100	Пісок	0,400	1650	0,840	0,250	0,250	300,00	2	333,3	333,3	
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче Rg, [м2·К/Вт]:												1,730
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:												3,974
Козффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:												0,252

де λ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу, з якого зроблений шар; ρ - густина матеріалу шару; c – питома теплоємність матеріалу; R – термічний опір через шар; R_{cor} – відкорегований термічний опір через шар матеріалу, який враховує наявність повітряних прошарків в огороженні; δ - коефіцієнт дифузної паропроникності матеріалу з якого зроблений шар; μ - порівняльний коефіцієнт дифузної паропроникності матеріалу шару; Z – опір дифузному паропроникненню; Z_{cor} – відкорегований опір дифузному паропроникненню шару, який враховує наявність повітряних прошарків в огороженні.

Таблиця 4.8.4 – Відомість поверхів

Символ	Описание	θ_{int}	Ah	Vh	ϕ_{HL}	F1	H	H _i	ϕ_T	ϕ_V	ϕ	$\phi_{HL, A}$	$\phi_{HL, V}$
		°C	м2	м3	Вт	м	м	м	Вт	Вт	Вт	Вт/м2	Вт/м3
ДРУГИЙ	Этаж ДРУГИЙ	20,3	77,8	319,8	9241	2,85	4,43	4,11	5245	3996	9241	118,8	28,9
ПЕРШИЙ	Этаж ПЕРШИЙ	20,0	69,5	183,4	8440	0,27	2,85	2,64	4140	4300	8440	121,5	46,0

де θ_{int} – середня проектна внутрішня температура в приміщеннях на даному поверсі; A_h – сума поверхонь підлог в опалювальних приміщеннях, які знаходяться на поверсі; V_h – сума кубатур опалювальних приміщень, які знаходяться на поверсі; Φ_{HL} – проектне теплове навантаження поверху; F_1 – відмітка підлоги на поверсі; H – висота поверху; H_i – висота за замовчуванням в світлі перекриттів; Φ_T – проектні втрати теплоти за рахунок теплопередачі поверху; Φ_V – проектні втрати теплоти на вентиляцію поверху; Φ – загальні втрати тепла поверху; $\varphi_{HL,A}$ – показник Φ_{HL} по відношенню до поверхні поверху; $\varphi_{HL,V}$ – показник Φ_V по відношенню до кубатури поверху.

Таблица 4.8.5 – Відомість приміщень (початок)

Символ	$\theta_{int, H}$	A	V	ФНЛ	Тип помещения	F1	Hi	n50	Система вентиляции	n_{min}	V_{min}	V_{infv}	$V_{m.infv}$	$V_{ex min}$	V_{ex}
	°C	м ²	м ³	Вт		м	м	1/ч		1/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч
101	20,0	12,66	33,4	1699	Спальня	0,27	2,64	1,0	Естественная индивидуальная	1,80	60,0	2,0			
102	20,0	18,62	49,2	2215	Кухня с окном	0,27	2,64	1,0	Индивидуальная вытяжная	2,44	120,0	2,0	90,0	90,0	90,0
103	20,0	6,11	16,1	363	Санузел	0,27	2,64	1,0	Естественная индивидуальная	0,50	8,1	0,6			
104	20,0	6,06	16,0	1121	Тепловой узел	0,27	2,64	1,0	Естественная индивидуальная	3,00	48,0	0,6			
105	20,0	4,40	11,6	640	Прихожая	0,27	2,64	1,0	Естественная индивидуальная	0,50	5,8	0,7			
106	20,0	21,63	57,1	2812	Гостиная	0,27	2,64	1,0	Естественная индивидуальная	2,10	120,0	3,4			
107	17,2	8,99	23,7	0	Коридор	0,27	2,64	1,0	Естественная индивидуальная	0,50	11,9	0,0			
201	20,0	12,66	52,0	911	Комната	2,85	4,11	1,0	Вытяжная в группе	0,80	41,6	0,0	0,0	41,6	41,6
202	20,0	19,25	79,1	2148	Спальня	2,85	4,11	1,0	Вытяжная в группе	0,80	63,3	0,0	79,8	60,0	60,0
203	24,0	6,48	26,6	758	Ванная с окном	2,85	4,11	1,0	Вытяжная в группе	0,50	13,3	0,0	0,0	25,0	25,0
204	20,0	17,79	73,1	2329	Спальня	2,85	4,11	1,0	Вытяжная в группе	0,82	60,0	0,0	75,6	60,0	60,0
205	20,0	21,63	88,9	3323	Гостиная	2,85	4,11	1,0	Вытяжная в группе	1,35	120,0	0,0	151,2	120,0	120,0
206	18,8	5,41	22,2	0	Коридор	2,85	4,11	1,0	Естественная индивидуальная	0,50	11,1	0,0			

Таблиця 4.8.5 – Відомість приміщень (кінець)

СИМВОЛ	n	Vv	θv	ΦT	ΦTu	ΦV	HT	HV	fh	Φ	φHL, A	φHL, V	φHL, c
	1/ч	м3/ч	°C	Вт	Вт	Вт	Вт/К	Вт/К		Вт	Вт/м2	Вт/м3	Вт
101	1,8	60,0	-18	923	71	775	24,30	20,40	1	1699	134,2	50,8	1699
102	1,9	92,0	-18	1027	139	1188	27,03	31,27	1	2215	119,0	45,1	2215
103	0,5	8,1	-18	259	49	104	6,81	2,74	1	363	59,4	22,5	363
104	3,0	48,0	-18	501	25	620	13,18	16,32	1	1121	185,0	70,1	1121
105	0,5	5,8	-18	565	17	75	14,86	1,97	1	640	145,4	55,1	640
106	2,1	120	-18	1262	96	1550	33,21	40,80	1	2812	130,0	49,3	2812
107	0,5	11,9	-18	-142		142	-4,03	4,03	1	0	0,0	0,0	0
201	0,8	41,6	20	911	50	0	23,97	0,00	1	911	72,0	17,5	911
202	1,0	79,8	-18	1117	20	1031	29,39	27,13	1	2148	111,6	27,1	2148
203	0,9	25,0	20	724	18	34	17,24	0,81	1	758	117,0	28,5	758
204	1,0	75,7	-18	1352	56	977	35,57	25,72	1	2329	130,9	31,9	2329
205	1,7	151	-18	1369	82	1954	36,03	51,42	1	3323	153,6	37,4	3323
206	0,5	11,1	-18	-139		139	-3,78	3,78	1	0	0,0	0,0	0

де $\theta_{\text{int,H}}$ – проектна температура в приміщенні; A – площа приміщення в світлі стін; V – кубатура приміщення; Φ_{HL} – необхідна теплова потужність опалювальних приладів в приміщенні; F_1 – відмітка підлоги в приміщенні; H_i – висота приміщення в світлі перекриттів; n_{min} – мінімальна кількість повітрообміну в приміщенні; V_{min} – мінімально необхідна витрата вентиляційного повітря, яке надходить в приміщення; V_{infv} – витрата повітря яке інфільтрується в приміщення; $V_{\text{m.infv}}$ – витрата зовнішнього повітря яке додатково інфільтрується в приміщення через дисбаланс витрат повітря, яке подається в приміщення і видаляється з нього; $V_{\text{ex min}}$ – мінімально необхідна витрата механічно видаленого повітря з приміщення; V_{ex} – витрата повітря яке видаляється механічно з приміщення; n – розрахункова кількість повітрообміну в приміщенні; V_v – витрата вентиляційного повітря яке надходить в приміщення; θ_v – температура вентиляційного повітря яке надходить в приміщення; Φ_T – сума проектних втрат тепла приміщення за рахунок теплопередачі; Φ_T – проектні втрати теплоти за рахунок теплопередачі в приміщенні; Φ_{T_u} – сума втрат тепла, спричинена пониженням температури в сусідніх приміщеннях у випадку, коли вони належать іншим групам (напр. іншим квартирам), в яких існує можливість індивідуального регулювання тепlopостачання; Φ_v – проектні втрати теплоти на вентиляцію приміщення; H_T – коефіцієнт проектних втрат теплоти через теплопередачу; H_v – коефіцієнт проектних втрат теплоти на вентиляцію; f_h – коефіцієнт який корегує загальні проектні втрати теплоти залежно від висоти приміщення; Φ – відкореговані загальні проектні втрати теплоти, які враховують поправковий коефіцієнт f_h , який враховує висоту приміщення, $\Phi = (\Phi_T + \Phi_v) \times f_h$; $\phi_{\text{HL,A}}$ – показник проектного теплового навантаження приміщення, який відноситься до його площі; $\phi_{\text{HL,V}}$ – показник проектного теплового навантаження приміщення, яке відноситься до його кубатури; $\Phi_{\text{HL,c}}$ – необхідна проектна теплова потужність опалювальних приладів в приміщенні, який враховує розподіл теплових потужностей із сусідніх приміщень.

Таблиця 4.8.6 – Дані для програми С.О.

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
201	20,0	911	0	Комната 201
202	20,0	2148	0	Спальня 202
203	24,0	758	0	Ванная с окном 203
204	20,0	2329	0	Спальня 204
205	20,0	3323	0	Гостиная 205
206	18,8	0	0	Коридор 206
101	20,0	1699	0	Спальня 101
102	20,0	2215	0	Кухня с окном 102
103	20,0	363	0	Санузел 103
104	20,0	1121	0	Тепловой узел 104
105	20,0	640	0	Прихожая 105
106	20,0	2812	0	Гостиная 106
107	17,2	0	0	Коридор 107

де $\theta_{int,H}$ – проектна температура в приміщенні; $\Phi_{HL,c}$ – необхідна теплова потужність опалювальних приладів в приміщенні, яка враховує розподіл теплових потужностей із сусідніх приміщень.

5. Гідрравлічний розрахунок системи водяного опалення

Мета гідрравлічного розрахунку – підібрати діаметри трубопроводів, які б забезпечували проходження розрахункових витрат теплоносія для передачі заданої к-сті теплоти кожному опалювальному приладу, та визначити рівні налаштування кожного термостатичного вентиля.

В основі гідрравлічного розрахунку лежать наступні залежності:

Коефіцієнт Рейнольдса (5.1):

$$Re = \frac{v \cdot d_B \cdot \rho}{\mu}$$

де v - швидкість руху води на ділянці трубопроводу, яка обчислюється за формулою (5.2):

$$v = \frac{4G}{3600 \cdot 3,14 \cdot d_B \cdot \mu}, \text{ м/с}$$

де μ – динамічна в'язкість води, яка дорівнює $\mu = 0,3806 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Виділяють декілька режимів руху рідини:

1) ламінарний : якщо $Re \leq 2320$:

$$\lambda = \frac{64}{Re} - \text{коефіцієнт Дарсі}, \quad (5.3)$$

2) турбулентний, якщо $Re > 2320$

Уводиться проміжний параметр $A = Re \cdot \frac{k_e}{d_e}$, де k_e – еквівалентний коефіцієнт шоркості труб: $k_e = 0,01$ мм – для метало-пластикових, мідних труб.

а) якщо $A \leq 10$, то буде зона гладких труб:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}, \text{ (формула Блазіуса);} \quad (5.4)$$

б) якщо $10 \leq A \leq 500$, то буде перехідна зона:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k_e}{d_B} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \text{ (формула Альтшуля);} \quad (5.5)$$

в) якщо $A > 500$, то буде квадратична зона:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k_e}{d_B} \right)^{0,25} \text{ (формула Шифрисона)} \quad (5.6)$$

Втрати тиску по довжині труби можна описати рівнянням Дарсі-Вуїсбаха

$$p_i = \lambda \cdot \frac{l}{d_B} \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2} = \frac{\lambda}{d_B} \cdot P_{\text{дин}} \cdot l, \quad (5.7)$$

$$P_{\text{дин}} = \frac{v^2 \cdot \rho}{2} = \left(\frac{4 \cdot G}{3600 \cdot \rho \cdot \pi \cdot d_B^2} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{2}, \quad (5.8)$$

Питомі втрати тиску за довжиною

$$R = \frac{\lambda}{d_B} \cdot P_{\text{дин}}, \quad (5.9)$$

$$R = \frac{\lambda}{d_B} \cdot \left(\frac{4 \cdot G}{3600 \cdot \rho \cdot \pi \cdot d_B^2} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{2} = 6,2544 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda \cdot \frac{G^2}{d_B^2 \cdot \rho}, \quad (5.10)$$

де $\rho = 980 \text{ кг/м}^3$ - густина води.

$$G_i = \frac{0,86 \cdot \Phi_i}{t_1 - t_2}, \quad (5.11)$$

де Φ_i - теплове навантаження i -ї ділянки, Вт.

Витрата води, яка проходить через котел, кг/год,

$$G_H = \frac{0,86 \cdot \Phi_{HL}}{t_1 - t_2}, \quad (5.12)$$

де Φ_{HL} - теплова потужність системи опалення будинку, Вт; t_1, t_2 - розрахункові температури теплоносія у подавальному і зворотньому трубопроводі системи опалення, °С.

Витрати тиску на всіх ділянках кільця циркуляції визначають за формулою (5.13):

$$\Delta p_i = R_i \cdot l_i + \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho_B, \text{ Па}$$

де R_i питомі втрати тиску від тертя на i -тій ділянці, Па/м; l_i - довжина

ділянки, м; $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на цій ділянці; v - швидкість руху води, $v = G/(3600 \cdot f \cdot \rho_B)$, м/с; ρ_B - густина води, кг/м^3 ; f - площа внутрішнього перерізу труби $f = \pi \cdot d^2/4$, м^2 ; d - внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Для визначення втрат тиску на клапані $\Delta p_{\text{кл}}$, Па, можна використовувати розрахункову формулу (5.14):

$$\Delta p_{\text{кл}} = 0,1 \cdot \left(\frac{G}{k_v}\right)^2,$$

де G - розрахункова витрата теплоносія на ділянці, кг/год; k_v - пропускна здатність клапана, м³/год, яку можна прийняти за таблицями 5.2, 5.3

Таблиця 5.2 – Характеристики клапанів RA-N

Тип	Код №	Модель	З'єднання		Попередня настройка								k_{vs}	Максимальний тиск			Макс. темпер. води
			Вхід	Вихід	Пропускна здатність клапана $k_v^{1)}$ з установленим термостатичним елементом серії RA (м ³ /г при $\Delta p = 1$ бар)									Робочий бар	Перепад тиску ²⁾ бар	Випробувальний бар	
					1	2	3	4	5	6	7	N					
RA-N 10	013G0011	Кутовий	$R_p \ 3/8$	$R \ 3/8$	0,04	0,08	0,12	0,19	0,25	0,33	0,38	0,56	0,65	10	0,6	16	120
	013G0012	Прямий															
	013G0151	Осьовий															
	013G0231	Кутовий правий															
	013G0232	Кутовий лівий															
RA-N 15	013G0013	Кутовий	$R_p \ 1/2$	$R \ 1/2$	0,04	0,09	0,16	0,25	0,36	0,43	0,52	0,73	0,90				
	013G0014	Прямий															
	013G0153	Осьовий															
	013G0233	Кутовий правий															
	013G0234	Кутовий лівий															
RA-N 20	013G0015	Кутовий	$R_p \ 3/4$	$R \ 3/4$	0,10	0,15	0,17	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40				
	013G0016	Прямий															
	013G0155	Осьовий															
RA-N 25	013G0037	Кутовий	$R_p \ 1$	$R \ 1$	0,1	0,15	0,17	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40				
	013G0038	Прямий															

Таблиця 5.3 – Характеристики клапанів RL V

Тип виконання	Ду, мм	Різьба штуцерів, дюйми	Пропускна здатність клапана К, м ³ /год
RLV кутовий	10	3/8	1,8
RLV прямий	10	3/8	1,8
RLV кутовий	15	1/2	2,5
RLV прямий	15	1/2	2,5

$$\Delta p_{\text{Б.СТ.}}^P = \Delta p_{\text{Д.СТ.}} + \sum_{i=1}^n \Delta p_{\text{МТ.}}^i, \quad (5.15)$$

де $\Delta p_{\text{Б.СТ.}}^P$ - розрахунковий циркуляційний тиск для найближчого стояка, Па;

$\Delta p_{\text{Д.СТ.}}$ - уточнені втрати тиску в найбільш віддаленому стояку, Па;

$\sum_{i=1}^n \Delta p_{\text{МТ.}}^i$ - втрати тиску на магістральних ділянках півкільця, Па;

n – кількість магістральних ділянок.

6. Розрахунок опалювальних приладів

Тепловий розрахунок опалювальних приладів зводиться до визначення їх типорозміру з урахуванням теплонадходжень від відкрито прокладених у приміщенні трубопроводів. Вихідними величинами для розрахунку є тип опалювального приладу, розрахункові втрати тепла приміщенням згідно з тепловим балансом, початкова та кінцева температури теплоносія, температура повітря у приміщенні.

Теплова потужність опалювального приладу, Вт, визначається за формулою (6.1):

$$Q_{\text{ПР}} = \Phi_i - 0,9\Phi_{\text{ТР}},$$

де Φ_i - тепловтрати приміщення, Вт; $\Phi_{\text{ТР}}$ - теплонадходження від неізолюваних трубопроводів, що прокладені в заданому приміщенні, Вт.

Тепловий потік від неізолюваних трубопроводів, які знаходяться в приміщенні, розраховується за формулою, Вт,

$$\Phi_{\text{ТР}} = \sum q_{\text{В}} \cdot l_{\text{В}} + \sum q_{\text{Г}} \cdot l_{\text{Г}}, \quad (6.2)$$

де $q_{\text{В}}, q_{\text{Г}}$ - питома тепловіддача одного метра вертикальних і горизонтальних трубопроводів, Вт/м; $l_{\text{В}}, l_{\text{Г}}$ - довжина вертикальних та горизонтальних трубопроводів у приміщенні, м.

Номінальна теплова потужність однієї секції радіатора визначається експериментальним шляхом виробником опалювальних приладів при різниці середньої температури води у приладі й температури повітря у приміщенні $t_{\text{Н}} = 70^{\circ}\text{C}$ та при витраті теплоносія у приладі $G_{\text{Н}} = 360$ кг/год. Для визначення теплової потужності однієї секції за умов, в яких буде працювати опалювальний прилад ($t_{\text{р}}, G_{\text{р}}$), надаються формули для перерахунків або коригувальні коефіцієнти в таблицях.

При проектуванні систем опалення тепловий потік однієї секції радіатора (кВт) необхідно визначати за формулою (6.3):

$$q_{\text{секц}} = q_{\text{Н}} \cdot \left(\frac{t_{\text{р}}}{t_{\text{Н}}}\right)^m \cdot \left(\frac{G_{\text{р}}}{G_{\text{Н}}}\right)^p,$$

де q_n - номінальний тепловий потік опалювального приладу при номінальних значеннях t_n і G_n , кВт;

t_p - розрахунковий температурний напір на поверхні опалювального приладу, °С;

$$t_p = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_{int,i},$$

t_1 - температура теплоносія на вході в опалювальний прилад, °С;

t_2 - температура теплоносія на виході з опалювального приладу, °С;

$t_{int,i}$ - температура всередині приміщення; °С;

G_p - розрахункова витрата води через опалювальний прилад, кг/год;

G_n - номінальна витрата води через опалювальний прилад, кг/год;

m, p - показники ступеня (експоненти);

Для визначення необхідної кількості секцій радіаторів для кожного приміщення використовують формулу (6.4):

$$N_{секц} = \frac{Q_{оп.прил.}}{q_{секц}},$$

де $N_{секц}$ - кількість секцій радіатора;

$Q_{оп.прил.} = \Phi_i$ - кількість тепла, необхідна для опалення приміщення, Вт.

7. Результати розрахунків

Результати розрахунків до розділу 5, 6 пораховані в програмі Danfoss C.O. 3.8 та імпортовані в табличній формі в таблицях :

Таблиця 7.1 – Загальні дані

Назван.проекта :	Диплом							
Расположение... :	Одеса							
Проектировщик... :	С.В. Шнейдер							
Параметры теплоносителя :								
Тп, [оС]..... :	90,00	То, [оС] :	70,00					
Треа, [оС]..... :	65,96							
Тип носителя... :	Вода							
Параметры источника тепла :								
Сопр.гидр. [Па] :	1000	Объем [л] :	100					
Информация о типах труб :								
Тип А:	RAU PINK	Тип В:	RAUT S	Тип С:		Тип D:		
Тип Е:		Тип F:		Тип G:		Тип H:		
Тип I:		Тип J:		Тип K:		Тип L:		
Тип M:		Тип N:		Тип O:		Тип P:		
Гидр. сопрот. перв.цирк. кол. и источника тепла dP_c , [Па] :							15771	
Миним. сопрот. участка с отопит. приб..... dP_{gmin} , [Па] :								
Полный расход воды в оборудовании..... G_o , [кг/с] :							0,186	
Полная емкость оборудования..... V_o , [л] :							198	
Расчетная тепловая мощность оборудования..... Q_o , [Вт] :							18319	
Теряемая мощность..... $Q_{тер}$, [Вт] :							302	
Запас мощности для заполнения буферной емкости $Q_{зап}$, [Вт] :							0	
Требуемая расч. мощность источника тепла зимой.. $Q_{из}$, [W] :							0	
Требуемая расч. мощность источника тепла летом $Q_{ил}$, [W] :								
Отапливаемые помещения :								
Перегретые ... :	0	Избыток мощ., [Вт] :						139
Недогретые..... :	0	Дефицит мощ., [Вт] :						20

Мощ.от.пр. [Вт] :	16974	Теплопост. от труб, [Вт] :	1464
Помещения неотапливаемые :			
Мощ.от.пр. [Вт] :	0	Теплопост. от труб, [Вт] :	0
Отопительные приборы :			
Перегревающие . :	0	Избыток мощ., [Вт] :	166
Недогревающие . :	0	Дефицит мощ., [Вт] :	47
Расч. мощ, [Вт] :	18319	Реальная мощ., [Вт] :	16974

Рис. 7.1 – Розгорнута схема системи опалення

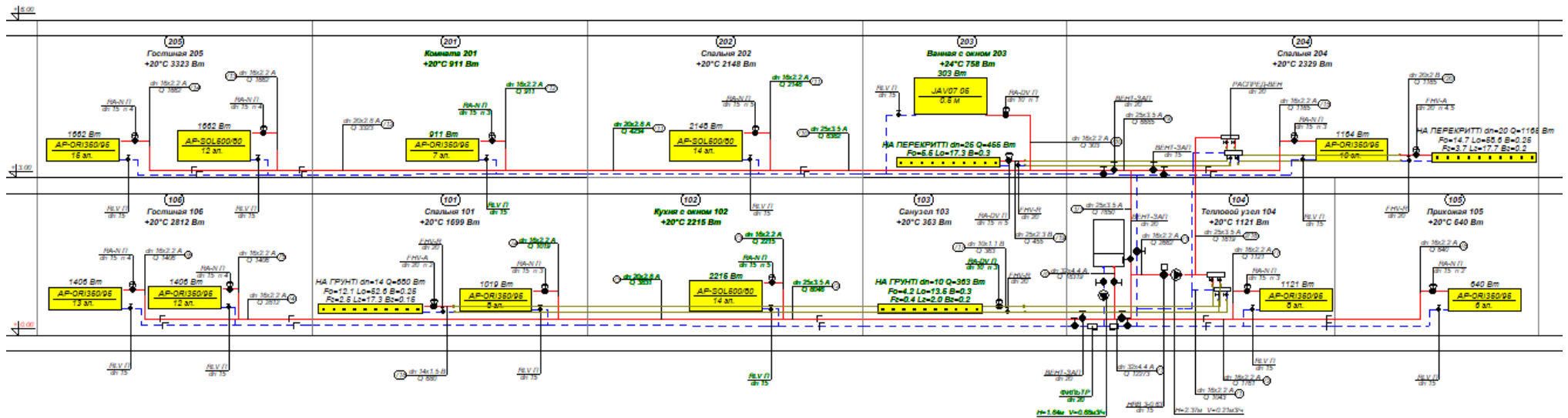


Схема системи опалення представлена на аркуші №3, аксонометрична схема системи опалення на аркуші №4

Таблиця 7.2 - Приміщення

Символ	$t_{вн}$	Q_0	$Q_{доп}$	$Q_{деф}$	$Q_{оп}$	$A_{оп}$
	[°C]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	
101	20	1699	195	-119	1623	0.893
	AP-ORI350/95 n = 8 эл. l= 0.64 м				902	0.885
	Подпол. отоп. приб: НА ГРУНТИ				721	0.902
102	20	2215	192	5	2018	0.913
	AP-SOL500/80 n = 14 эл. l= 1.13 м				2018	0.913
103	20	363	107	9	247	0.698
	Подпол. отоп. приб: НА ГРУНТИ				247	0.698
104	20	1121	191	0	929	0.830
	AP-ORI350/95 n = 8 эл. l= 0.64 м				929	0.830
105	20	640	22	0	618	0.966
	AP-ORI350/95 n = 6 эл. l= 0.48 м				618	0.966
106	20	2812	102	-2	2712	0.964
	AP-ORI350/95 n = 13 эл. l= 1.04 м				1357	0.964
	AP-ORI350/95 n = 12 эл. l= 0.96 м				1356	0.964
107	17	0	0	0	0	0.000
201	20	911	143	0	768	0.843
	AP-ORI350/95 n = 7 эл. l= 0.56 м				768	0.843
202	20	2148	193	-9	1964	0.911
	AP-SOL500/80 n = 14 эл. l= 1.13 м				1964	0.911
203	24	758	109	6	643	0.855
	JAV07 05 n = 1 эл. l= 0.50 м				286	0.868
	Подпол. отоп. приб: НА ПЕРЕКРИТТИ				357	0.845
204	20	2329	100	-7	2236	0.957
	AP-ORI350/95 n = 10 эл. l= 0.80 м				1117	0.957
	Подпол. отоп. приб: НА ПЕРЕКРИТТИ				1118	0.957
205	20	3323	111	-3	3215	0.967
	AP-ORI350/95 n = 15 эл. l= 1.20 м				1607	0.967

	AP-SOL500/80 n = 12 эл. l= 0.97 м				1608	0.967
206	19	0	0	0	0	0.000

де $t_{вн}$ - розрахункова температура повітря у приміщенні; Q_0 - розрахункові тепловтрати приміщення; $Q_{доп}$ - теплонадходження в приміщення (включаючи теплонадходження від трубопроводів); $Q_{деф}$ - дефіцит або надлишок теплової потужності, що виникає через невідповідність потужності опалювальних приладів (негативне значення означає надлишок потужності – перегрів); $Q_{оп}$ - сумарна реальна тепла потужність опалювальних приладів, розташованих у приміщенні; $A_{оп}$ - авторитет опалювальних приладів, що обігрівають приміщення.

Таблиця 7.3 - Трубопроводи

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP	
уча	тру	Ст.	Уч.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]	
П	А	1	1	2,50	25	7770	0,084	0,342	85,6	4,6	483	
П	А	1	1	0,30	25	10495	0,097	0,395	111,2	1,5	151	
П	А	2	1	0,17	25	2725	0,060	0,238	52,7	423,9	12014	
				HRB 3-0.63 dn 15 мм авт.= 0.46 Kv= 0.630 м3/ч								
П	А	2	16	0,36	25	1678	0,041	0,163	27,3	0,3	14	
П	А	2	16	3,10	25	1678	0,041	0,163	27,3	5,6	159	
П	А		0	0,50	32	18309	0,187	0,459	105,9	0,0	53	
П	А		1	0,05	16	1047	0,019	0,181	57,0	1,0	19	
П	А		1	0,17	16	2725	0,013	0,129	27,2	1,5	17	
П	А		1	0,30	32	12256	0,116	0,285	45,2	6,7	287	
П	А		2	5,47	25	6053	0,071	0,289	63,4	1,2	397	
П	А		2	2,63	25	6053	0,071	0,289	63,4	0,0	167	
П	А		2	0,11	25	6053	0,071	0,289	63,4	7,6	324	
П	А		2	1,31	16	1761	0,019	0,189	52,8	2,2	109	
П	А		3	6,07	20	3838	0,045	0,288	83,8	0,0	509	
П	А		3	3,31	20	3838	0,045	0,288	83,8	1,0	318	
П	А		3	0,55	16	2215	0,026	0,251	86,7	1,5	95	
П	А		3	0,10	16	2215	0,026	0,251	86,7	368,5	11642	
				РА-N П настройка 5 dn 15 мм								
				авторитет 0.82 Kv = 0.280 м3/ч								
П	А		4	3,40	16	2812	0,033	0,322	134,3	1,2	518	
П	А		4	1,34	16	2812	0,033	0,322	134,3	1,0	232	

П	А		4	0,41	16	1026	0,012	0,122	24,7	1,5	21
П	А		4	0,10	16	1026	0,012	0,122	24,7	1362,7	10152
			РА-N П настройка 3 dn 15 мм								
			авторитет 0.72 Kv = 0.146 м3/ч								
П	А		5	2,33	16	1406	0,014	0,139	31,1	1,7	89
П	А		5	0,41	16	1406	0,019	0,182	49,5	1,5	45
П	А		5	0,10	16	1406	0,019	0,182	49,5	513,7	8520
			РА-N П настройка 4 dn 15 мм								
			авторитет 0.60 Kv = 0.237 м3/ч								
П	А		6	0,41	16	1406	0,014	0,139	31,2	0,3	16
П	А		6	0,10	16	1406	0,014	0,139	31,2	868,0	8430
			РА-N П настройка 4 dn 15 мм								
			авторитет 0.59 Kv = 0.183 м3/ч								
П	А		7	1,07	16	640	0,006	0,064	4,8	0,0	5
П	А		7	4,47	16	640	0,006	0,064	4,7	1,7	25
П	А		7	0,41	16	1121	0,013	0,126	26,0	1,5	22
П	А		7	0,10	16	1121	0,013	0,126	26,0	1629,1	12888
			РА-N П настройка 3 dn 15 мм								
			авторитет 0.91 Kv = 0.133 м3/ч								
П	А		8	0,41	16	640	0,006	0,063	4,8	0,3	3
П	А		8	0,10	16	640	0,006	0,063	4,8	6395,3	12891
			РА-N П настройка 2 dn 15 мм								
			авторитет 0.91 Kv = 0.067 м3/ч								
П	А		9	0,56	25	6585	0,069	0,280	60,0	0,0	34
П	А		9	0,11	25	6585	0,069	0,280	60,0	3,0	124
П	А		10	0,10	16	265	0,002	0,017	1,3	84408,5	12031
			РА-DV П настройка 1 dn 10 мм								
			Q = 0.006 м3/ч Kv = 0.019 м3/ч								
П	А		10	1,00	16	265	0,002	0,017	1,3	1,5	1
П	А		10	5,68	25	6320	0,067	0,273	57,4	1,2	370
П	А		10	2,06	25	6320	0,067	0,273	57,4	0,5	137
П	А		11	2,12	20	4186	0,046	0,290	84,7	0,0	180
П	А		11	3,31	20	4186	0,046	0,290	84,7	1,0	322
П	А		11	0,55	16	2134	0,021	0,211	63,6	1,5	68
П	А		11	0,10	16	2134	0,021	0,211	63,6	482,2	10692
			РА-N П настройка 4 dn 15 мм								
			авторитет 0.74 Kv = 0.245 м3/ч								
П	А		12	3,37	20	3404	0,040	0,253	67,0	1,2	264

П	А		12	5,29	20	3404	0,040	0,253	67,0	0,5	370
П	А		12	0,41	16	782	0,006	0,056	4,2	1,5	4
П	А		12	0,10	16	782	0,006	0,056	4,2	6367,1	9847
			РА-N П настройка 2 dn 15 мм								
			авторитет 0.68 Kv = 0.067 м3/ч								
П	А		13	2,31	16	1702	0,021	0,204	60,3	2,2	185
П	А		13	0,55	16	1702	0,019	0,187	51,7	1,5	55
П	А		13	0,10	16	1702	0,019	0,187	51,7	482,0	8392
			РА-N П настройка 4 dn 15 мм								
			авторитет 0.58 Kv = 0.245 м3/ч								
П	А		14	0,41	16	1702	0,021	0,204	60,3	0,3	31
П	А		14	0,10	16	1702	0,021	0,204	60,3	385,5	8012
			РА-N П настройка 5 dn 15 мм								
			авторитет 0.55 Kv = 0.274 м3/ч								
П	А		15	5,28	16	1185	0,015	0,149	34,8	4,7	236
П	А		15	0,41	16	1185	0,015	0,149	34,8	0,3	17
П	А		15	0,10	16	1185	0,015	0,149	34,8	1054,5	11678
			РА-N П настройка 4 dn 15 мм								
			авторитет 0.81 Kv = 0.166 м3/ч								
П	В		17	11,88	10	363	0,009	0,177	53,2	637,7	10582
			РА-DV П настройка 3 dn 10 мм								
			Q = 0.031 м3/ч Kv = 0.099 м3/ч								
П	В		18	13,18	14	684	0,010	0,110	16,1	1720,3	10646
			FHV-A настройка 2 dn 20 мм								
			авторитет 0.43 Kv = 0.117 м3/ч								
П	В		19	6,75	25	493	0,014	0,044	1,9	11726,4	11596
			РА-DV П настройка 5 dn 15 мм								
			Q = 0.052 м3/ч Kv = 0.154 м3/ч								
П	В		20	0,44	20	1185	0,027	0,134	22,5	1054,7	9454
			FHV-A настройка 4.5 dn 20 мм								
			авторитет 0.38 Kv = 0.316 м3/ч								
О	А	1	1	2,50	25	7770	0,084	0,337	89,9	4,6	486
О	А	1	1	0,35	25	10495	0,097	0,389	117,8	1,0	117
О	А	2	1	0,20	25	2725	0,060	0,237	55,5	0,3	20
О	А	2	1	0,14	25	2725	0,060	0,237	55,5	0,5	22
О	А	2	16	0,46	25	1678	0,041	0,162	28,6	1,3	30
О	В	2	16	3,03	25	1678	0,041	0,126	15,7	7,8	109
О	А		0	0,55	32	18309	0,187	0,453	111,0	0,0	61

O	A		1	0,10	16	1047	0,019	0,180	42,5	1,0	20
O	A		1	0,15	16	2725	0,013	0,126	20,5	1,0	11
O	A		1	0,40	32	12256	0,116	0,281	47,9	9,6	399
O	A		2	5,53	25	6053	0,071	0,285	66,3	1,2	415
O	A		2	2,63	25	6053	0,071	0,285	66,3	0,0	174
O	A		2	0,16	25	6053	0,071	0,285	66,4	11,2	467
O	A		2	1,31	16	1761	0,019	0,187	55,6	2,7	120
O	A		3	6,12	20	3838	0,045	0,284	87,7	0,0	537
O	A		3	3,26	20	3838	0,045	0,284	87,8	1,5	346
O	A		3	0,13	16	2215	0,026	0,248	90,6	1,0	42
O	A		3	0,05	16	2215	0,026	0,248	90,6	4,6	146
O	A		4	3,44	16	2812	0,033	0,317	140,7	1,2	545
O	A		4	1,29	16	2812	0,033	0,317	140,8	1,5	257
O	A		4	0,13	16	1026	0,012	0,121	24,3	1,0	10
O	A		4	0,05	16	1026	0,012	0,121	24,3	4,6	35
O	A		5	2,35	16	1406	0,014	0,137	32,4	1,7	92
O	A		5	0,13	16	1406	0,019	0,180	51,7	1,0	23
O	A		5	0,05	16	1406	0,019	0,180	51,7	4,6	77
O	A		6	0,13	16	1406	0,014	0,137	32,4	0,3	7
O	A		6	0,05	16	1406	0,014	0,137	32,4	4,6	45
O	A		7	1,12	16	640	0,006	0,063	6,4	0,0	7
O	A		7	4,39	16	640	0,006	0,063	6,4	1,7	32
O	A		7	0,13	16	1121	0,013	0,124	26,5	1,0	11
O	A		7	0,05	16	1121	0,013	0,124	26,5	4,6	37
O	A		8	0,13	16	640	0,006	0,063	6,4	0,3	1
O	A		8	0,05	16	640	0,006	0,063	6,4	4,6	9
O	A		9	1,26	25	6585	0,069	0,276	63,3	0,0	80
O	A		9	0,16	25	6585	0,069	0,276	63,3	3,0	124
O	A		10	0,10	16	265	0,002	0,017	2,2	4,6	1
O	A		10	1,37	25	6320	0,067	0,269	60,5	0,5	101
O	A		10	1,00	16	265	0,002	0,017	2,2	1,0	2
O	A		10	5,72	25	6320	0,067	0,269	60,4	1,2	389
O	A		11	2,17	20	4186	0,046	0,286	89,1	0,0	193
O	A		11	3,26	20	4186	0,046	0,286	89,2	1,5	351
O	A		11	0,13	16	2134	0,021	0,208	67,2	1,0	30
O	A		11	0,05	16	2134	0,021	0,208	67,2	4,6	102
O	A		12	3,42	20	3404	0,040	0,250	70,3	1,2	278
O	A		12	5,24	20	3404	0,040	0,250	70,3	0,5	384

О	А		12	0,13	16	782	0,006	0,055	5,8	1,0	2
О	А		12	0,05	16	782	0,006	0,055	5,8	4,6	7
О	А		13	0,13	16	1702	0,019	0,184	54,6	1,0	24
О	А		13	0,05	16	1702	0,019	0,184	54,6	4,6	80
О	А		13	2,31	16	1702	0,021	0,201	63,4	2,7	201
О	А		14	0,13	16	1702	0,021	0,201	63,3	0,3	14
О	А		14	0,05	16	1702	0,021	0,201	63,3	4,6	96
О	А		15	5,40	16	1185	0,015	0,147	36,5	5,2	253
О	А		15	0,13	16	1185	0,015	0,147	36,5	0,3	8
О	А		15	0,05	16	1185	0,015	0,147	36,5	4,6	51
О	В		17	12,10	10	363	0,009	0,176	58,1	8,5	835
О	В		18	13,40	14	684	0,010	0,109	22,7	31,2	491
О	В		19	6,85	25	493	0,014	0,044	2,2	366,4	374
О	В		20	0,36	20	1185	0,027	0,133	19,0	138,8	1239

де L - довжина ділянки; d_n - номінальний діаметр ділянки; Q - теплове навантаження ділянки; G - витрата води, що проходить через ділянку; w - швидкість потоку води на ділянці; R - питоме, лінійне падіння тиску дільниці; $Dzeta$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів арматури, що знаходиться на ділянці; dP - гідравлічний опір ділянки.

Таблиця 7.4 – Опалювальні прилади

Номер		Пом.	Тип от. пр.	n	L	Qрас	Qтр	Qреа	Qдеф	Aоп	tп	dt	AG	G
Стойк	Участ.													
	3	102	AP-SOL500/80	14	1,13	2215	2023	2018	5	0,913	89,52	18,76	0,97	0,02565
	4	101	AP-ORI350/95	8	0,64	1019	902	902	0	0,885	88,85	18,12	0,98	0,01187
	5	106	AP-ORI350/95	12	0,96	1406	1355	1356	-1	0,964	88,50	17,38	1,11	0,01859
	6	106	AP-ORI350/95	13	1,04	1406	1355	1357	-2	0,964	88,06	22,72	0,85	0,01423
	7	104	AP-ORI350/95	8	0,64	1121	930	929	1	0,830	89,72	17,27	0,96	0,01283
	8	105	AP-ORI350/95	6	0,48	640	618	618	0	0,966	87,51	22,71	0,85	0,00649
	10	203	JAV07 05	1	0,50	303	260	286	-26	0,868	88,69	39,14	0,48	0,00174
	11	202	AP-SOL500/80	14	1,13	2148	1955	1964	-9	0,911	89,39	20,67	0,88	0,02265
	12	201	AP-ORI350/95	7	0,56	911	768	768	0	0,843	88,96	20,47	0,82	0,00895
	13	205	AP-SOL500/80	12	0,97	1662	1606	1608	-2	0,967	88,27	22,19	0,87	0,01727
	14	205	AP-ORI350/95	15	1,20	1662	1606	1607	-1	0,967	87,97	20,60	0,94	0,01860
	15	204	AP-ORI350/95	10	0,80	1165	1115	1117	-3	0,957	88,84	18,88	1,02	0,01411

де n - кількість елементів, з яких складається опалювальний прилад; L - довжина опалювального приладу; $Q_{рас}$ - розрахункова теплова потужність опалювального приладу; $Q_{тр}$ - необхідна теплова потужність опалювального приладу з урахуванням теплонадходжень; $Q_{реа}$ - реальна теплова потужність опалювального приладу; $Q_{деф}$ - дефіцит або надлишок теплової потужності опалювального приладу, що виникає через його неправильний підбір для потреб теплих приміщень. Значення менше 0 означає надлишок потужності; $A_{оп}$ - авторитет опалювального приладу; $tп$ - реальна температура води, що подається до опалювального приладу (з урахуванням її охолодження у подаючому трубопроводі); dt - реальне охолодження води в опалювальному приладі; AG - гідравлічні завади опалювального приладу; G - витрата води через опалювальний прилад.

Рекомендації щодо проектування систем підлогового опалення наведено в додатку А данної пояснювальної записки.

Таблица 7.5 – Конструкція підлогових опалювальних приладів

Символ	d	Описание материала	Lam.	Ro	R
	м		Вт/мК	кг/м ³	м ² К/Вт
НА ГРУНТІ					
Положение: На грунте					
ПЛИТКА	0,020		0,960	2000	0,021
БЕТОН-1900	0,062	Бетон тяжелый, заполн. из прир. камня	1,000	1900	0,062
Символ труб: RAUT S dnmin: 10 мм dnmax: 32 мм					
Lmax: 120 м Vmin: 0.100 м Vmax: 0.300 м Визм: 0.050 м					
РУБЕРОИД	0,003	Рубероид	0,180	1000	0,017
ПЕНОПОЛИСТ	0,100	Пенополистирол	0,045	30	2,222
РУБЕРОИД	0,003	Рубероид	0,180	1000	0,017
БЕТОН-1900	0,100	Бетон тяжелый, заполн. из прир. камня	1,000	1900	0,100
ПЕСОК-СР	0,100	Песок средний	0,400	1650	0,250
НА ПЕРЕКРИТТІ					
Положение: Между этажами					
ПЛИТКА	0,020		0,960	2000	0,021
БЕТОН-1900	0,062	Бетон тяжелый, заполн. из прир. камня	1,000	1900	0,062
Символ труб: RAUT S dnmin: 10 мм dnmax: 32 мм					
Lmax: 120 м Vmin: 0.100 м Vmax: 0.300 м Визм: 0.050 м					
ПАРОІЗОЛЯЦ	0,003		0,300	1600	0,010
ПЕНОПОЛИСТ	0,050	Пенополистирол	0,045	30	1,111
ГИПС-ПЛИТИ	0,095		0,350	1000	0,271

де d - товщина шару; Lam - коефіцієнт теплопровідності матеріалу окремих матеріальних шарів огорожі; Ro - щільність матеріалу, з якого складається шар; R - розрахунковий опір теплопередачі шару; dnmin - мінімальний номінальний діаметр труб у контурі, що гріє; dnmax - максимальний номінальний діаметр труб у контурі, що гріє; Lmax -

максимальна довжина труб гріючого контуру разом із підведенням; V_{\min} - мінімальний крок укладання труб у контурі, що гріє; V_{\max} - максимальний крок укладання труб у контурі, що гріє; $V_{\text{зм}}$ - зміна кроку укладання труб у контурі за його підбору програмою.

Таблиця 7.6 – Розрахунок теплої підлоги (початок)

Номер		Пом.	Тип отоп.пр.	Fo	Lo	B	Tf	FГ	LГ	BГ	TfГ
Стояк	Участ.			[м2]	[м]	[м]	[°C]	[м2]	[м]	[м]	[°C]
	17	103	НА ГРУНТІ	4,2	13,5	0,300	25,90	0,4	2,0	0,200	27,14
	18	101	НА ГРУНТІ	12,1	52,6	0,250	25,61	2,5	17,3	0,150	26,95
	19	203	НА ПЕРЕКРИТТІ	5,5	17,3	0,300	30,40				
	20	204	НА ПЕРЕКРИТТІ	14,7	58,6	0,250	27,25	3,7	17,7	0,200	28,02

Таблиця 7.6 – Розрахунок теплої підлоги (кінець)

Пом.	Qрас	Qтр	Qоп	Qдеф	Aоп	dn	w	dP	tп	dt	AG	G
	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]		[мм]	[м/с]	[Па]	[°C]	[K]		[кг/с]
103	363	256	247	9	0,698	10	0,18	787	49,12	7,24	0,99	0,00856
101	680	602	721	-119	0,902	14	0,11	1050	48,97	17,55	0,63	0,01027
203	455	389	357	32	0,845	25	0,04	36	49,35	6,94	1,22	0,01321
204	1165	1115	1118	-4	0,957	20	0,12	1015	49,88	11,52	0,88	0,02446

де F_0 - загальна поверхня підпільного опалювального приладу разом із поверхнею граничної зони; L_0 - загальна довжина трубопроводу в контурі, що гріє, підпільного опалювального приладу; B - крок укладання труб у контурі, що гріє, в основній зоні опалювального приладу; T_f - температура підлоги; F_g - поверхня граничної зони; L_g - довжина трубопроводу у граничній зоні; B_g - крок укладання труб у контурі, що гріє, в граничній зоні; T_{fg} - температура підлоги у граничній зоні; $Q_{рас}$ - розрахункова теплова потужність опалювального приладу; $Q_{тр}$ - необхідна теплова потужність опалювального приладу з урахуванням теплонадходження; $Q_{реа}$ - реальна теплова потужність опалювального приладу; $Q_{деф}$ - дефіцит або надлишок теплової потужності опалювального приладу, що виникає через його неправильний підбір для потреб теплих приміщень. Значення менше 0 означає надлишок потужності; d_n - номінальний діаметр трубопроводу в контурі, що гріє, підпільного опалювального приладу; w - швидкість води в контурі, що гріє; dP - гідравлічний опір опалювального приладу; t_p - реальна температура води, що подається до опалювального приладу (з урахуванням її охолодження в подаючому трубопроводі); dt - реальне охолодження води в опалювальному приладі (впливає з витрати теплоносія та реальної потужності опалювального приладу); AG - гідравлічні завади опалювального приладу; G - витрати води в опалювальному приладі.

Таблиця 7.7 – Насоси

Номер		dP	G	H	V	T	Ro	dP H ₂ O	H H ₂ O
Ст.	Уч.	Па	кг/с	м	м ³ /ч	°C	кг/м ³	Па	м
2	1	24274	0,060	2,51	0,22	50,0	988	24274	2,51
	0	15070	0,187	1,57	0,69	66,1	980	15070	1,57

де dP - необхідний тиск, що створюється насосом; G - розрахункова масова витрата води, що переміщується насосом; H - потрібний напір насоса; V - розрахункову об'ємна подача насоса; T - температура води, що переміщується насосом; Ro - щільність води, що переміщується насосом; dP H₂O - необхідний тиск, що створюється насосом, перерахований на водяну характеристику насоса; H H₂O - потрібен напір насоса, перерахований на водну характеристику насоса.

Таблица 7.8 – Циркуляційні кільця

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Ст.	Уч.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 3 в помещении: 102											
dPцк = 14001 Па				dPгр = -69 Па				dH = -0.55 м		Lцк = 18.4 м	
П	А		0	0,50	32	18309	0,187	0,459	105,9	0,0	53
П	А		2	0,11	25	6053	0,071	0,289	63,4	7,6	324
П	А		2	2,63	25	6053	0,071	0,289	63,4	0,0	167
П	А		2	5,47	25	6053	0,071	0,289	63,4	1,2	397
П	А		3	0,55	16	2215	0,026	0,251	86,7	1,5	95
П	А		3	0,10	16	2215	0,026	0,251	86,7	368,5	11642
				RA-N П настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.82 Kv = 0.280 м3/ч							
				Отоп.пр.: AP-SOL500/80 n = 14 эл. l = 1.13 м				17			
О	А		3	0,05	16	2215	0,026	0,248	90,6	4,6	146
О	А		3	0,13	16	2215	0,026	0,248	90,6	1,0	42
О	А		2	5,53	25	6053	0,071	0,285	66,3	1,2	415
О	А		2	2,63	25	6053	0,071	0,285	66,3	0,0	174
О	А		2	0,16	25	6053	0,071	0,285	66,4	11,2	467
О	А		0	0,55	32	18309	0,187	0,453	111,0	0,0	61
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 4 в помещении: 101											
dPцк = 13991 Па				dPгр = -79 Па				dH = -0.63 м		Lцк = 37.0 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:										941	
П	А		3	3,31	20	3838	0,045	0,288	83,8	1,0	318
П	А		3	6,07	20	3838	0,045	0,288	83,8	0,0	509
П	А		4	0,41	16	1026	0,012	0,122	24,7	1,5	21
П	А		4	0,10	16	1026	0,012	0,122	24,7	1362,7	10152
				RA-N П настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.72 Kv = 0.146 м3/ч							
				Отоп.пр.: AP-ORI350/95 n = 8 эл. l = 0.64 м				4			
О	А		4	0,05	16	1026	0,012	0,121	24,3	4,6	35
О	А		4	0,13	16	1026	0,012	0,121	24,3	1,0	10
О	А		3	6,12	20	3838	0,045	0,284	87,7	0,0	537

О	А		3	3,26	20	3838	0,045	0,284	87,8	1,5	346
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1117
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 5 в помещении: 106											
dP _{цк} = 13994 Па dP _{гр} = -75 Па dH = -0.59 м L _{цк} = 46.5 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1768
П	А		4	1,34	16	2812	0,033	0,322	134,3	1,0	232
П	А		4	3,40	16	2812	0,033	0,322	134,3	1,2	518
П	А		5	0,41	16	1406	0,019	0,182	49,5	1,5	45
П	А		5	0,10	16	1406	0,019	0,182	49,5	513,7	8520
RA-N П настройка 4 dn 15 мм											
авторитет 0.60 Kv = 0.237 м ³ /ч											
Отоп.пр.: AP-ORI350/95 n = 12 эл. l = 0.96 м											9
О	А		5	0,05	16	1406	0,019	0,180	51,7	4,6	77
О	А		5	0,13	16	1406	0,019	0,180	51,7	1,0	23
О	А		4	3,44	16	2812	0,033	0,317	140,7	1,2	545
О	А		4	1,29	16	2812	0,033	0,317	140,8	1,5	257
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											2001
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 6 в помещении: 106											
dP _{цк} = 14005 Па dP _{гр} = -65 Па dH = -0.60 м L _{цк} = 51.2 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2518
П	А		5	2,33	16	1406	0,014	0,139	31,1	1,7	89
П	А		6	0,41	16	1406	0,014	0,139	31,2	0,3	16
П	А		6	0,10	16	1406	0,014	0,139	31,2	868,0	8430
RA-N П настройка 4 dn 15 мм											
авторитет 0.59 Kv = 0.183 м ³ /ч											
Отоп.пр.: AP-ORI350/95 n = 13 эл. l = 1.04 м											5
О	А		6	0,05	16	1406	0,014	0,137	32,4	4,6	45
О	А		6	0,13	16	1406	0,014	0,137	32,4	0,3	7
О	А		5	2,35	16	1406	0,014	0,137	32,4	1,7	92
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											2803
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 7 в помещении: 104											

dP _{цк} = 13990 Па dP _{гр} = -79 Па dH = -0.63 м L _{цк} = 5.1 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											53
П	А		1	0,30	32	12256	0,116	0,285	45,2	6,7	287
П	А		2	1,31	16	1761	0,019	0,189	52,8	2,2	109
П	А		7	0,41	16	1121	0,013	0,126	26,0	1,5	22
П	А		7	0,10	16	1121	0,013	0,126	26,0	1629,1	12888
			RA-N П настройка 3 dn 15 мм								
			авторитет 0.91 Kv = 0.133 м ³ /ч								
			Отоп.пр.: AP-ORI350/95 n = 8 эл. l = 0.64 м								4
О	А		7	0,05	16	1121	0,013	0,124	26,5	4,6	37
О	А		7	0,13	16	1121	0,013	0,124	26,5	1,0	11
О	А		2	1,31	16	1761	0,019	0,187	55,6	2,7	120
О	А		1	0,40	32	12256	0,116	0,281	47,9	9,6	399
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											61
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 8 в помещении: 105											
dP _{цк} = 14002 Па dP _{гр} = -67 Па dH = -0.63 м L _{цк} = 16.1 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											448
П	А		7	4,47	16	640	0,006	0,064	4,7	1,7	25
П	А		7	1,07	16	640	0,006	0,064	4,8	0,0	5
П	А		8	0,41	16	640	0,006	0,063	4,8	0,3	3
П	А		8	0,10	16	640	0,006	0,063	4,8	6395,3	12891
			RA-N П настройка 2 dn 15 мм								
			авторитет 0.91 Kv = 0.067 м ³ /ч								
			Отоп.пр.: AP-ORI350/95 n = 6 эл. l = 0.48 м								1
О	А		8	0,05	16	640	0,006	0,063	6,4	4,6	9
О	А		8	0,13	16	640	0,006	0,063	6,4	0,3	1
О	А		7	1,12	16	640	0,006	0,063	6,4	0,0	7
О	А		7	4,39	16	640	0,006	0,063	6,4	1,7	32
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											580
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 10 в помещении: 203											
dP _{цк} = 14433 Па dP _{гр} = 364 Па dH = 2.90 м L _{цк} = 11.7 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											340

П	А	1	1	0,30	25	10495	0,097	0,395	111,2	1,5	151		
П	А	1	1	2,50	25	7770	0,084	0,342	85,6	4,6	483		
П	А		9	0,11	25	6585	0,069	0,280	60,0	3,0	124		
П	А		9	0,56	25	6585	0,069	0,280	60,0	0,0	34		
П	А		10	1,00	16	265	0,002	0,017	1,3	1,5	1		
П	А		10	0,10	16	265	0,002	0,017	1,3	84408,5	12031		
				РА-DV П настройка 1 dn 10 мм									
				Q = 0.006 м3/ч Kv = 0.019 м3/ч									
				Отоп.пр.: JAV07 05 n = 1 эл. l = 0.50 м								0	
О	А		10	0,10	16	265	0,002	0,017	2,2	4,6	1		
О	А		10	1,00	16	265	0,002	0,017	2,2	1,0	2		
О	А		9	1,26	25	6585	0,069	0,276	63,3	0,0	80		
О	А		9	0,16	25	6585	0,069	0,276	63,3	3,0	124		
О	А	1	1	2,50	25	7770	0,084	0,337	89,9	4,6	486		
О	А	1	1	0,35	25	10495	0,097	0,389	117,8	1,0	117		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											460		
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 11 в помещении: 202													
dPцк = 14300 Па				dPгр = 231 Па				dH = 2.30 м				Lцк = 25.2 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1131		
П	А		10	2,06	25	6320	0,067	0,273	57,4	0,5	137		
П	А		10	5,68	25	6320	0,067	0,273	57,4	1,2	370		
П	А		11	0,55	16	2134	0,021	0,211	63,6	1,5	68		
П	А		11	0,10	16	2134	0,021	0,211	63,6	482,2	10692		
				РА-N П настройка 4 dn 15 мм									
				авторитет 0.74 Kv = 0.245 м3/ч									
				Отоп.пр.: AP-SOL500/80 n = 14 эл. l = 1.13 м								12	
О	А		11	0,05	16	2134	0,021	0,208	67,2	4,6	102		
О	А		11	0,13	16	2134	0,021	0,208	67,2	1,0	30		
О	А		10	5,72	25	6320	0,067	0,269	60,4	1,2	389		
О	А		10	1,37	25	6320	0,067	0,269	60,5	0,5	101		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1267		
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 12 в помещении: 201													

dPцк = 14302 Па dPгр = 233 Па dH = 2.23 м Lцк = 35.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:										1639	
П	А		11	3,31	20	4186	0,046	0,290	84,7	1,0	322
П	А		11	2,12	20	4186	0,046	0,290	84,7	0,0	180
П	А		12	0,41	16	782	0,006	0,056	4,2	1,5	4
П	А		12	0,10	16	782	0,006	0,056	4,2	6367,1	9847
			RA-N П настройка 2 dn 15 мм								
			авторитет 0.68 Kv = 0.067 м3/ч								
			Отоп.пр.: AP-ORI350/95 n = 6 эл. l = 0.48 м								1
О	А		12	0,05	16	782	0,006	0,055	5,8	4,6	7
О	А		12	0,13	16	782	0,006	0,055	5,8	1,0	2
О	А		11	2,17	20	4186	0,046	0,286	89,1	0,0	193
О	А		11	3,26	20	4186	0,046	0,286	89,2	1,5	351
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:										1757	
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 13 в помещении: 205											
dPцк = 14298 Па dPгр = 229 Па dH = 2.30 м Lцк = 53.3 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:										2140	
П	А		12	5,29	20	3404	0,040	0,253	67,0	0,5	370
П	А		12	3,37	20	3404	0,040	0,253	67,0	1,2	264
П	А		13	0,55	16	1702	0,019	0,187	51,7	1,5	55
П	А		13	0,10	16	1702	0,019	0,187	51,7	482,0	8392
			RA-N П настройка 4 dn 15 мм								
			авторитет 0.58 Kv = 0.245 м3/ч								
			Отоп.пр.: AP-SOL500/80 n = 12 эл. l = 0.97 м								9
О	А		13	0,05	16	1702	0,019	0,184	54,6	4,6	80
О	А		13	0,13	16	1702	0,019	0,184	54,6	1,0	24
О	А		12	3,42	20	3404	0,040	0,250	70,3	1,2	278
О	А		12	5,24	20	3404	0,040	0,250	70,3	0,5	384
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:										2302	
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении: 205											
dPцк = 14288 Па dPгр = 218 Па dH = 2.23 м Lцк = 57.8 м											

Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2774
П	А		13	2,31	16	1702	0,021	0,204	60,3	2,2	185
П	А		14	0,41	16	1702	0,021	0,204	60,3	0,3	31
П	А		14	0,10	16	1702	0,021	0,204	60,3	385,5	8012
			RA-N П настройка 5 dn 15 мм								
			авторитет 0.55 Kv = 0.274 м3/ч								
			Отоп.пр.: AP-ORI350/95 n = 15 эл. l = 1.20 м								11
О	А		14	0,05	16	1702	0,021	0,201	63,3	4,6	96
О	А		14	0,13	16	1702	0,021	0,201	63,3	0,3	14
О	А		13	2,31	16	1702	0,021	0,201	63,4	2,7	201
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											2964
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: 15 в помещении: 204											
			dPцк = 14285 Па		dPгр = 216 Па		dH = 2.23 м		Lцк = 18.8 м		
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											973
П	А		15	5,28	16	1185	0,015	0,149	34,8	4,7	236
П	А		15	0,41	16	1185	0,015	0,149	34,8	0,3	17
П	А		15	0,10	16	1185	0,015	0,149	34,8	1054,5	11678
			RA-N П настройка 4 dn 15 мм								
			авторитет 0.81 Kv = 0.166 м3/ч								
			Отоп.пр.: AP-ORI350/95 n = 10 эл. l = 0.80 м								6
О	А		15	0,05	16	1185	0,015	0,147	36,5	4,6	51
О	А		15	0,13	16	1185	0,015	0,147	36,5	0,3	8
О	А		15	5,40	16	1185	0,015	0,147	36,5	5,2	253
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1063
Стояк Цирк. кольцо подпол. отоп.приб: 17 в помещении:..... 103											
			dPцк = 12279 Па		dPгр = -19 Па		dH = -0.80 м		Lцк = 27.4 м		
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											490
П	А		1	0,17	16	2725	0,013	0,129	27,2	1,5	17
П	А	2	1	0,17	25	2725	0,060	0,238	52,7	423,9	12014
			HRB 3-0.63 dn 15 мм авт.= 0.46 Kv= 0.630 м3/ч								
П	А		1	0,05	16	1047	0,019	0,181	57,0	1,0	19

П	В		17	11,88	10	363	0,009	0,177	53,2	637,7	10582
				RA-DV П настройка 3 dn 10 мм							
				Q = 0.031 м3/ч Kv = 0.099 м3/ч							
				подпол. отоп. прибор: НА ГРУНТИ							786
О	В		17	12,10	10	363	0,009	0,176	58,1	8,5	835
О	А		1	0,10	16	1047	0,019	0,180	42,5	1,0	20
О	А	2	1	0,20	25	2725	0,060	0,237	55,5	0,3	20
О	А	2	1	0,14	25	2725	0,060	0,237	55,5	0,5	22
О	А		1	0,15	16	2725	0,013	0,126	20,5	1,0	11
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											577
Стояк Цирк. кольцо подпол. отоп. прибор: 18 в помещения:.... 101											
				dPцк = 12269 Па dPгр = -29 Па dH = -0.80 м Лцк = 30.0 м							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											12541
П	В		18	13,18	14	684	0,010	0,110	16,1	1720,3	10646
				FHV-A настройка 2 dn 20 мм							
				авторитет 0.43 Kv = 0.117 м3/ч							
				подпол. отоп. прибор: НА ГРУНТИ							1056
О	В		18	13,40	14	684	0,010	0,109	22,7	31,2	491
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											649
Стояк Цирк. кольцо подпол. отоп. прибор: 19 в помещения:.... 203											
				dPцк = 12364 Па dPгр = 66 Па dH = 1.98 м Лцк = 23.8 м							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											12521
П	А	2	16	3,10	25	1678	0,041	0,163	27,3	5,6	159
П	А	2	16	0,36	25	1678	0,041	0,163	27,3	0,3	14
П	В		19	6,75	25	493	0,014	0,044	1,9	11726,4	11596
				RA-DV П настройка 5 dn 15 мм							
				Q = 0.052 м3/ч Kv = 0.154 м3/ч							
				подпол. отоп. прибор: НА ПЕРЕКРИТИИ							44
О	В		19	6,85	25	493	0,014	0,044	2,2	366,4	374
О	А	2	16	0,46	25	1678	0,041	0,162	28,6	1,3	30
О	В	2	16	3,03	25	1678	0,041	0,126	15,7	7,8	109
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											629

Стояк Цирк. кольцо подпол. отоп.приб: 20 в											
помещения:..... 204											
dPцк = 12365 Па			dPгр = 68 Па			dH = 2.08 м			Lцк = 11.0 м		
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											12694
П	В		20	0,44	20	1185	0,027	0,134	22,5	1054,7	9454
				FHV-A настройка 4.5				dn 20 мм			
				авторитет 0.38 Kv = 0.316 м3/ч							
				подпол. отоп. приб: НА ПЕРЕКРИТТІ				1323			
О	В		20	0,36	20	1185	0,027	0,133	19,0	138,8	1239
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											769

де dPцк - тиск елемента, що переважає в циркуляційному кільці (тиск у циркуляційному кільці складається з тиску, створеного насосом, а також з гравітаційного тиску, де гравітаційний тиск – це додатковий тиск теплоносія, викликаний різницею щільності води в подаючому і зворотньому трубопроводах, а також різницею висоти між центром споживача тепла і центром джерела тепла); dPгр - гравітаційний тиск, що враховується у циркуляційному кільці; dH - різниця висоти між центром споживача тепла та центром джерела тепла; Lцк - довжина трубопроводів, з яких створено циркуляційне кільце; L - довжина ділянки; dn - номінальний діаметр ділянки; Q - теплове навантаження ділянки; G - витрата води, що проходить через ділянку; w - швидкість витрати води на ділянці; R - питоме, лінійне падіння тиску на ділянці; Dzeta - сума коефіцієнтів місцевих опорів арматури, що знаходиться на ділянці; dP - гідравлічний опір ділянки.

Таблиця 7.10 – Налаштування регулюючої арматури

Тип	Номер		Пом.	Символ	Настройки	Авт.	dn	G	Kv	dP	Расположение элемента	
	Ст.	Уч.					[мм]	[кг/с]	[м ³ /ч]	[Па]		
П		3	102	RA-N П	5	0,82	15	0,026	0,280	11624	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		4	101	RA-N П	3	0,72	15	0,012	0,146	10147	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		5	106	RA-N П	4	0,60	15	0,019	0,237	8510	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		6	106	RA-N П	4	0,59	15	0,014	0,183	8424	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		7	104	RA-N П	3	0,91	15	0,013	0,133	12883	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		8	105	RA-N П	2	0,91	15	0,006	0,067	12890	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		10	203	RA-DV П	1		10	0,002	0,019	12031	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		11	202	RA-N П	4	0,74	15	0,021	0,245	10679	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		12	201	RA-N П	2	0,68	15	0,006	0,067	9846	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		13	205	RA-N П	4	0,58	15	0,019	0,245	8382	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		14	205	RA-N П	5	0,55	15	0,021	0,274	8000	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		15	204	RA-N П	4	0,81	15	0,015	0,166	11671	Ветка отоп. приб.	dn 16
П		17	103	RA-DV П	3		10	0,009	0,099	9942	На стояке...:	dn 10
П		18	101	FHV-A	2	0,43	20	0,010	0,117	10428	На стояке...:	dn 14
П		19	203	RA-DV П	5		15	0,014	0,154	11574	Под.к стояку:	dn 25
П		20	204	FHV-A	4.5	0,38	20	0,027	0,316	9413	Под.к стояку:	dn 20

де d_n - номінальний діаметр арматури; G - розрахункова витрата води, що проходить через регулюючу арматуру; K_v - коефіцієнт пропускної спроможності клапана; dP - падіння тиску на регулюючій арматурі.

Таблица 7.11 – Трубы

dn	N каталожный	L	V	M	Цена	Замечания
[мм]		[м]	[л]	[кг]	[]	
Символ: RAU PINK Произв-ль: REHAU						
Труба RAUTITAN Pink для систем отопления.						
16x2.2	136042-120	53,7	6	5		
20x2.8	136052-120	46,9	8	7		
25x3.5	136062-050	43,5	11	10		
32x4.4	136072-050	1,8	1	1		
Всего		145,9	25	22		
Символ: RAUT S Произв-ль: REHAU						
Труба RAUTHERM S для систем поверхностного отопления.						
10x1.1	131128-240	37,4	2	1		
14x1.5	136572-240	79,2	8	4		
20x2	136160-240	59,4	12	6		
25x2.3	136770-120	36,2	12	6		
Всего		212,2	33	17		
Всего		358,1	58	39		

де dn - номінальний діаметр труб; L - довжина труб із діаметром dn; V - ємність труб з діаметром dn та довжиною L; M - маса труб з діаметром dn та довжиною L.

Таблица 7.12 – Опалювальні прилади

Символ	n/L	Колич	dn	Под.	V	M	Цена
	[шт./м]	[шт.]	[мм]		[л]	[кг]	[]
Символ: AP-ORI350/95 Произв-ль: AQUAPEX							
Отопительный прибор секционный алюминиевый AQUAPEX Orion тип							
350/95, высота H = 430 мм.							
	6	2	15	GDJ	4	14	
	8	2	15	GDJ	5	19	
	10	1	15	GDJ	3	12	
	12	1	15	GDJ	4	14	
	13	1	15	GDJ	4	16	
	15	1	15	GDJ	5	18	
Всего	78	8			23	94	
Символ: AP-SOL500/80 Произв-ль: AQUAPEX							
Отопительный прибор секционный алюминиевый AQUAPEX Solar тип							
500/80, высота H = 576 мм.							
	12	1	15	GDJ	4	16	
	14	2	15	GDJ	10	37	
Всего	40	3			14	53	
Символ: JAV07 05 Произв-ль: PURMO							
Отопительный прибор - полотенцесушитель PURMO Java, тип JAV07							
05, (раньше PURMO Novella Bains тип PN03 DEC), длина L = 500							
мм, высота H = 700 мм.							
	0,50	1	15	DDV	3	7	
Всего	0,50	1			3	7	
Всего		12			40	153	

де n/L - величина опалювального приладу дається у вигляді числа елементів або довжини опалювального приладу; dn - номінальний діаметр підключення опалювальних приладів; V - місткість опалювальних приладів; M - маса опалювальних приладів.

Таблица 7.13 – Арматура

dn	N каталожный	Колич	Цена	Замечания
[мм]		[шт.]	[]	
Арматура на трубах символа RAU PINK				
Символ: HRB 3-0.63 Произв-ль: DANFOSS				
Клапан поворотный трехходовой HRB 3. Kvs 0.63 м3/ч. Работает в комплекте с				
электроприводом AMB 162.				
15	065Z0400	1		
Всего		1		
Символ: ОТВОД90 Произв-ль: RENAУ				
Отвод 90 град				
16		12		
20		2		
25		4		
Всего		18		
Символ: RA-DV П Произв-ль: DANFOSS				
Прямой термостатический клапан RA-DV с автоматическим регулятором расхода,				
интервал расхода 25 - 135 л/ч.				
10	013G7712	1		
Всего		1		
Символ: RA-N П Произв-ль: DANFOSS				
Клапан терморегулятора с предварительной настройкой прямой, тип RA-N, с				
внутренней резьбой.				
15	013G0014	11		
Всего		11		
Символ: RLV П Произв-ль: DANFOSS				
Запорный клапан прямой с возможностью подсоединения дренажного крана, тип RLV,				
с внутренней резьбой. Предназначен для отключения отдельного отопительного				
прибора для его демонтажа или технического обслуживания без слива всей системы.				
15	003L0144	12		

Всего		12		
Символ: ВЕНТ-ЗАП Произв-ль:				
Вентиль запорный прямой (применять только в случае отсутствия оборудования конкретной фирмы).				
15		2		
20		6		
25		4		
Всего		12		
Символ: ДУГА90 Произв-ль: RENAУ				
Дуга 90 град r/d >= 2.5.				
16		32		
25		3		
Всего		35		
Символ: СОЕДИН.-У Произв-ль:				
Соединитель угловой с резьбой, к отопительному прибору.				
10		1		
Всего		1		
Символ: ФИЛЬТР Произв-ль:				
Фильтр сетчатый (применять только в случае отсутствия реальной гидравлической характеристики фильтра).				
20		1		
25		1		
Всего		2		
Арматура на трубах символа RAUT S				
Символ: FHV-A Произв-ль: DANFOSS				
Регулирующий клапан с предварительной настройкой, тип FHV-A. Применяют в системах напольного отопления в комплекте с термозлементом RA 2991 для регулирования температуры воздуха в помещении.				
20	003L100100	2		
Всего		2		

Символ: FHV-R Произв-ль: DANFOSS				
Регулирующий клапан, тип FHV-R. Применяют в системах напольного отопления в				
комплекте с термoeлементом FJVR для регулирования температуры обратного теплоно				
теплоносителя.				
20	003L100000	4		
Всего		4		
Символ: RA-DV П Произв-ль: DANFOSS				
Прямой термостатический клапан RA-DV с автоматическим регулятором расхода,				
интервал расхода 25 - 135 л/ч.				
10	013G7712	1		
15	013G7714	1		
Всего		2		
Символ: ДУГА90 Произв-ль: RENAУ				
Дуга 90 град r/d >= 2.5.				
10		2		
14		2		
20		2		
25		2		
Всего		8		
Символ: РАСПРЕД-ВЕН Произв-ль:				
Распределитель квартирнй 1" с запорными вентилями.				
20/2		4		
Всего		4		
Всего		113		

8. Підбір обладнання тепло генераторної

Теплогенераторна складається з наступного основного обладнання: котел, насос, розширювальний бак та інше.

Теплова потужність котла повинна дорівнювати або бути більшою за повну потужність системи опалення будинку, що дорівнює проектному тепловому навантаженню всієї будівлі Φ_{HL} , та визначається за формулою (3.2).

Підбір котла наведено в розділі 9, адже до проектного теплового навантаження всієї будівлі буде ще врахована потреба на гаряче водопостачання.

Для двоконтурних котлів розрахунок розширювального бака не проводиться, так як вони вже мають влаштовані виробником баки.

Циркуляційний насос забезпечує циркуляцію теплоносія в опалювальному контурі. Кількість теплоносія, що циркулює в системі опалення, приймаємо за формулою (5.12), кг/год. Для переведення в об'ємні витрати, м³/год,

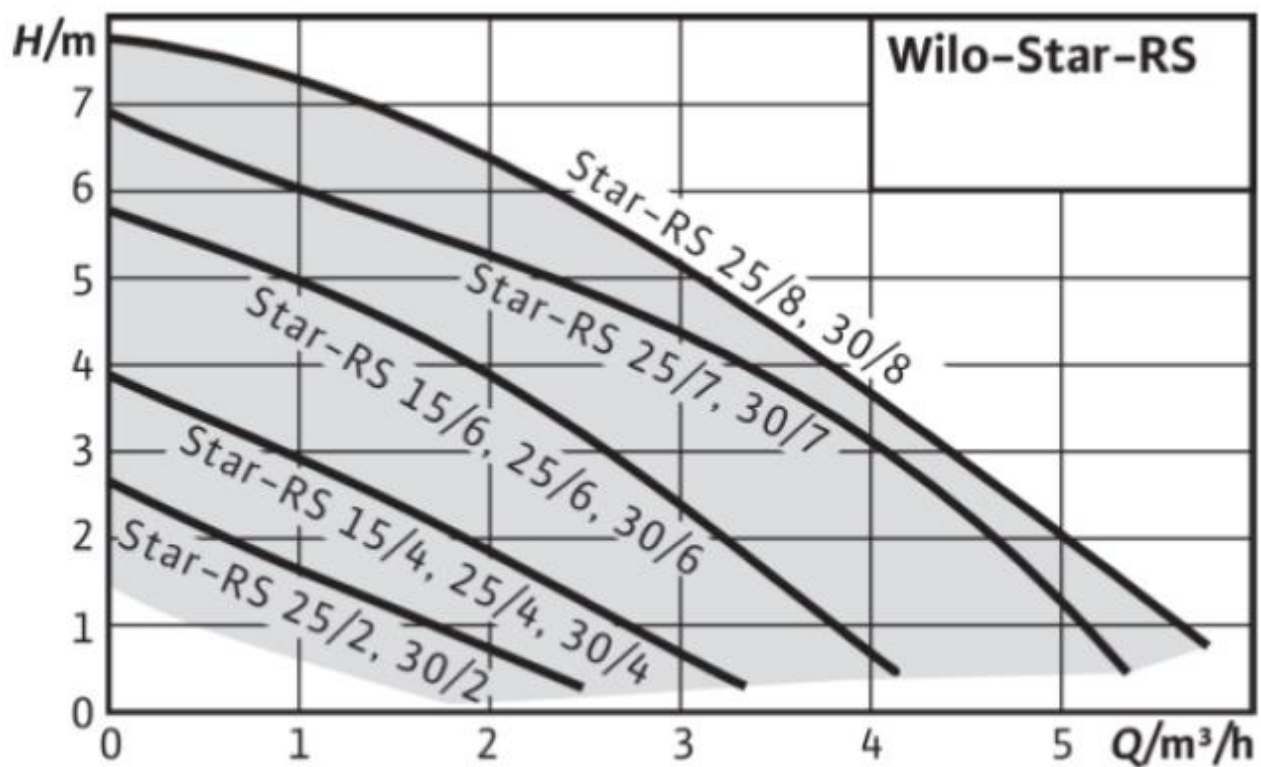
$$L = \frac{G_H}{\rho_v}, \quad (8.1)$$

де Δp_H - тиск, м.вод.ст., який створює насос в опалювальному контурі, визначається згідно з гідравлічним розрахунком системи опалення як повні втрати тиску в головному кільці системи опалення.

Використовуючи характеристики насосів Wilo-Star-RS (рис.8.1), вибираємо насос та будуємо робочу точку насосу для нашої системи опалення за відомими витратою теплоносія L та втратою тиску у системі опалення Δp_H .

Згідно розрахунків взятих з таблиць напір першого насосу = 1,64 м, розрахункова об'ємна подача = 0,68 м³/год, для другого напір = 2,37 м, об'ємна подача = 0,21 м³/год.

Рис. 7.1 Характеристика насосів Wilo-Star-RS



Для двох насосів підходить насос Wilo-Star-RS 25/2.

8. Потенціал використання сонячних колекторів в індивідуальному житловому будинку

В наш час тема використання сонячної енергії з кожним роком стає дедалі популярнішою і це й не дивно, враховуючи проблемну ситуацію в політичному світі. І дійсно, чому б не використовувати те, що дається нам безкоштовно. Звичайно, повністю відмовитись від газового методу опалення завдяки впровадженню систем сонячних колекторів не вийде, адже такі системи дуже залежні від погодних умов регіону, дорого коштують і мають великий термін окупності, але використовувати як допоміжне джерело енергії то будь ласка, це буде великим плюсом, адже ми будемо економити газ, і тим самим будемо ставати менш залежними та більш незалежними.

Для того щоб підібрати кількість сонячних колекторів для гарячого водопостачання або опалення потрібно визначити величину сонячної радіації яку може сприйняти наш колектор. Для цього згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 табл. 8 під назвою: «середньомісячні суми сонячної радіації, що надходить на горизонтальну та вертикальну поверхні різної орієнтації за середніх умов хмарності», для м. Одеса 46 град. пн.ш. дивимося скільки сонячної радіації МДж/м² за місяць, прямої та розсіяної надходить на горизонтальну поверхню.

Так як сонячний колектор ставлять на кут широти місцевості то виконується перерахунок з горизонтальної на похилу поверхню. Для цього обчислюється коефіцієнт перерахунку:

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1 + \cos\beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos\beta}{2}, \quad (8.1)$$

де E_p - середня за місяць кількість розсіяної сонячної енергії, яка надходить на горизонтальну поверхню, МДж/м²; E – сума середньої за місяць кількості розсіяної і прямої сонячної енергії, МДж/м²; R_n - середньомісячний коефіцієнт перерахунку прямого сонячного випромінювання з горизонтальної на похилу поверхню; β - кут нахилу сонячного колектора, град.; ρ - коефіцієнт віддзеркалення поверхні Землі та оточуючих тіл. Величина коефіцієнтів R_n , ρ взята зі статей проекту USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні».

Щоб знайти середню за місяць кількість сонячної енергії яка надходить на похилу поверхню використовується формула (8.2):

$$E_{\text{п}} = E \cdot R, \text{ МДж/м}^2,$$

Різні колектори мають різний коефіцієнт корисної дії. Для того щоб знати скільки сонячної енергії може сприйняти обраний нами колектор застосовують формулу (8.3):

$$E_k = E_{\text{п}} \cdot \eta_k, \text{ МДж/м}^2,$$

де η_k - ККД колектора.

Взагалі, за конструкцією розрізняють колектори плоскі та трубчасті (вакуумні). Найбільшу ефективність мають вакуумні сонячні колектори, які за рахунок вакуумного середовища мають дуже низькі показники тепловтрат. Це особливо яскраво проявляється в холодну пору року, коли продуктивність плоских сонячних колекторів різко падає. У той же час ефективність вакуумного колектора не залежить від температури навколишнього середовища, вона безпосередньо пов'язана з обсягом поглиненої сонячної енергії. Вакуумний сонячний колектор - це конструкція, яка складається з декількох вакуумних трубок, які об'єднані в єдину систему за допомогою спеціального стикувального вузла-теплогбірника (маніфолда). Візуально такий колектор нагадує радіаторну батарею і має подібний принцип дії. Всередині скляної трубки, з якої відкачано повітря, розташований патрубок який нагрівається, в якому може протікати теплоносій, або знаходиться спеціальна рідина, яка після нагрівання передає теплову енергію теплоносію, що знаходиться в маніфолді (теплогбірнику).

Результати розрахунків наведені у таблиці 8.1

Таблиця 8.1 – Результати розрахунку середньої за місяць кількості сонячної енергії, яка надходить на похилу поверхню сонячного колектора

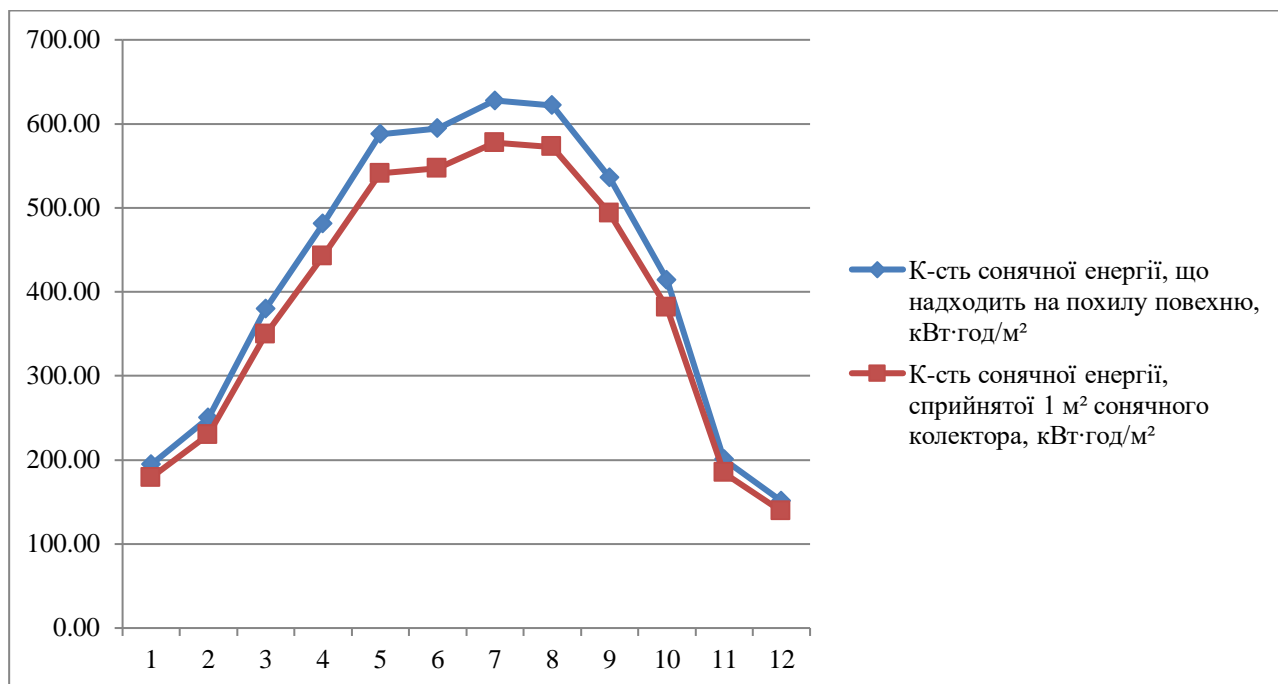
Місяць року												
Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ег.пр, МДж/м ²	35	60	127	234	364	398	420	380	258	137	41	25
Ег.роз, МДж/м ²	66	97	167	220	263	269	270	228	173	124	68	50
Е, МДж/м ²	101	157	294	454	627	667	690	608	431	261	109	75
Рп	3,65	2,52	1,7	1,2	0,95	0,87	0,9	1,08	1,46	2,2	3,29	4,12
ρ	0,7	0,7	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5
Р	1,93	1,59	1,29	1,06	0,94	0,89	0,91	1,02	1,24	1,59	1,84	2,01
Еп, МДж/м ²	194,47	250,17	379,85	481,07	587,79	594,56	627,85	622,16	536,43	414,44	200,83	151,09
Ек, МДж/м ²	178,91	230,16	349,46	442,59	540,77	546,99	577,62	572,38	493,51	381,28	184,76	139,00

де $E_{г.пр}$, $E_{г.роз}$ – середня за місяць кількість прямої і розсіяної сонячної радіації, що надходить на горизонтальну поверхню за умов середньої хмарності, МДж/м².

В розрахунках використаний вакуумний колектор СВК-20 розрахований для гарячого водопостачання (ГВС) невеликої сім'ї та частково (підтримання) опалення невеликого дому. Даний колектор як запевняє фірма має ККД 92% та площу абсорбера - 1,6 кв м;



Ілюстрація виконаних розрахунків для 1 м² сонячного колектора наведена на рис. 8.1



Розрахунок необхідної кількості тепла на гаряче водопостачання розраховується в залежності від розрахункових добових витрат води на 1 мешканця, л/добу. Значення береться згідно ДБН В.2.5-64:2012, додаток А, таблиця А.1

Таблиця А.1 - Розрахункові (питомі середні за рік) добові витрати води в житлових будинках, л/добу на одного мешканця

Житлові будинки	Кліматичні райони			
	I		II, III та IV	
	Витрата води			
	загальна	у тому числі гаряча	загальна	у тому числі гаряча
З водопроводом і каналізацією без ванн	100	40	110	45
Те саме з газопостачанням	120	48	135	55
З водопроводом, каналізацією і ваннами з водопідігрівачами, які працюють на твердому паливі	150	60	170	70
Те саме з газовими водонагрівачами	210	85	235	95
З централізованим гарячим водопостачанням і сидячими ваннами	230	95	260	105
Те саме з ваннами завдовжки більше ніж 1500 мм	250	100	285	115
<p>Примітка 1. Витрату води на поливання територій, прилеглих до житлових будинків, треба враховувати додатково відповідно до 22 таблиці А.2 цього додатка.</p> <p>Примітка 2. За необхідності обліку витрат води для існуючих житлових будинків рекомендується використовувати дані експлуатуючих організацій.</p> <p>Примітка 3. Використання наведених значень витрат води для комерційних розрахунків за воду не допускається</p> <p>Примітка 4. Кліматичні райони визначені згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27</p>				

Середньогодинну витрату теплоти за добу найбільшого споживання води в холодний період року обчислюється за формулою (8.4):

$$Q_{\text{сг.д}}^{\text{хол.}} = \frac{q_m \cdot m \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\text{г.сер.}} - t_x)}{3600 \cdot T}, \text{ Вт,}$$

де q_m - норма витрат гарячої води на одного споживача за добу найбільшого споживання, л/доб.; m - кількість споживачів (4 мешканці); c - теплоємність води, кДж/кг $^{\circ}$ С; ρ - густина води, кг/л; $t_{\text{г.сер.}}$ - середня температура гарячої води в стояку; t_x - температура холодної водопровідної води (якщо відсутні гідрологічні дані, приймають +5 $^{\circ}$ С); T - період споживання гарячої води в годинах;

При відсутності погодинних графіків витрати теплоносія на нагрівання ГВ об'єм бака аккумулятора можна визначити за формулою (8.5):

$$V_{\text{ак}} = \frac{(6..8)Q_{\text{сг.д}}^{\text{хол.}}}{c \cdot (t_{\text{г.сер.}} - t_{\text{х}}) \cdot \rho}, \text{ л},$$

де (6..8) – емпіричний коефіцієнт.

Також, через бак аккумулятор можна підключити не тільки контур для гарячого водопостачання, а й контур для опалення. Це буде по справжньому відчутною інвестицією в перехідний період року коли сонячна енергія буде вироблятися з надлишком.

Середньогодинну витрату теплоти за добу найбільшого споживання води в теплий період року обчислюється за формулою (8.6):

$$Q_{\text{сг.д}}^{\text{теп.}} = \frac{q_m \cdot m \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\text{г.сер.}} - t_{\text{т}})}{3600 \cdot T}, \text{ Вт},$$

де $t_{\text{т}}$ - температура теплої водопровідної води (якщо відсутні гідрологічні дані, приймають $+15^{\circ}\text{C}$).

Витрата теплової енергії на ГВ в холодний період року за місяць обчислюється за формулою (8.7):

$$Q_{\text{міс.}}^{\text{хол.}} = Q_{\text{сг.д}}^{\text{хол.}} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30, \text{ МДж.}$$

Витрата теплової енергії на ГВ в теплий період року за місяць обчислюється за аналогічною формулою (8.8):

$$Q_{\text{міс.}}^{\text{теп.}} = Q_{\text{сг.д}}^{\text{теп.}} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30, \text{ МДж.}$$

Результати розрахунку:

$$Q_{\text{сг.д}}^{\text{хол.}} = \frac{55 \cdot 4 \cdot 4,187 \cdot 0,997 \cdot (55 - 5)}{3600 \cdot 24}, = 0,53 \text{ кВт.}$$

$$V_{\text{ак}} = \frac{7 \cdot 0,53}{4,187 \cdot (55 - 5) \cdot 0,997}, = 0,018 \frac{\text{л}}{\text{с}} \cdot 3600 = 65 \text{ л.}$$

$$Q_{\text{сг.д}}^{\text{теп.}} = \frac{55 \cdot 4 \cdot 4,187 \cdot 0,997 \cdot (55 - 15)}{3600 \cdot 24} = 0,43 \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{міс.}}^{\text{хол.}} = 0,53 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30 = 1373,76 \text{ МДж.}$$

$$Q_{\text{міс.}}^{\text{теп.}} = 0,43 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30 = 1114,56 \text{ МДж.}$$

Для 5 колекторів загальна площа тепло сприймаючої поверхні складає:

$$S_k = 5 \cdot 1,6 = 8 \text{ м}^2.$$

Результати розрахунку виробленої теплової енергії для потреб гарячого водопостачання при заданих характеристиках системи сонячних колекторів приведені в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2. Середньомісячна кількість теплової енергії виробленої системою сонячних колекторів і щомісячна потреба в тепловій енергії для гарячого водопостачання

Місяць року												
Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q, МДж	1373,76	1373,76	1373,76	1114,56	1114,56	1114,56	1114,56	1114,56	1114,56	1114,56	1373,76	1373,76
Ек, МДж	894,55	1150,78	1747,29	2212,94	2703,85	2734,97	2888,10	2861,92	2467,57	1906,42	923,81	695,02

Ціна 1 колектора - 17 290 грн., отже якщо не враховувати вартість на монтаж, вартість інших елементів системи наприклад такі як: бак акумулятор, насос, контролер та інше, вартість системи з 5 колекторів буде складати = $17\,290 \cdot 5 = 86\,450$ грн.

9. Підбір Котла

Котел підібраний за формулою (9.1):

$$Q_k = \Phi_{HL} \cdot Q_{сг.д}^{хол}, \text{ кВт}$$

$$Q_k = 17,682 + 0,53 = 18,2 \sim 20 \text{ кВт.}$$

Вибір: двоконтурний газовий котел АТОН Atmo 20E на 20 кВт.

Додаток А

Виділяють такі температурні режими роботи теплої підлоги: 55-45°C; 50-40°C; 45-35°C.

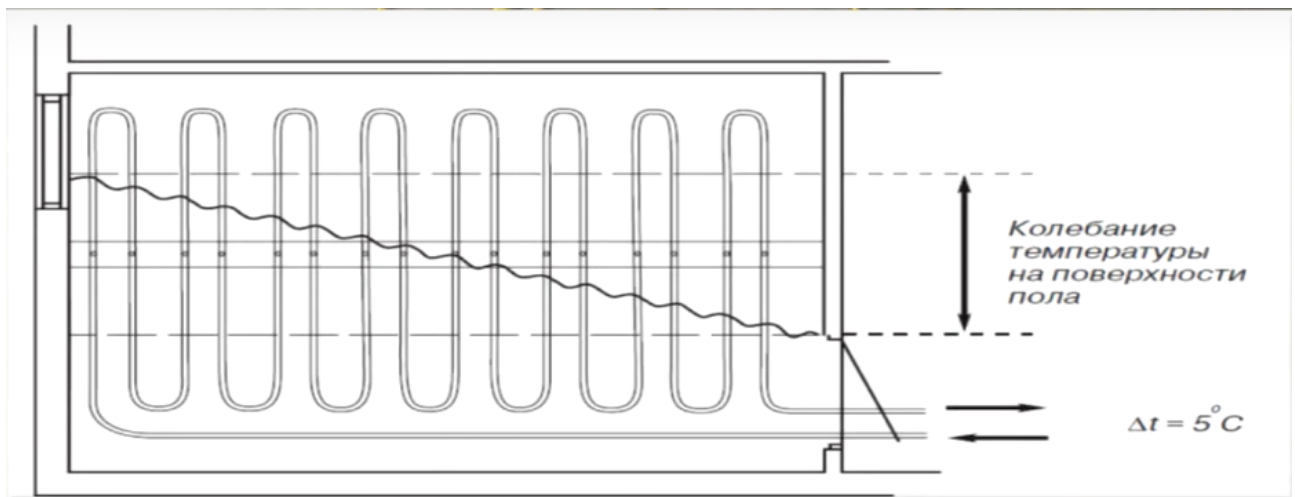
Максимальна температура на поверхні підлоги в зоні тривалого перебування людей повинна не перевищувати 29°C; в місцях тимчасового перебування, ванних та туалетів така, щоб не перевищувала 33°C; в пристінкових граничних зонах така щоб не перевищувала 35°C.

Також, для підлогового покриття з виробів дерева, паркет, ламінат, при проектуванні теплої підлоги, температура на поверхні підлоги повинна не перевищувати 26°C, що пов'язано з технічними властивостями дерев'яних виробів.

Виділяють такі конфігурації теплої підлоги:

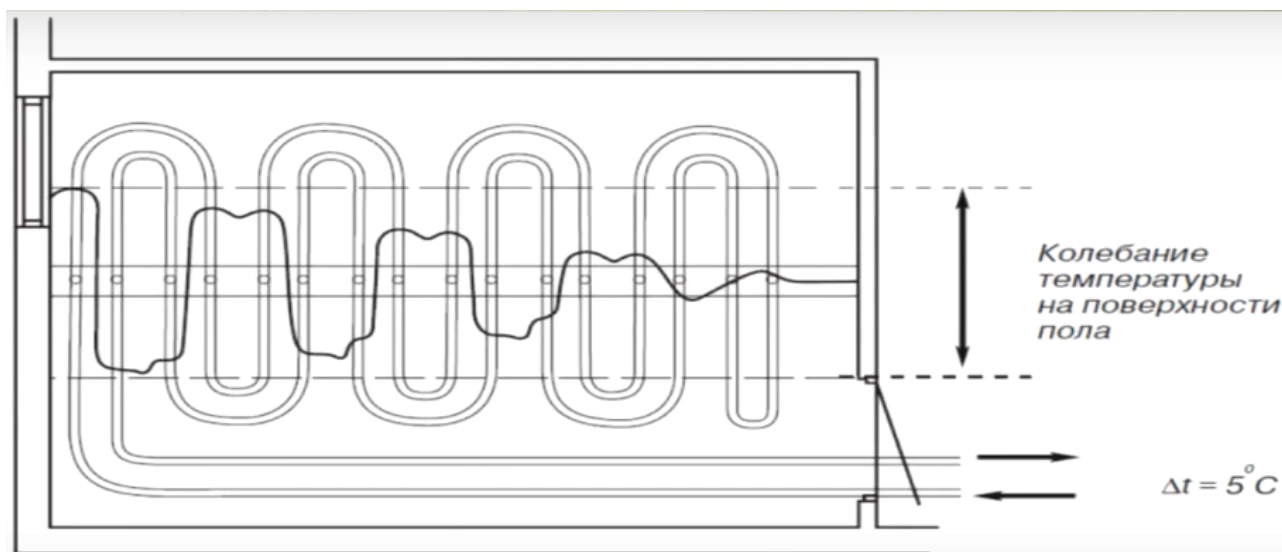
А. Одиночна змійка

Рис. А.1 – Укладання теплої підлоги конфігурацією «одиночна змійка»



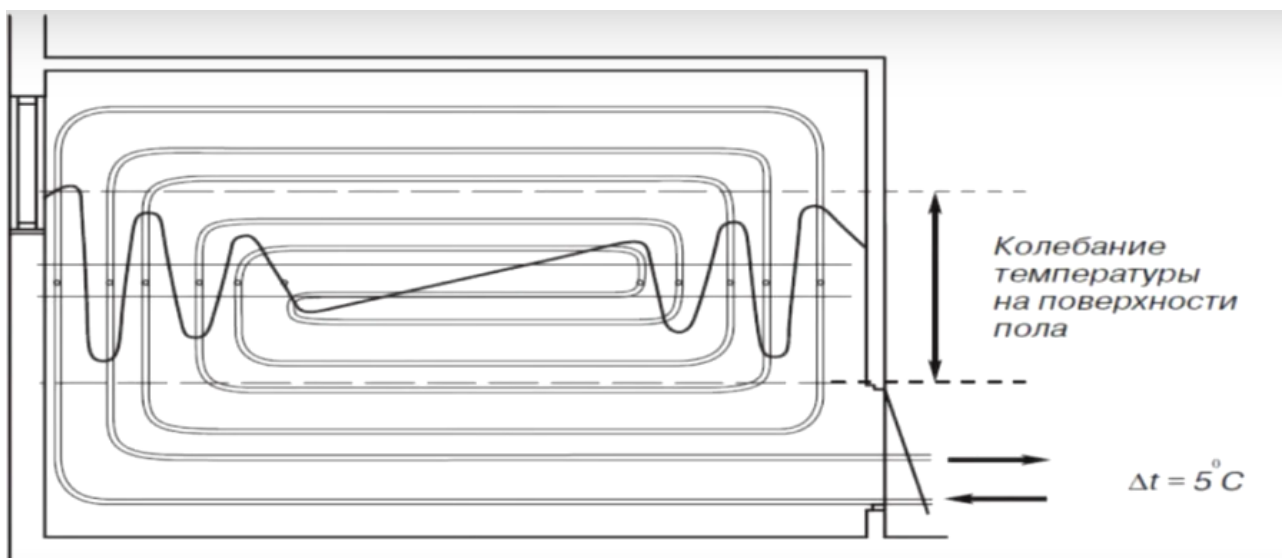
Б. Двійна змійка

Рис. А.2 – Укладання теплої підлоги конфігурацією «двійна змійка»



В. Равлик

Рис. А.3 – Укладання теплої підлоги конфігурацією «равлик»



Перваги конфігурації А:

- може бути легко перетворена для забезпечення різних потреб тепла шляхом зміни кроку труб;
- добре підходить для приміщень з однією зовнішньою стіною, вікном.

Перваги конфігурації Б:

- більш рівномірна середня температура порівняно з конфігурацією А;
- добре підходить для великих площ з підвищеною потребою в тепловій енергії.

Перваги конфігурації В:

- більш рівномірні коливання на поверхні підлоги порівняно з конфігурацією А і Б;
- підходить для житлових будівель з підвищеною потребою в тепловій енергії;
- труба може бути вкладена з меншим кроком порівняно з іншими двома конфігураціями.

Рекомендовані значення мінімального необхідного опору теплопередачі теплової ізоляції в конструкції теплої підлоги під трубопроводами:

- для перекриттів над опалювальними приміщеннями $R_{q \min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$;
- для перекриттів над опалювальними приміщеннями які обігріваються нерівномірно та для перекриттів над неопалювальними приміщеннями $R_{q \min} = 1,25 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$;
- для перекриттів над проїзною аркою $R_{q \min} = 2,00 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$;
- для перекриттів на ґрунті $R_{q \min} = 2,25 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$;

Рекомендовані вимоги для матеріалів оздоблення підлоги:

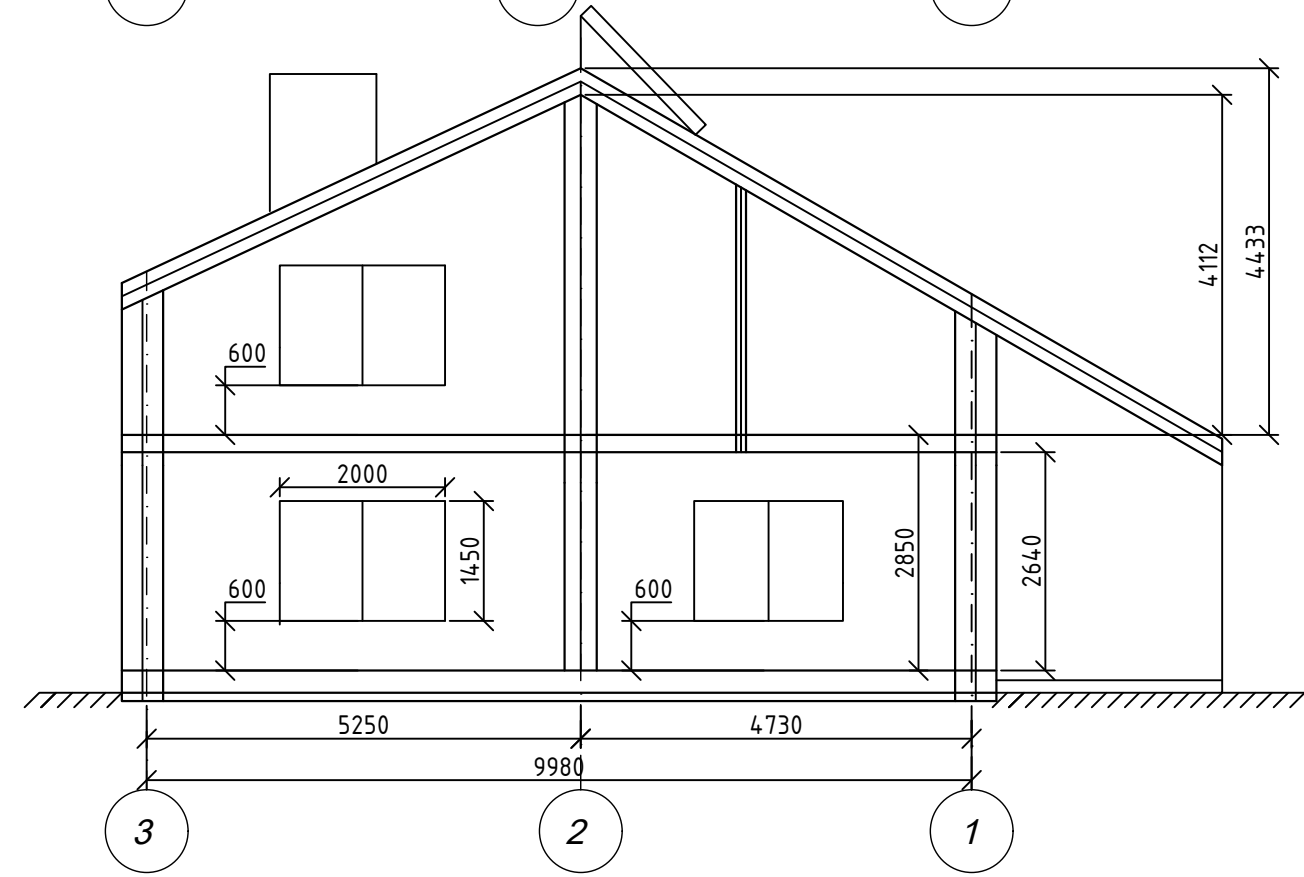
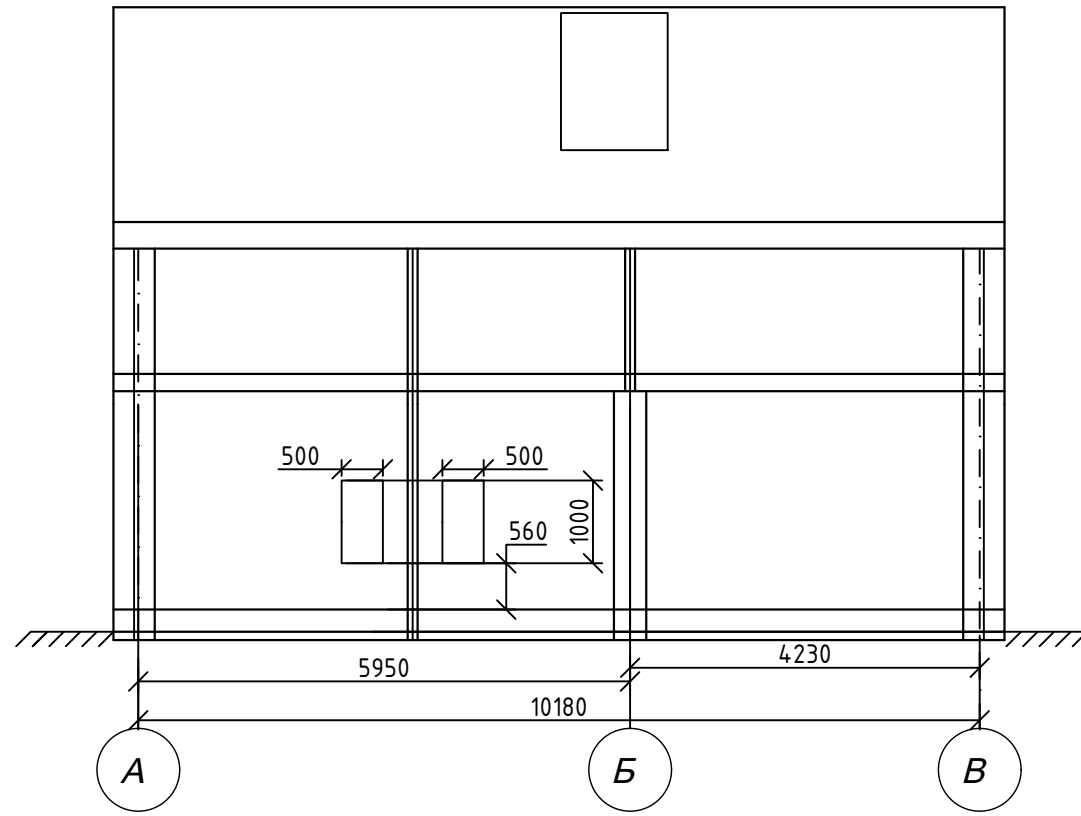
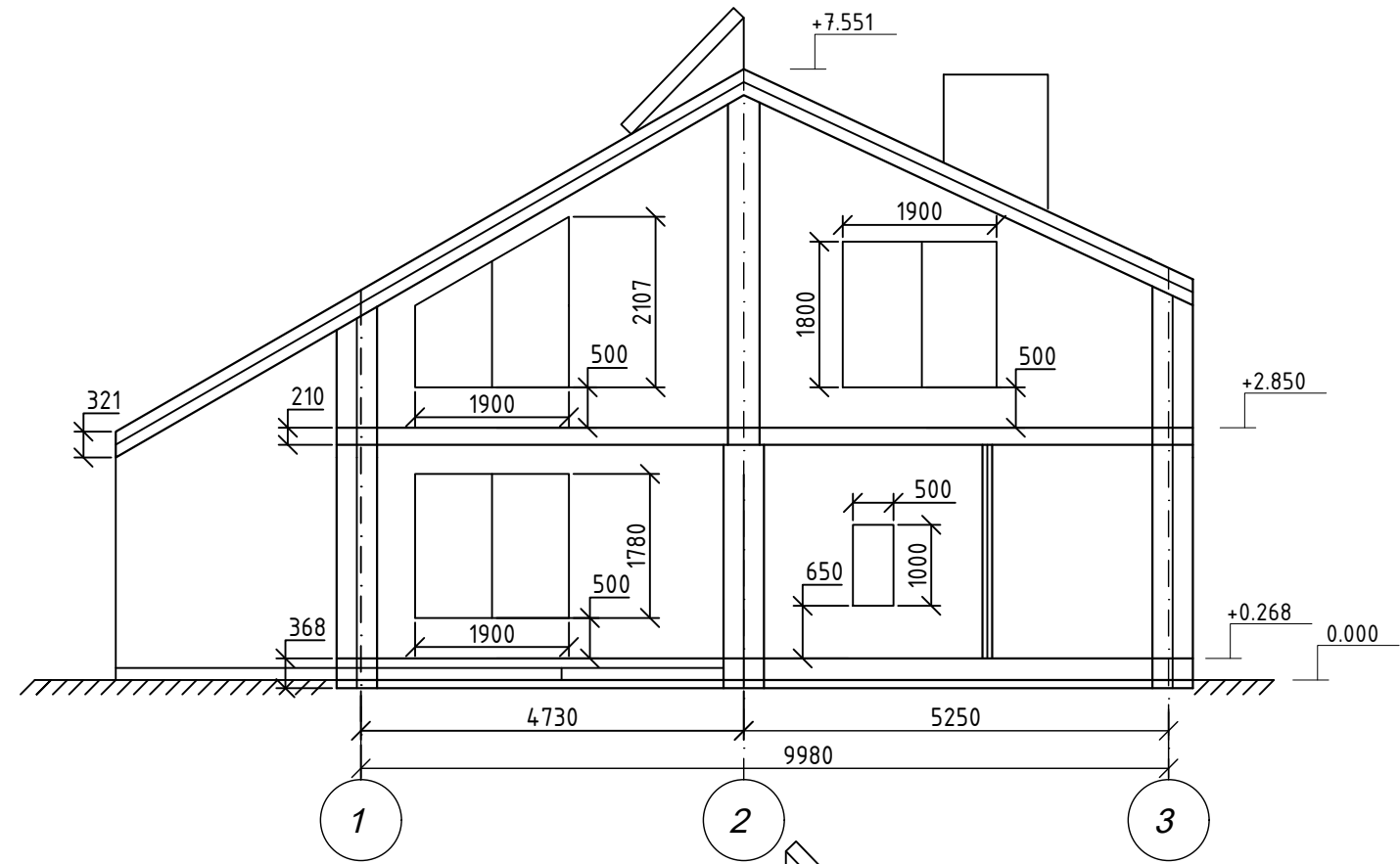
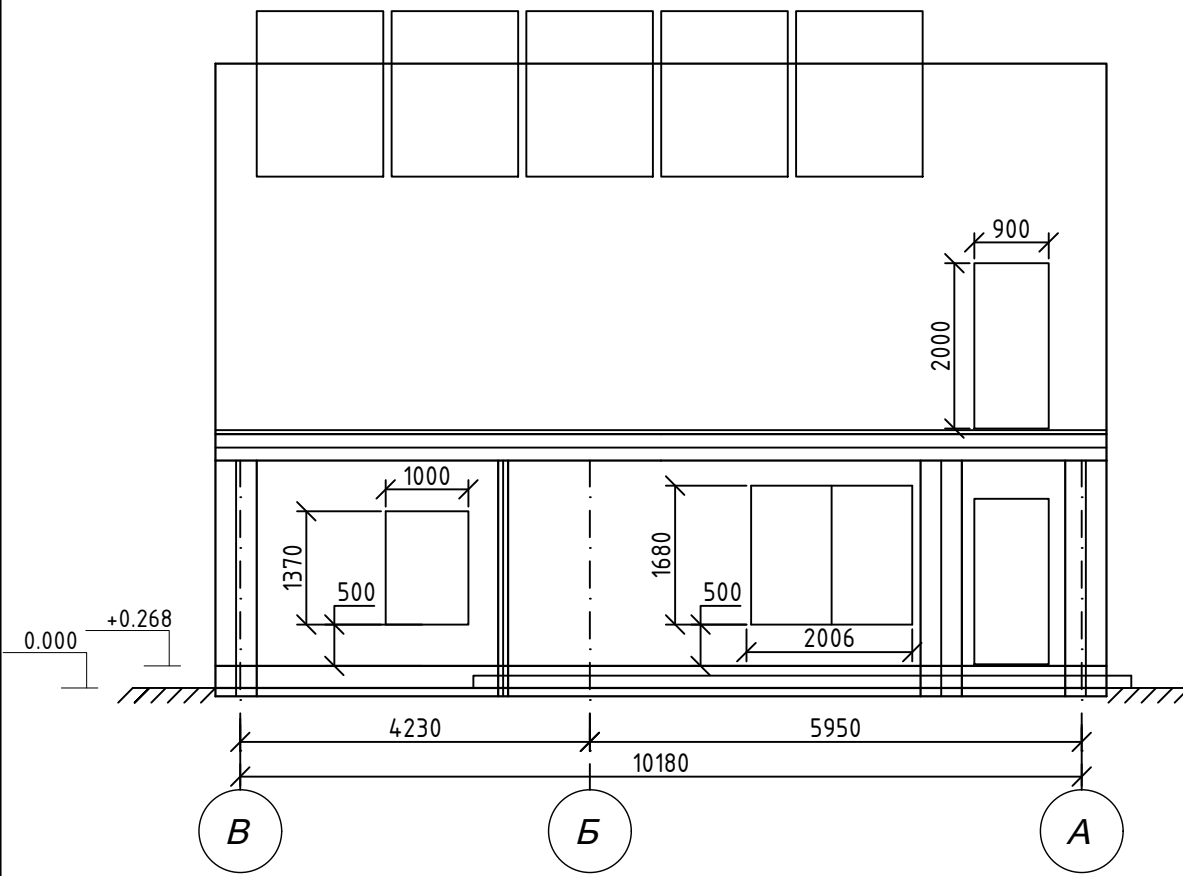
- опір теплопередачі $< 0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

Глибина укладання труб прямо залежна від температурного режиму теплоносія та матеріалу оздоблення підлоги, наприклад, дерево через свою структуру має в собі порожнечу, теплообмін через нього буде здійснюватись набагато повільніше ніж через плитку. Рекомендована глибина укладання труб в бетоні 0,03-0,07 м., тобто шар бетону над трубопроводами повинен бути товщиною 0,03-0,07 м.

Рекомендована довжина гріючого контура для труби діаметром 14 мм. повинна не перевищувати 80 м, для труби діаметром 16 мм. – 120 м., 20 мм. – 150 м.


Література

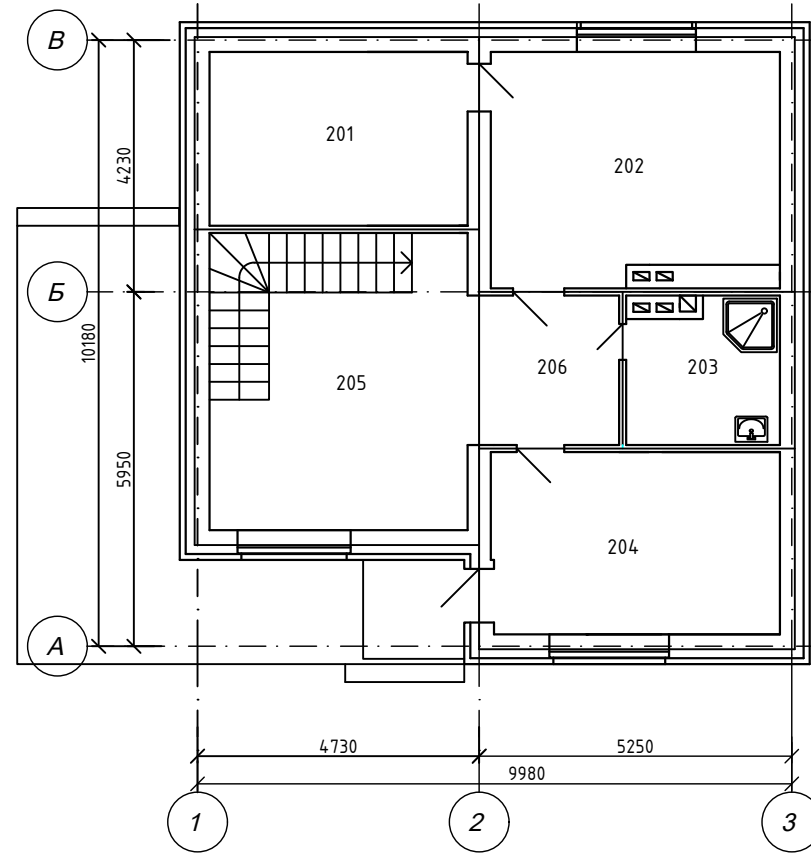
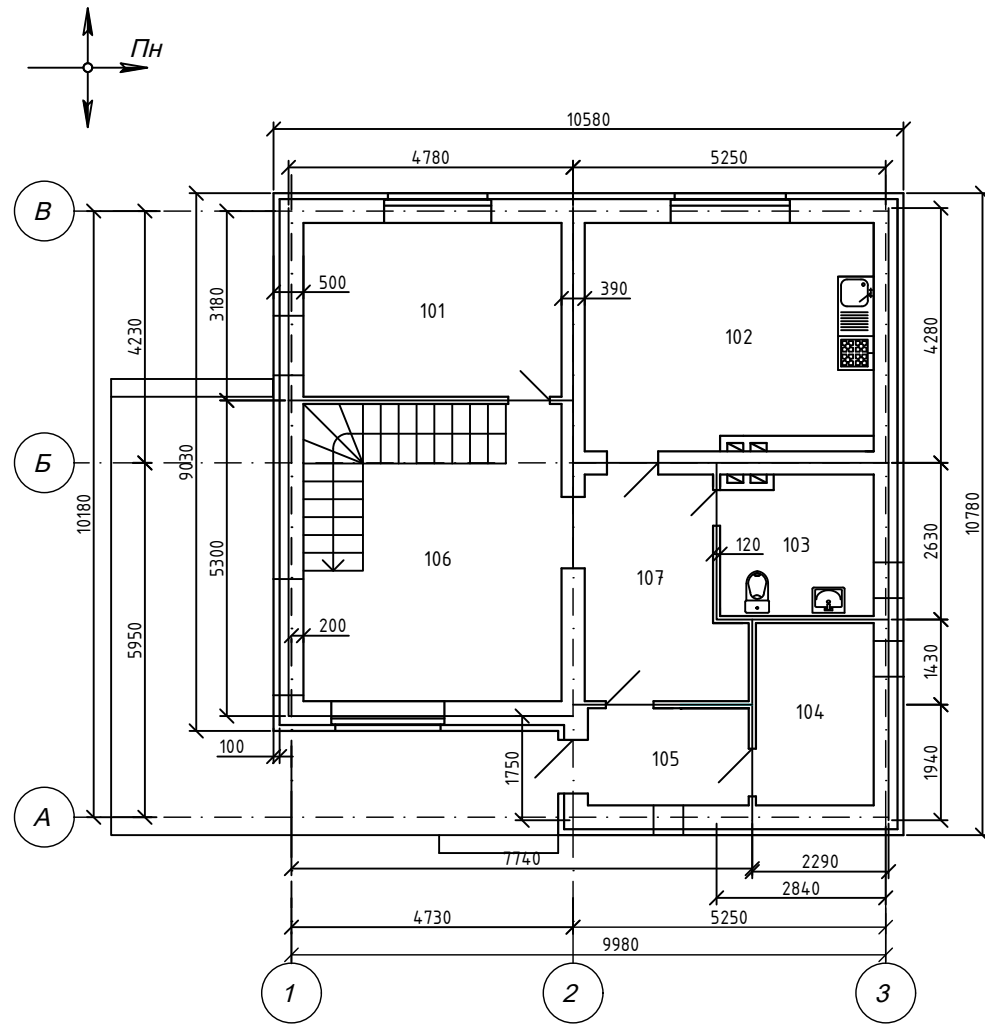
1. Голік Ю.С., Чередінкова О.В. Навчальний посібник до виконання курсової роботи «Індивідуальне опалення та вентиляція коттеджу» для студентів спеціальності 144 «Телоенергетика». – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. – 58 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1.-2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 128 с.
3. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К. : Мінрегіон України, 2017. – 31 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Укрархбудінформ,- 2013. – 141 с.
5. ДСТУ Б.В.2.6.-189-2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К.: Мінрегіон України, 2014.
6. ДСТУ Б EN 15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики.
7. Методичні вказівки до розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель за EN 12831 у курсовому проекті з «Опалення» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» всіх форм навчання / С.Б. Проценко, О.С. Новицька. - Рівне: НУВГП, 2016. - 40 с.
8. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення.



Погоджено:

Копіював
Формат А3
Інв. № ор.
Підпис і дата
Зам. інв. №

						2022	401НТ-18197-ДР		
						Забезпечення тепловою енергією індивідуального 2-х поверхового житлового будинку в м. Одеса			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив		Шнейдер			24.06				
Перевірив		Гічов Ю.С.			24.06				
Н.контроль		Кутний Б.А.			24.06				
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			24.06				
						Будівельне креслення з відмітками поверхів та розмірами зовнішніх дверей та світлопр. огород. конст.			
						 Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка			
						Стадія	Аркуш	Аркушів	
						Р	1	6	

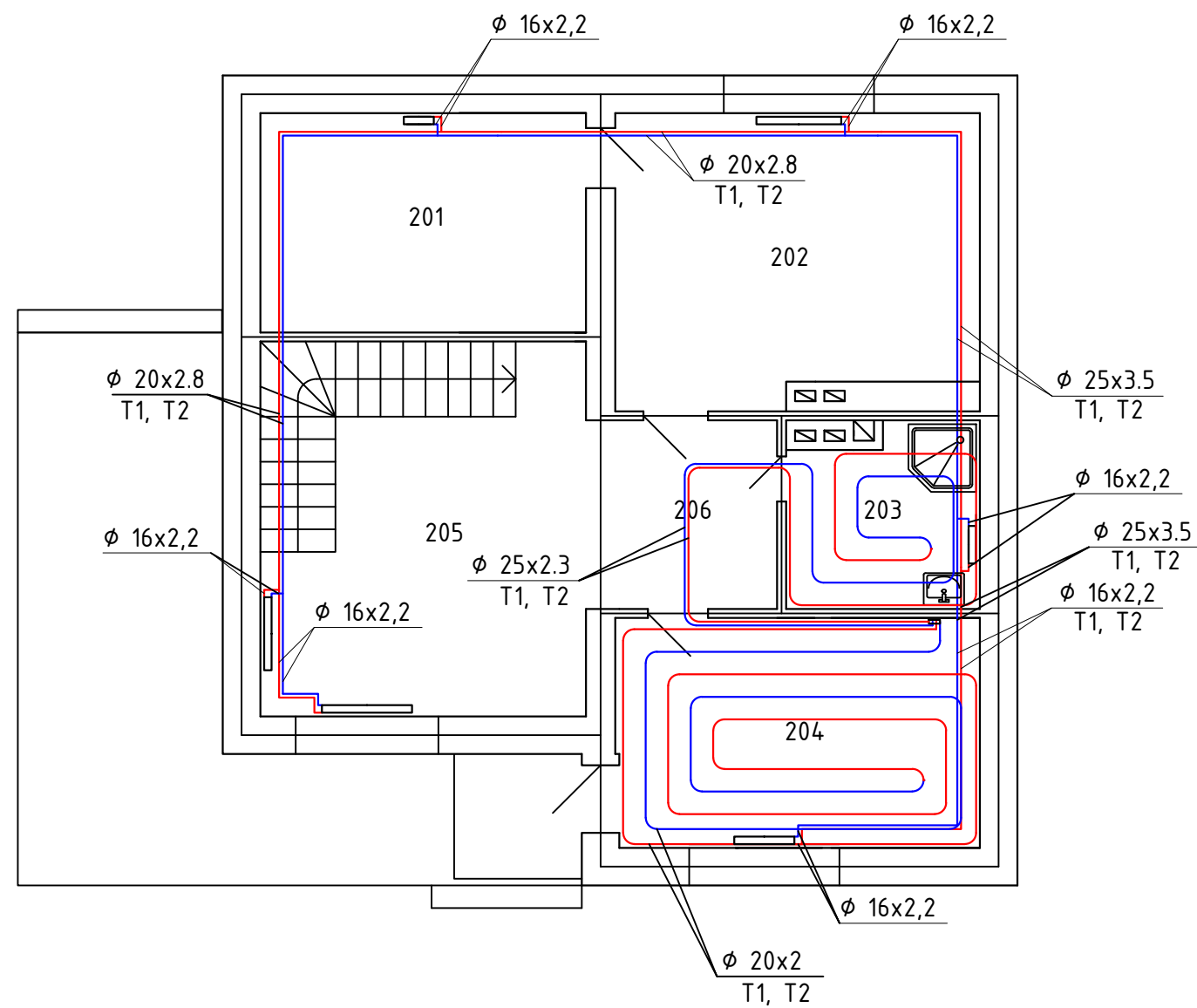
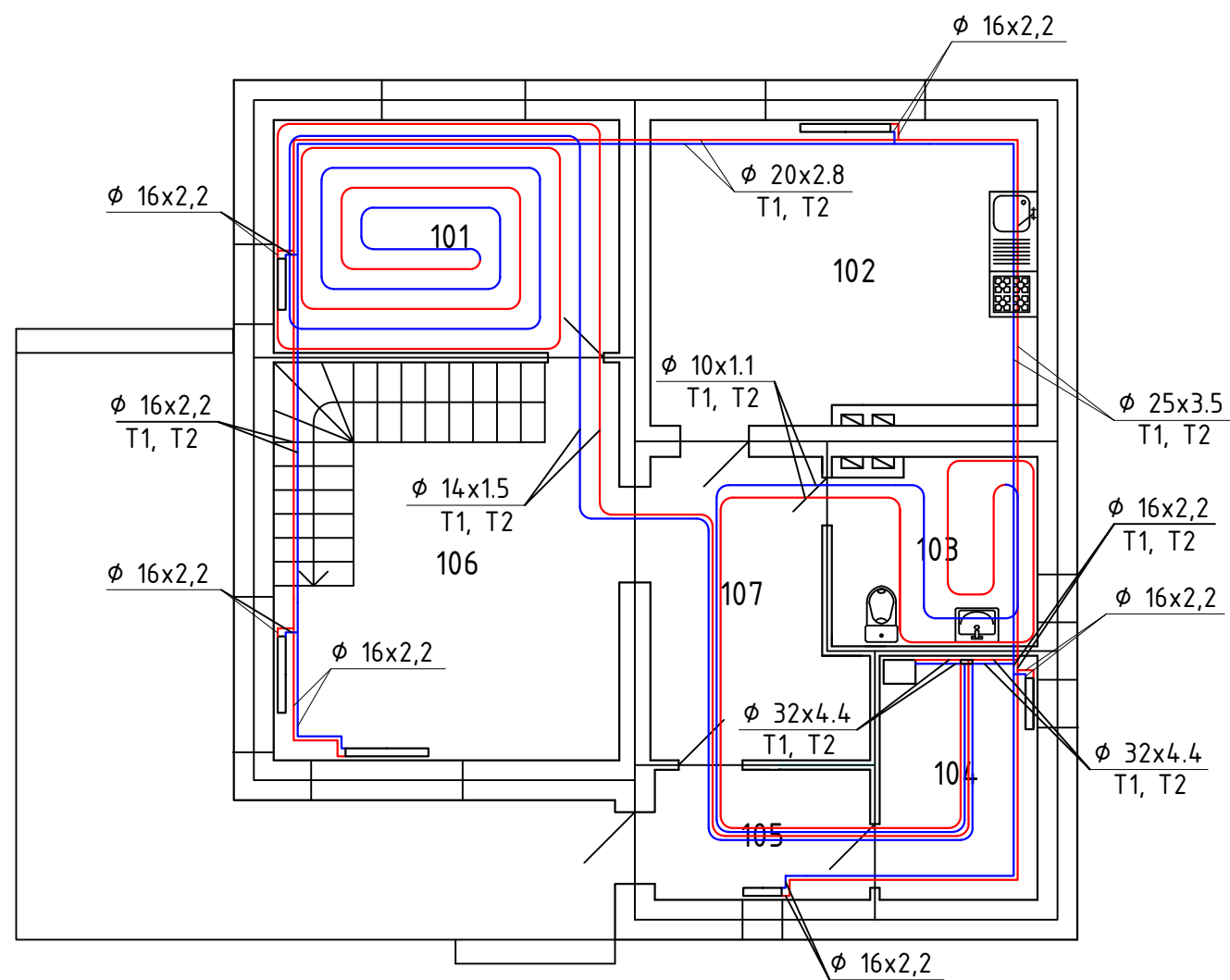


- 101 Спальня 12,66 м²
- 102 Кухня-їдальня 18,62 м²
- 103 Санвузол 6,11 м²
- 104 Теплогенераторна 6,06 м²
- 105 Прихожа 4,4 м²
- 106 Вітальня 19,33 м²
- 107 Коридор 8,99 м²
- 201 Кімната 12,66 м²
- 202 Спальня 19,25 м²
- 203 Вбиральня 6,48 м²
- 204 Спальня 14,79 м²
- 205 Вітальня 21,63 м²
- 206 Коридор 5,41 м²

Погоджено:

Копіював
Інв. № ор. Підпис і дата Зам. інв. №

						2022	401НТ-18197-ДР		
						Забезпечення тепловою енергією індивідуального 2-х поверхового житлового будинку в м. Одеса			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив		Шнейдер			24.06	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів		Гічов Ю.С.			24.06	Р	2	6	
Н.контроль		Кутний Б.А.			24.06	Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка			
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			24.06				



Погоджено:

Копіював
Інв. № ор.
Підпис і дата
Зам. інв. №


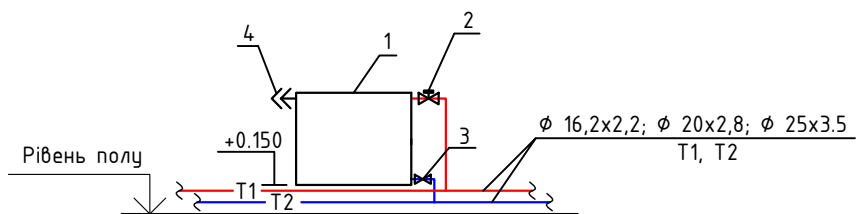
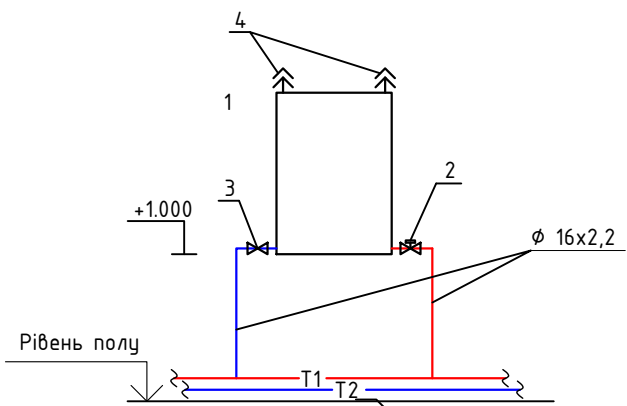
					2022	401НТ-18197-ДР		
						Забезпечення тепловою енергією індивідуального 2-х поверхового житлового будинку в м. Одеса		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шнейдер			24.06	Р	3	6
Перевірів		Гічов Ю.С.			24.06			
Н.контроль		Кутний Б.А.			24.06			
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			24.06	 Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка		

Схема розміщення опалювального приладу



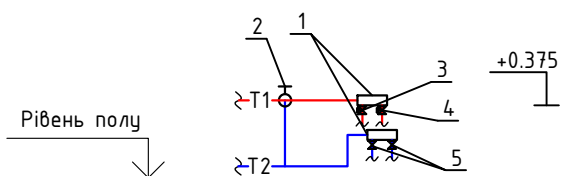
- 1 - Радіатор алюмінієвий секційний AQUAPEX Orion 350/95; AQUAPEX Solar 500/80
- 2 - Терморегулюючий клапан RLV-N прямий $\phi 15$
- 3 - Запірний клапан RLV П прямий $\phi 15$
- 4 - Кран Маєвського

Схема розміщення рушникосушки

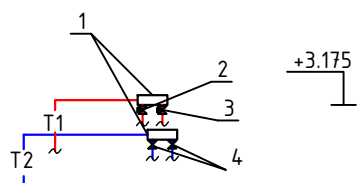


- 1 - Рушникосушка PURMO Java, тип JAV07 05
- 2 - Термостатичний клапан RA-DV П прямий з автоматичним регулятором витрати $\phi 10$
- 3 - Запірний клапан RLV П прямий $\phi 15$
- 4 - Кран Маєвського

Схема розміщення змішувального вузла теплої підлоги

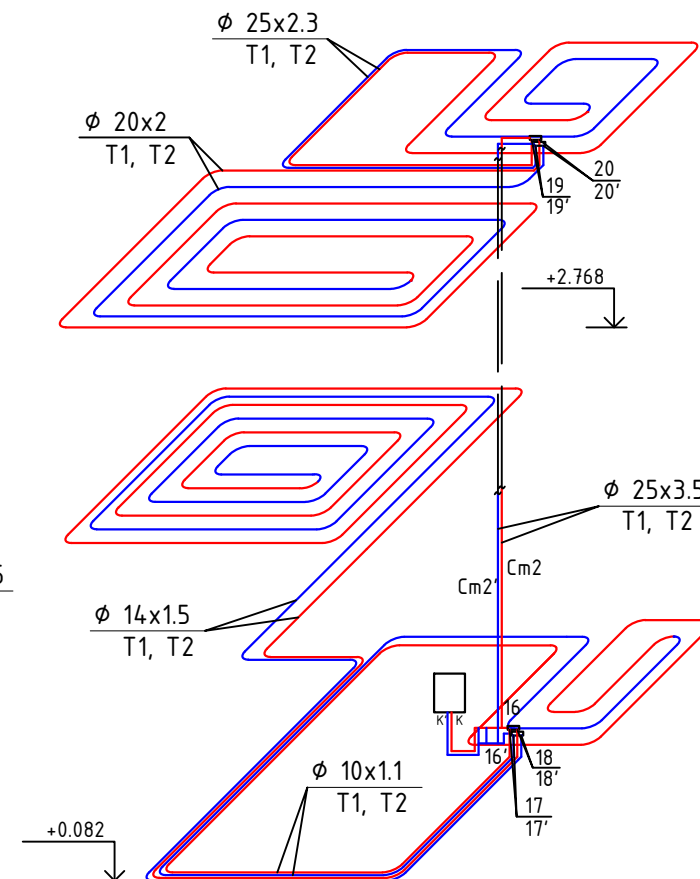
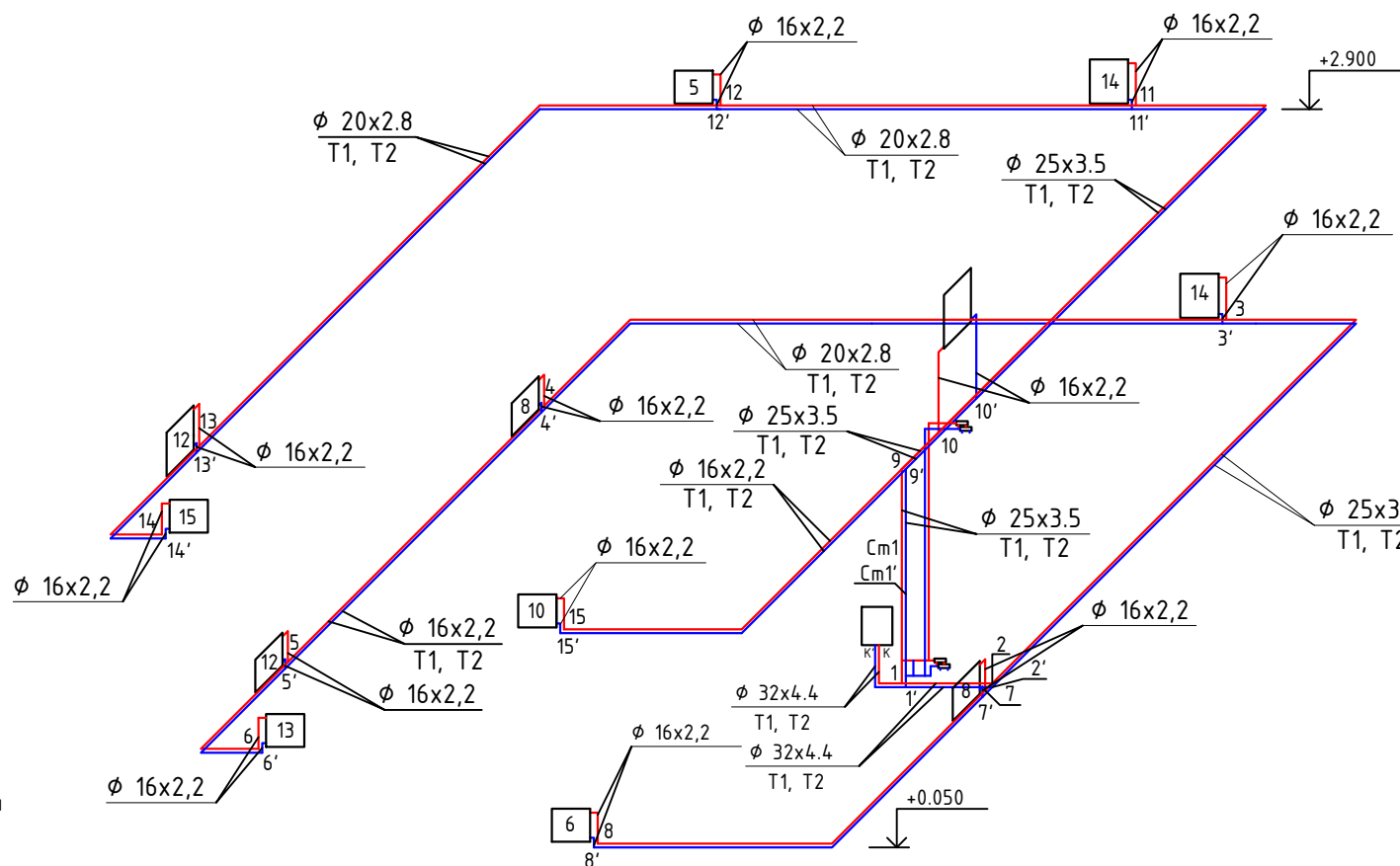
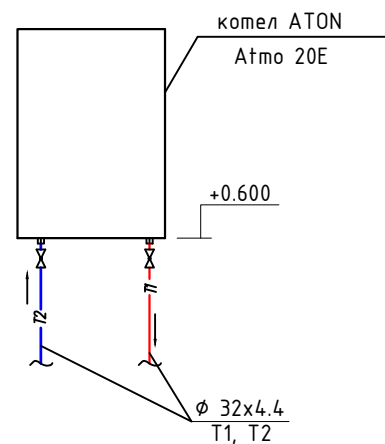


- 1 - Колектор теплої підлоги
- 2 - Триходовий клапан HRB 3 $\phi 15$
- 3 - Терморегулюючий клапан FHV-A $\phi 20$
- 4 - Термостатичний клапан RA-DV прямий з автоматичним регулятором витрати $\phi 10$
- 5 - Регулюючий клапан FHV-R $\phi 20$



- 1 - Колектор теплої підлоги
- 2 - Термостатичний клапан RA-DV П прямий з автоматичним регулятором витрати $\phi 10$
- 3 - Терморегулюючий клапан FHV-A $\phi 20$
- 4 - Термостатичний клапан RA-DV прямий

Схема розміщення опалювального котла



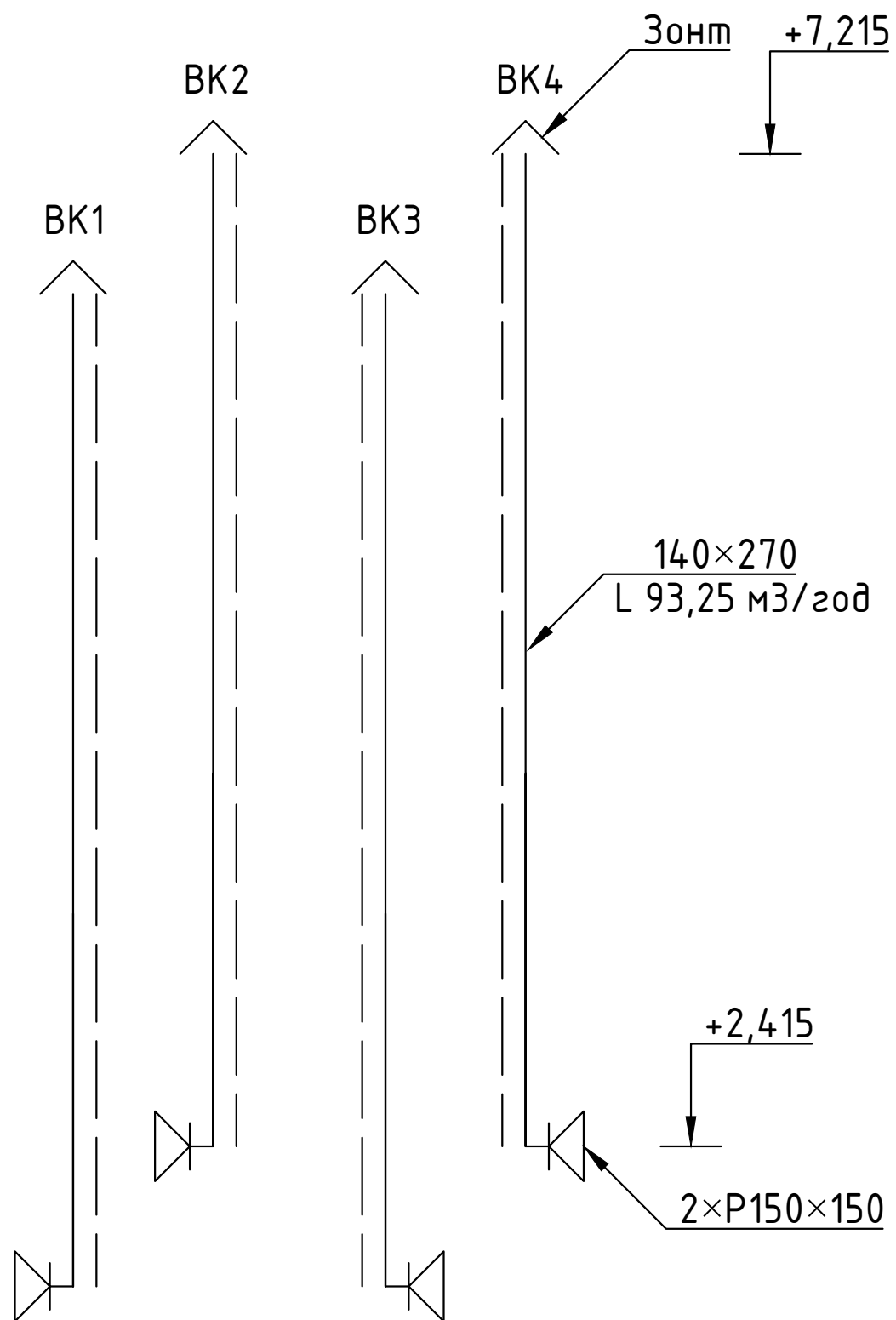
Погоджено:

Зам. інв. №

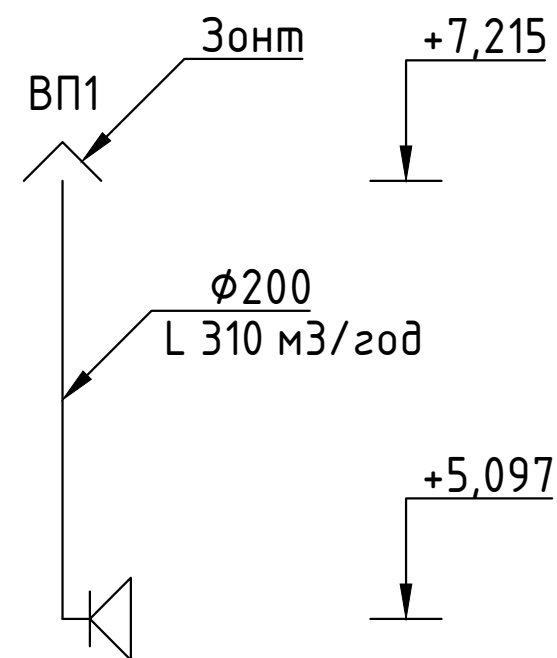
Інв. № ор.

						2022	401НТ-18197-ДР		
							Забезпечення теплової енергії індивідуального 2-х поверхового житлового будинку в м. Одеса		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Шнейдер				24.06		Р	4	6
Перевірив	Гічов Ю.С.				24.06				
Н.контроль	Кутний Б.А.				24.06				
Зав.кафед.	Голік Ю.С.				24.06				
							Аксонетрична схема системи опалення		
							Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка		

Гравітаційна витяжна вентиляція



Механічна витяжна вентиляція



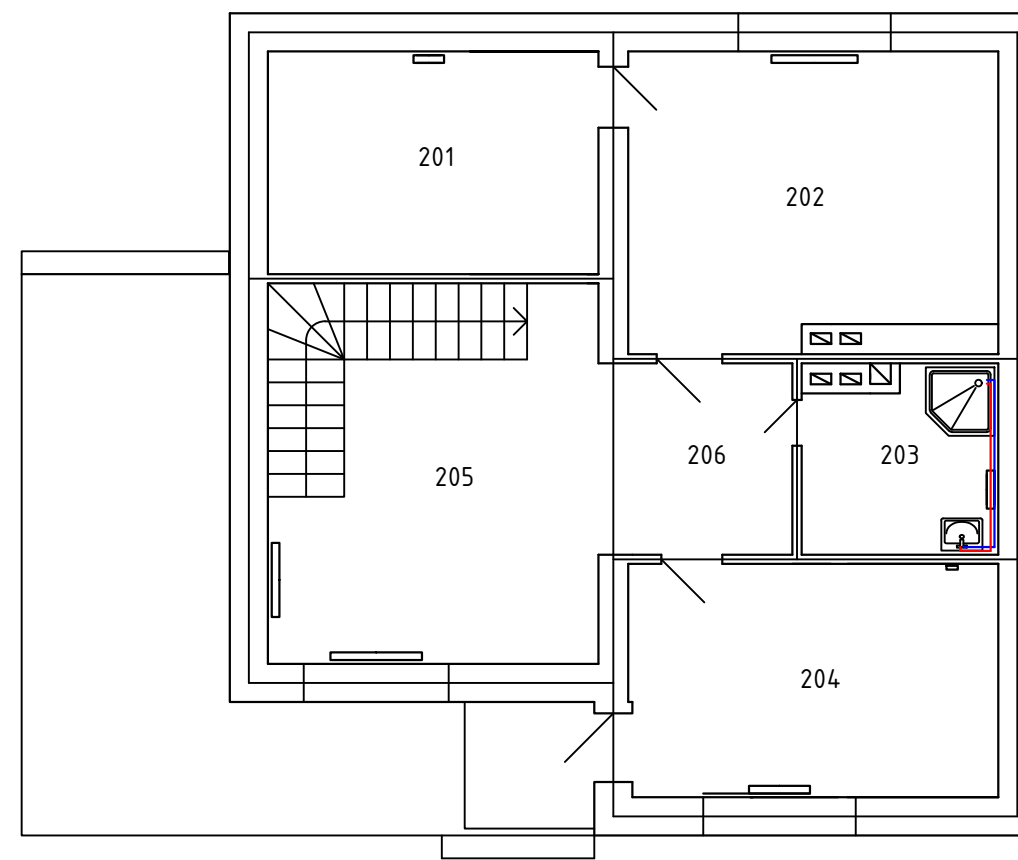
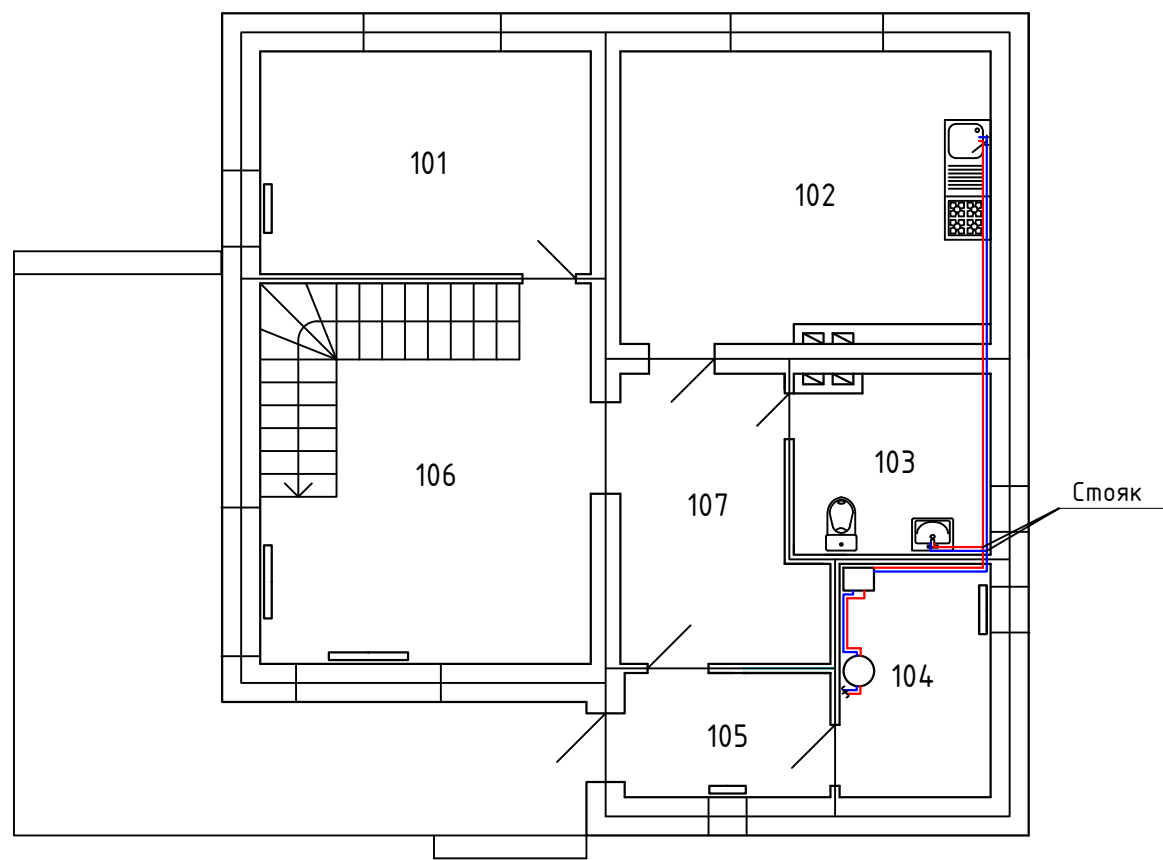
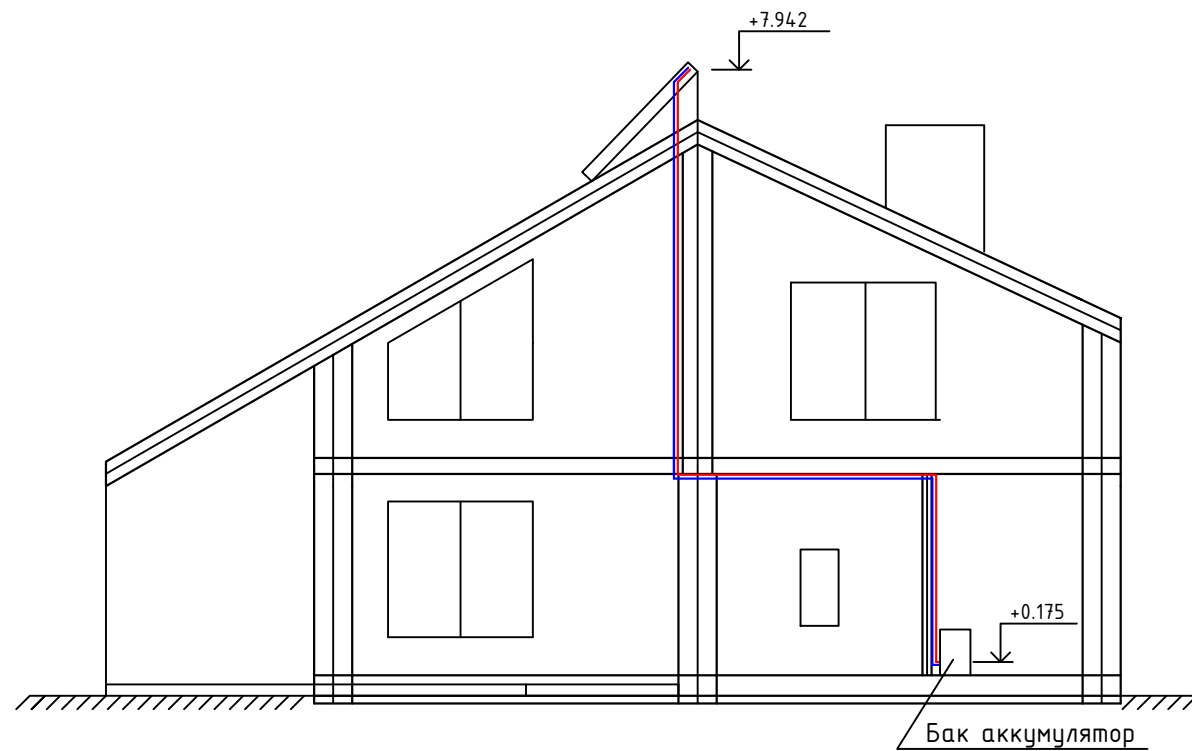
					2022	401НТ-18197-ДР			
						Забезпечення тепловою енергією індивідуального 2-х поверхового житлового будинку в м. Одеса			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шнейдер			24.06		Р	5	6
Перевірив		Гічов Ю.С.			24.06				
Н.контроль		Кутний Б.А.			24.06				
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			24.06	Аксонетрична схема систем гравітаційної та механічної витяжної вентиляції			



Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка


Погоджено:	

Копіював	Зам. інв. №
Підпис і дата	
Інв. № ор.	



Погоджено:

Копіював
Інв. № ор.
Підпис і дата
Зам. інв. №

					2022	401НТ-18197-ДР			
						Забезпечення тепловою енергією індивідуального 2-х поверхового житлового будинку в м. Одеса			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шнейдер			24.06		Р	6	6
Перевірив		Гічов Ю.С.			24.06				
Н.контроль		Кутний Б.А.			24.06				
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			24.06	Приклад ув'язки вакуумних колекторів через бак аккумулятор та котел для потреб гарячого водопостачання	 Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка		