

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

Опалення та гаряче водопостачання 12-поверхового житлового
будинку в м.Одеса

Неговської Марії Вячеславівни

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Опалення та гаряче водопостачання 12-поверхового
житлового будинку в м.Одеса

Виконала: Неговська Марія Вячеславівна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 Будівництво та цивільна інженерія

(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція

(освітня програма)

Група Тв-20

Керівник к.т.н., доц. Чепурна Н.В

(прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: «бакалавр»

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Теплогазопостачання і вентиляція»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

„___” _____ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Неговської Марії Вячеславівни

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи Опалення та гаряче водопостачання 12-поверхового житлового будинку в м. Одеса

затверджена наказом ректора КНУБА № 850/2 від «29» травня 2024 р.

2. Керівник роботи

_____ к.т.н., доц. Чепурна Н.В.

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

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту 20.06.24 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Характеристика будівельного об'єкту

Р. 2. Проектування та розрахунок огороджувальних багатошарових конструкцій

Р. 3. Опалення

Р.4. Гаряче водопостачання

Р. 5. Автоматизація індивідуального теплового пункту

Р. 6. Технологія та організація монтажу інженерних систем

Р. 7. Охорона праці та навколишнього середовища

Зміст

Розділ 1 Характеристика будівельного об'єкту

1.1	Характеристика будівельного об'єкту	8
-----	---	---

Розділ 2 Проектування та розрахунок огорожувальних багатошарових конструкцій

2.1.	Теплотехнічні розрахунки для огорожувальних конструкцій в зимовий період	11
2.2	Розрахунок вологісного стану зовнішньої стіни.....	20
2.3.	Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції за літніми умовами	27
2.4	Розрахунок огорожувальної конструкції на повітропроникність	30

Розділ 3 Опалення

3.1.	Опис та характеристика системи водного опалення житлового будинку	34
3.2.	Розрахунок тепловтрат та теплової потужності СО	41
3.3.	Розрахунок опалювального приладу в сходовому та ліфтовому холах	44
3.4.	Розрахунок гідравліки в системі опалення.....	48
3.5.	Розрахунок та підбір опалювальних пристроїв	51

Розділ 4 Гаряче водопостачання

4.1.	Загальні відомості	55
4.2.	Розрахунок витрат води.....	56
4.3.	Визначення теплового навантаження на систему ГВП.....	58
4.4.	Аналіз гідравлічних характеристик системи гарячого водопостачання	59
4.4.1.	Гідравлічний розрахунок трубопроводів.....	60
4.5.	Розрахунок об'єму бака-акумулятора.....	61
4.6.	Розрахунок та підбір обладнання індивідуального теплового пункту.....	63
4.6.1.	Розрахунок та підбір пластинчастих теплообмінників.....	63
4.6.2.	Підбір лічильника гарячої води	72
4.8.	Визначення необхідного напору на вводі водопроводу до будинку	74

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.9. Енергозберігаюче обладнання в системах гарячого водопостачання 75

Розділ 5 Автоматизація індивідуального теплового пункту

5.1. Система автоматизації ІТП 77

5.1.1 Загальні відомості. Переваги та недоліки..... 77

5.1.2 Забезпечення функціонування при аварійних ситуаціях 78

5.1.3 Опис обладнання автоматизованого ІТП 82

Розділ 6 Технологія та організація монтажу інженерних систем

6.1. Технологія монтажу двотрубною горизонтальною системою опалення житлового будинку..... 88

6.1.1. Послідовність технології монтажу системи опалення житлового будинку..... 88

6.1.2. Монтажене креслення приладової вітки двотрубною горизонтальною системою опалення 89

6.2. Організація монтажу системи теплопостачання промислової будівлі, вентиляції і аспірації 93

6.2.1 Календарне планування 93

6.2.2. Послідовний та потоковий методи 95

Розділ 7 Охорона праці та навколишнього середовища

7.1. Вимоги охорони праці при проектуванні об'єкта..... 100

7.1.1 Реєстрація проектною документації в інспекції Державного нагляду та в структурах місцевої влади..... 100

7.2. Оцінка негативних та потенційно небезпечних виробничих чинників..... 102

7.3. Методи і заходи для забезпечення безпеки при виконанні робіт. 104

Список використаної літератури 107

Додатки 110

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ

					Кваліфікаційна робота	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.1. Характеристика будівельного об'єкту

Розробляється система опалення та гарячого водопостачання для багатоквартирного житлового будинку в Одесі.

Характеристики будинку:

- 12 поверхів
- 8 квартир на кожному поверсі
- 96 квартир загалом
- Висота житлового поверху: 3 м
- Загальна висота будинку: 41 м

Розрахункові температури мережної води встановлені на рівні 150-70 °С. Температура холодної води складає 5 °С, а гарячої води - 55 °С. Тиск мережної води на вході до індивідуального теплового пункту (ІТП) дорівнює 0,6 МПа. Гідравлічний опір системи центрального опалення визначений на рівні 0,05 МПа. Гарантований напір холодної води на вході до будинку на 0,1 МПа нижче необхідного, отриманого в результаті розрахунку. Перепад температур в системі опалення на рівні 80-60°С

В розглядаємії будівлі є підвал і холодне горище.

У квартирах планується наступне устаткування:

2. Кухонні мийки зі змішувачами.
3. Санвузли в кожному з яких встановлений унітаз зі зливним баком.
4. Умивальники зі змішувачами.
5. Ванни довжиною 1500 мм з душовими лійками на гнучких шлангах.

Кількість мешканців розраховується за формулою (1.1) з відповідно до кількості кімнат у кожній з квартир:

$$U = (2 \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 4 \cdot 2) \cdot 12 = 264 = 264 \text{ людини.} \quad (1.1)$$

Орієнтація зовнішньої стіни сходової клітки: ПнС

Внутрішня температура повітря $\theta_{int} = 20^\circ\text{C}$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вологість $\varphi=55\%$;

Вологісний режим приміщення: нормальний;

Кліматичні данні для для м. Одеса представлені в таблиці 1.1 згідно [1]:

Таблиця 1.1

Місто	Температура найхолоднішої п'ятиденки $t_{хп.}, C$	Опалювальний сезон		Кліматични й район
		Середня температур а $t_{o.c.}, C$	Триваліс ть $Z_{o.c.}$, діб	
Одеса	-18	2	158	II

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

					Кваліфікаційна робота	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.1. Теплотехнічні розрахунки для огорожувальних конструкцій в зимовий період

В опалювальній будівлі для зовнішніх огорожувальних конструкцій і міжквартирних перегородок, необхідно дотримуватись умов, наведених у [2]:

$$\begin{aligned}R_{\Sigma пр} &\geq R_{qmin} \\ \Delta t_{пр} &\leq \Delta t_{cr} \\ \tau_{вmin} &> t_{min}, (2.1)\end{aligned}$$

де:

- $R_{\Sigma пр}$ - приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій дорівнює опору теплопередачі), $m^2 \cdot K/Вт$;
- R_{qmin} - мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$. Значення для житлових та громадських будинків залежно від кліматичної зони;
- $\Delta t_{пр}$ - температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}C$;
- Δt_{cr} - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}C$;
- $\tau_{вmin}$ - мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, $^{\circ}C$;
- t_{min} - мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, $^{\circ}C$.

Відповідно до [2], опір теплопередачі огорожувальних конструкцій $R_{заг}$ повинен бути не менше нормативного R_{qmin} .

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові параметри внутрішнього середовища визначені згідно [3]:

- Температура $\theta_{int}=20^{\circ}\text{C}$, вологість $\varphi=55\%$;
- Вологісний режим приміщення: нормальний;
- Умови експлуатації: Б.
- Місто: Одеса (II температурна зона)
- Розрахункова температура зовнішнього повітря: -19°C .

Випишуємо з [4, дод.А] теплофізичні х-ки матеріалів шарів в таблицю 2.1.1

Таблиця 2.1.1

№	Назва матеріалу	ρ , кг/м ³	λ , Вт/мК	μ , мг/м·год·Па	δ , м	R, м ² К/Вт
1	Бетон на граві	2400	1,86	0,03	0,05	0,027
2	Бетон ніздрюватий	100	0,13	0,23	0,42	3,21
3	Керамзитовий бетон на керамзитовому піску	1800	0,92	0,09	0,12	0,131

Значення коефіцієнта теплопровідності для розрахунків визначені згідно [4, дод.Б]

$$\alpha_b=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

$$\alpha_3=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

Визначаємо мінімально допустимий коефіцієнт теплопередачі, який вказаний в [3, таб.1]

$R_{qmin} = 3,5 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ для II температурної зони

Окремі опори теплопередачі розраховуються за формулами:

$$R = \frac{1}{\alpha}; \tag{2.2}$$

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \tag{2.3}$$

$$R_b = \frac{1}{\alpha_b} = \frac{1}{8,7} = 0,115 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,05}{0,86} = 0,027 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Задача знайти R_2 за формулою (2.3):

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,12}{0,92} = 0,131 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_3 = \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{23} = 0,044 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розглянемо $R_{\Sigma} = R_{\text{qmin}}$ (2.4)

$$R_{\Sigma} = R_B + R_1 + R_3 + R_3 + R_2 = 3,5$$

$$R_2 = R_{\Sigma} - (R_B + R_1 + R_3 + R_3) = 3,5 - 0,317 = 3,183 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Обчислюємо δ_2 за формулою (2.6):

$$\delta = R \cdot \lambda \quad (2.6)$$

$$\delta_2 = R_2 \cdot \lambda_2 = 3,183 \cdot 0,13 = 0,41379$$

Приймаємо $\delta_2 = 0,42$

$$\text{Визначаємо за формулою (2.3) і (2.5) } R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,42}{0,13} = 3,231 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\Sigma} = R_B + R_1 + R_3 + R_3 + R_2 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{1,86} + \frac{0,12}{0,92} + \frac{0,42}{0,13} + \frac{1}{23} = 3,548 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$3,548 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}} > 3,5 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Перевіряємо виконання 2ї вимоги (2.1)

$$\Delta t_{\text{пр}} \leq \Delta t_{\text{max}}$$

$$\Delta t = \frac{t_B - t_3}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_B} = \frac{0,115 + 19}{3,548 \cdot 8,7} = 0,619^{\circ}\text{C}$$

Перепад температури 4°C

$$\Delta \theta_{\text{int max}} = 4^{\circ}\text{C}$$

$$0,619 < 4^{\circ}\text{C}$$

Розраховуємо потрібну товщину утеплювача для горіщного перекриття

3 [3, таб.1]

$$R_{\text{qmin}} = 4 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Визначаємо коефіцієнти теплопровідності для внутрішньої та зовнішньої поверхонь

з [4, дод.Б]

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_3 = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

Характеристики матеріалів для горищного перекриття вписуємо згідно [4, дод.А] в таблицю 2.1.2

Таблиця 2.1.2

№	Назва матеріалу	ρ , кг/м ³	λ , Вт/мК	μ , мг/м·год·Па	δ , м	R, м ² К/Вт
1	Залізобетон	2500	2,04	0,03	0,13	0,0637
2	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати та базальту	50	0,048	0,52	0,20	4,02
3	Керамзитовий бетон на керамзитовому піску	1800	0,93	0,09	0,03	0,0323

Розраховуємо окремі опори теплопередачі за формулами (2.2),(2.3) :

$$R_{\Sigma} = 4,02 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B} = \frac{1}{8,7} = 0,115 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,13}{2,04} = 0,0637 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = ?$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,03}{0,93} = 0,0323 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_3 = \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{6} = 0,167 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Приймаємо, що $R_{\Sigma} = R_{\text{qmin}} = 4 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$

$$R_2 = R_{\Sigma} - (R_B + R_1 + R_3 + R_3) = 4 - (0,115 + 0,0637 + 0,0323 + 0,167) =$$

$$= 3,0487 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо за формулою δ_2 :

$$\delta_2 = R_2 \cdot \lambda_2 \quad (2.6)$$

$$\delta_2 = R_2 \cdot \lambda_2 = 3,0487 \cdot 0,0480 = 0,147 \text{ м} \quad (2.6)$$

Приймаємо, що $\delta_2 = 0,147$

Визначаємо за формулою (2.3) і (2.5)

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,147}{0,0480} = 3,0625 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\Sigma} = R_B + R_1 + R_3 + R_3 + R_2 = 0,115 + 0,637 + 0,0323 + 3,0625 + 0,167 = 4,02 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$4,02 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}} \geq 4 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Перша умова виконується, переходимо до перевірки 2-ї:

$$\Delta t_{\text{пр}} \leq \Delta t_{\text{max}}$$

$$\Delta t = \frac{t_B - t_3}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_B} = \frac{20 + 19}{4,02 \cdot 8,7} = 1,12^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{max}} = 2^{\circ}\text{C}$$

$$1,12^{\circ}\text{C} < 2^{\circ}\text{C}$$

Умова виконується

Аналогічно розраховуємо перекриття над підвалом

З [3, таб.1]

$$R_{\text{qmin}} = 4 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Випишуємо коефіцієнти теплопровідності для внутрішньої та зовнішньої поверхонь з

[4, дод.Б]

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$$

$$\alpha_3 = 17 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$$

З [4, дод.А] випишуємо характеристики матеріалів в таблицю 2.1.3

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1.3

№	Назва матеріалу	ρ , кг/м ³	λ , Вт/мК	μ , мг/м·год·Па	δ , м	R, м ² К/Вт
1	Дуб поперек волокон	700	0,23	0,05	0,014	0,0609
2	Розчин цементно-піщаний	1800	0,93	0,09	0,075	0,0807
3	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна	40	0,04	90,53	0,177	3,606
4	Залізобетон	2500	2,04	0,03	0,16	0,079

Рахуємо опори теплопередачі за формулами (2.2),(2.3) $R_{\Sigma}=4,02 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B} = \frac{1}{8,7} = 0,115 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,014}{0,23} = 0,0609 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,075}{0,93} = 0,0807 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Шукаємо R_3 – ?

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,16}{2,04} = 0,079 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_3 = \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{17} = 0,059 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Вважаємо, що $R_{\Sigma} = R_{\text{qmin}} = 4 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$

$$R_3 = R_{\Sigma} - (R_B + R_1 + R_2 + R_4 + R_3)$$

$$= 4 - (0,115 + 0,0609 + 0,0807 + 0,079 + 0,059) = 3,605 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Визначаємо за формулою (2.3) і (2.5) δ_3

$$\delta_3 = R_3 \cdot \lambda_3 = 3,605 \cdot 0,049 = 0,176645 \text{ м}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $\delta_3 = 0,177$ м

$$\text{Визначаємо } R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,177}{0,049} = 3,613 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\Sigma} = R_{\text{в}} + R_1 + R_3 + R_3 + R_2 + R_4 = 0,115 + 0,609 + 0,0807 + 3,079 + 0,059 + 0,613 = 4,6 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$4,6 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}} \geq 4 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Перша умова виконується, переходимо до перевірки 2-ї:

$$\Delta t_{\text{гр}} \leq \Delta t_{\text{max}}$$

$$\Delta t = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_{\text{в}}} = \frac{20 + 19}{4,6 \cdot 8,7} = 0,975^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{max}} = 2^{\circ}\text{C}$$

$$0,975^{\circ}\text{C} < 2^{\circ}\text{C}$$

Умова виконана

Робимо висновок, що товщина шару утеплювача забезпечить виконання нормативних вимог описаних вище, яка стосується теплозахисних показників непрозорих огорожувальних конструкцій за зимнього періоду. Товщина становить: для зовнішньої тришарової стіни $\delta_2 = 0,42$ м, для горищного перекриття $\delta_2 = 0,147$ м, для перекриття над підвалом $\delta_3 = 0,177$ м

Вікна та балконні двері:

Коефіцієнти тепловіддачі для огорожувальної конструкції згідно [4]:

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad \alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

Значення мінімально допустиме значення опору теплопередачі згідно [3]:

$$R_{\text{qmin}} = 0,70 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$$

Беремо вікна з двокамерними склопакетами 4М1-16-4М1-16-4і з

$$R_{\text{к}} = 0,72 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі рахуємо за формулою:

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} \quad (2.7)$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,72} = 1,389 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Для зовнішніх дверей:

Коефіцієнти тепловіддачі для огорожувальної конструкції згідно [4]:

$$\alpha_{\text{в}}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad \alpha_{\text{з}}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

$$R_{\text{qmin}} = 0,60 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$$

Обираємо одинарні металеві двері без утеплювача з тамбуром та одинарними сосновими дверима з $R_{\text{к}} = 0,78 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$

Тоді коефіцієнт теплопередачі за (2.7) :

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{1,31} = 0,763 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Розглянемо внутрішню стіну:

Внутрішні стіни складаються з таких шарів:

1. Кладка з порожнистої глиняної цегли: 1 цегла, $\lambda_{\text{з}}= 0,52 \text{ Вт}/\text{мК}$;

$$R_{\Sigma} = 0,71 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі за (2.7):

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,71} = 1,408 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Опір теплопередачі вхідних дверей до квартир прийнято вважатитаким же, як і опір внутрішніх стін.

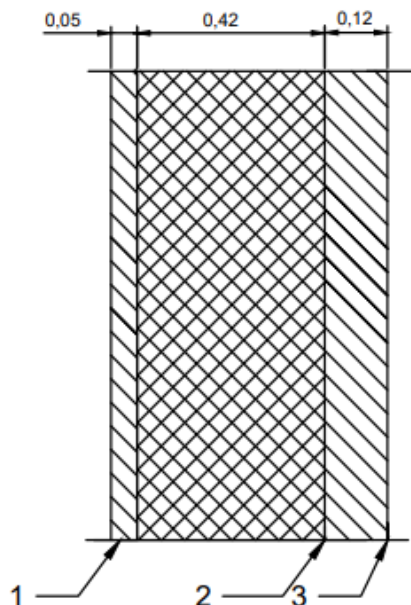
Результати підбору огорожувальних конструкцій наведені в таблиці 2.1.4 та на рисунку.2.1.1 і рисунку.2.1.2

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1.4

Найменування огорожжючої конструкції			Коефіцієнт теплопередачі k , Вт/(м ² ·°С)	Опис конструкції	$\delta_{заг}$
	R_{min}	$R_{заг}$			
<u>Зовнішня стіна</u>	3,50	3,55	0,282	Бетон на гравії або щебені з природного каменю 2400 кг/м ³ $\lambda = 1,86$ Вт/м ² ·°С - $\delta = 0,05$ м + Бетон ніздрюватий $\lambda = 0,13$ Вт/м ² ·°С - $\delta_{ут} = 0,42$ м + Керамзитобетон на керамзитовому піску - $\delta = 0,12$ м	0,590
<u>Горищне перекриття</u>	5,50	4,02	0,249	Залізобетон $\delta = 0,13$ м + Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати $\lambda = 0,048$ Вт/м ² ·°С - $\delta_{ут} = 0,147$ м + Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,03$ м	0,307
<u>Перекриття над підвалом</u>	4,00	4,60	0,218	Дуб поперек волокон - $\delta = 0,014$ м + Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,075$ м + Пароізоляція 0,03 м ² ·°С/Вт + Мінеральні вати на основі базальтового волокна $\lambda = 0,049$ Вт/м ² ·°С - $\delta_{ут} = 0,177$ м + Залізобетон $\delta = 0,16$ м	0,426
<u>Вікна та балконні двері</u>	0,70	0,72	1,389	Вікна з двокамерними склопакетами 4М ₁ -16-4М ₁ -16-4і	-
<u>Зовнішні двері</u>	0,60	1,31	0,763	Одинарні металеві двері без утеплювача + Тамбур + Одинарні соснові двері 0,04м	0,040
<u>Внутрішні стіни</u>	-	0,71	1,408	Кладка з порожнистої глиняної цегли $\lambda = 0,52$ Вт/м ² ·°С - Іц.	0,110

Зовнішня стіна житлового будинку



Перекриття над підвалом

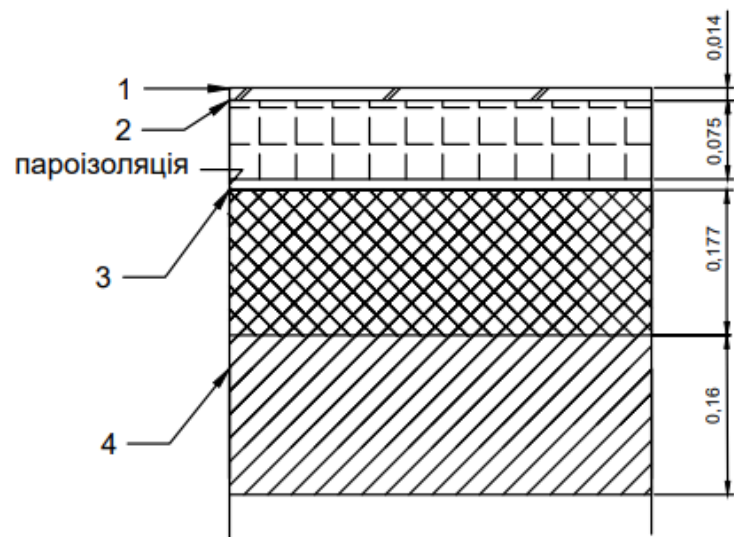


Рис 2.1.1

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Горищне перекриття
житлового будинку

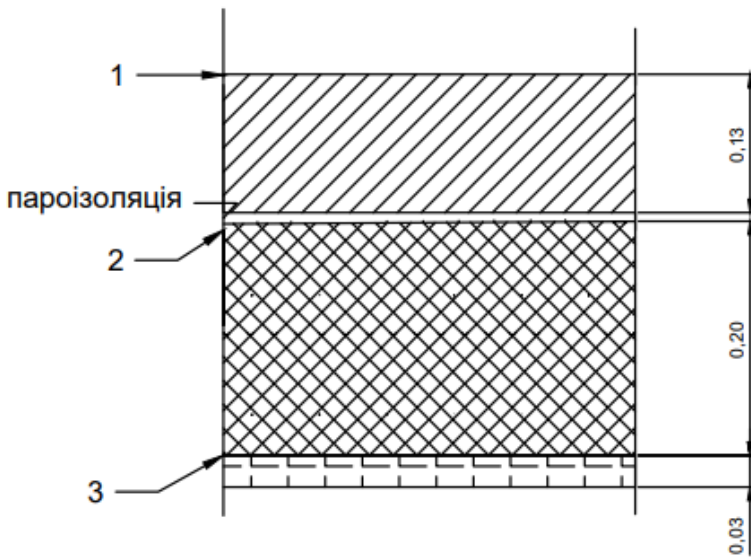


Рис 2.1.2

2.2 Розрахунок вологісного стану зовнішньої стіни

Метою розрахунку є перевірка огорожувальних систем на відповідність вимогам нормативів, що стосуються обмеження накопичення вологи в конструкції внаслідок паропроникності та утворення конденсату в огорожувальному шарі.

Вимога згідно [2]

$$\Delta w \leq \Delta w_{\text{д}} \quad (2.7)$$

де Δw – Збільшення вологості матеріалів у шарах конструкції, де можливе утворення конденсату, відсоток за масою;

$\Delta w_{\text{д}}$ – Допустиме збільшення вологості (вагових %) матеріалу в шарі, де можлива конденсація, встановлюється згідно з [3, табл. 8], залежно від типу матеріалу..

Для того, щоб річний баланс вологи в товщі огорожувальних конструкцій був від'ємним або нульовим, необхідно виконати наступні умови [5].:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{3П} \leq W_{ЛП}$$

$W_{3П}$ – волога, що накопичилась в товщі огорожувальної конструкції, яка конденсується протягом періоду річного накопичення вологи, кг/ м²

$W_{ЛП}$ – волога, що випаровується з огорожувальних конструкцій будівлі протягом річного періоду виділення вологи., кг/ м²

Для оцінки вимог щодо вологості бар'єрних структур використовуємо метод графоаналізу описаний в [2]. Приймаються такі умови згідно [2]:

- структура плоска і термічно однорідна;
- опір паропроникненню між внутрішньою та зовнішньою поверхнями конструкції дорівнює нулю;
- у багат шаровій структурі всередині однорідних шарів парціальний тиск насиченої водяної пари досягає змін за лінійним законом.;
- коли волога конденсується по товщині конструкції, зона конденсації має товщину, що дорівнює всій товщині або частині по товщині більшого шару.

Випишуємо розрахункові дані з [1] для зовнішнього середовища в місті Одеса в таблицю 2.2.1

Таблиця 2.2.1

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII
t_3	-1,3	-0,6	2,9	9,2	15,3	19,6	22,0	21,6	17,0	11,3	5,8	1,1
φ_3	82	81	79	75	72	70	67	66	71	76	82	83

Випишуємо внутрішню температуру та вологість з [3,таб Б2]

$$t_B = 20^{\circ}\text{C} \quad \varphi_B = 55\%$$

Визначаємо температуру на гранях шарів використовуючи найнижчу температуру в січні:

$$t_3 = -1,3^{\circ}\text{C} \quad \varphi_3 = 82\%$$

Визначаємо розподіл температур на границях шарів

$$\text{за формулою } t = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_{\Sigma}} R \tag{2.8}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_1 = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} R_B = 20 - \frac{20 - (-1,3)}{3,548} 0,115 = 19,31^\circ\text{C}$$

$$t_2 = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} (R_B + R_1) = 20 - \frac{20 - (-1,3)}{3,548} (0,115 + 0,027) = 19,15^\circ\text{C}$$

$$t_3 = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} (R_B + R_1 + R_2) = 20 - \frac{20 - (-1,3)}{3,548} (0,115 + 0,027 + 3,231) = -0,25^\circ\text{C}$$

$$t_4 = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} (R_B + R_1 + R_2 + R_3) = 20 - \frac{20 - (-4,2)}{3,548} (0,115 + 0,027 + 3,231 + 0,131) = -1,036^\circ\text{C}$$

Визначаємо парціальні тиски насиченої водяної пари у внутрішньому та зовнішньому середовищі та на границях шарів з [2, дод. 4] і записуємо в таблицю 2.2.2:

Таблиця 2.2.2

$t_B = 20^\circ\text{C}$	$E_B = 2340 \text{ Па}$
$t_1 = 19,31^\circ\text{C}$	$E_1 = 2242 \text{ Па}$
$t_2 = 19,15^\circ\text{C}$	$E_2 = 2220 \text{ Па}$
$t_3 = -0,25^\circ\text{C}$	$E_3 = 598 \text{ Па}$
$t_4 = -3,94^\circ\text{C}$	$E_4 = 438,8 \text{ Па}$
$t_5 = -1,036^\circ\text{C}$	$E_5 = 560 \text{ Па}$

Рахуємо парціальні тиски водяної пари на внутрішній та зовнішній поверхнях огорожі за формулою $e_B = \frac{E_B \varphi_B}{100}$ (2.9):

$$e_B = \frac{E_B \varphi_B}{100} = \frac{2340 \cdot 55}{100} = 1287 \text{ Па}; (2.9)$$

$$e_3 = \frac{E_3 \varphi_3}{100} = \frac{547 \cdot 82}{100} = 448,54 \text{ Па}; (2.9)$$

Визначимо опори паропроникності кожного шару та конструкції в цілому за формулою $R_{e1} = \frac{\delta_1}{\mu_1}$ (2.10)

$$R_{e1} = \frac{\delta_1}{\mu_1} = \frac{0,05}{0,03} = 1,67 \frac{\text{м}^2 \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}};$$

$$R_{e2} = \frac{\delta_2}{\mu_2} = \frac{0,42}{0,23} = 1,83 \frac{\text{м}^2 \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}};$$

$$R_{e3} = \frac{\delta_3}{\mu_3} = \frac{0,12}{0,09} = 1,33 \frac{\text{м}^2 \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}};$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{e\Sigma} = R_{e1} + R_{e2} + R_{e3} = 4,83 \frac{\text{м}^2\text{год}\cdot\text{Па}}{\text{мг}};$$

Будуємо графік для січня показаний у додатку А

Ми отримуємо одну точку перетину, тому маємо площину конденсації в цій точці:

$$p_k = E_3.$$

Звідси слідує, що:

$$R_{e_{\text{ВН}}} = R_{e1} + R_{e2} = 1,67 + 1,83 = 3,5 \frac{\text{м}^2\text{год}\cdot\text{Па}}{\text{мг}}$$

$$R_{e_{\text{ЗОВ}}} = R_{e3} = 1,33 \frac{\text{м}^2\text{год}\cdot\text{Па}}{\text{мг}}$$

Розраховуємо кількість вологи, що зконденсується всередині конструкції за місяць січень за наступними формулами:

$$i_{\text{В}} = \frac{e_{\text{В}} - p_k}{R_{e_{\text{В}}}} \quad (2.12)$$

$$i_{\text{З}} = \frac{p_k - e_{\text{З}}}{R_{e_{\text{З}}}} \quad (2.12)$$

- з боку внутрішнього середовища:

$$i_{\text{В}} = \frac{e_{\text{В}} - p_k}{R_{e_{\text{В}}}} = \frac{1287 - 598}{3,5} = 196,89 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2\text{год}};$$

- видаляється у зовнішнє середовище:

$$i_{\text{З}} = \frac{p_k - e_{\text{З}}}{R_{e_{\text{З}}}} = \frac{598 - 448,54}{1,53} = 112,34 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2\text{год}};$$

$$W_c = (i_{\text{В}} - i_{\text{З}})\tau \cdot 10^{-6} = (196,89 - 112,34)744 \cdot 10^{-6} = 0,063 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}.$$

$$\tau = 24 \cdot 31 = 744 \text{ год}$$

Розраховуємо лютий місяць

Рахуємо т-ру на гранях шарів:

$$t_3 = -0,6^\circ\text{C} \quad \varphi_3 = 81\% \quad E_3 = 582 \text{ Па}$$

$$e_{\text{В}} = 1287 \text{ Па};$$

$$e_{\text{З}} = \frac{E_3 \varphi_3}{100} = \frac{582 \cdot 81}{100} = 471,42 \text{ Па};$$

$$t_3 = t_{\text{В}} - \frac{t_{\text{В}} - t_3}{R_{\Sigma}} (R_{\text{В}} + R_1 + R_2) = 20 - \frac{20 - (-0,6)}{3,5} (0,115 + 0,027 + 3,231) = -0,148^\circ\text{C}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При $t_3 = -0,148^\circ\text{C}$, $E_3 = 620$ Па, $p_k = E_3$

- з боку внутрішнього середовища:

$$i_B = \frac{e_B - p_k}{R_{eB}} = \frac{1287 - 620}{3,5} = 190,56 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2\text{ГОД}};$$

- видаляється у зовнішнє середовище:

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e3}} = \frac{620 - 471,42}{1,33} = 111,77 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2\text{ГОД}}$$

$i_3 < i_B$ - волога накопичується

$$W_c = (i_B - i_3)\tau \cdot 10^{-6} = (190,56 - 111,77) \cdot 28 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,053 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}.$$

Розглядаємо місяць грудень:

Визначаємо температуру на гранях шарів:

$t_3 = 1,1^\circ\text{C}$ $\varphi_3 = 83\%$ $E_3 = 662$ Па

$e_B = 1287$ Па;

$$e_3 = \frac{E_3 \varphi_3}{100} = \frac{662 \cdot 83}{100} = 449,46 \text{ Па};$$

$$t_3 = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} (R_B + R_1 + R_2) = 20 - \frac{20 - 1,1}{3,5} (0,115 + 0,027 + 3,231) = 1,79^\circ\text{C}$$

При $t_3 = 1,79^\circ\text{C}$, $E_3 = 696$ Па, $p_k = E_3$

- з боку внутрішнього середовища:

$$i_B = \frac{e_B - p_k}{R_{eB}} = \frac{1287 - 696}{3,5} = 168,89 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2\text{ГОД}};$$

- видаляється у зовнішнє середовище:

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e3}} = \frac{696 - 549,46}{1,33} = 110,18 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2\text{ГОД}}$$

$i_3 < i_B$ - волога накопичується

$$W = (i_B - i_3)\tau \cdot 10^{-6} = (168,89 - 110,18) \cdot 744 \cdot 10^{-6} = 0,044 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}.$$

$$W_{\Sigma\Pi} = 0,044 + 0,063 + 0,053 = 0,16 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

Розглядаємо місяць березень:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо температуру на гранях шарів:

$$t_3 = 2,9^\circ\text{C} \quad \varphi_3 = 79\% \quad E_3 = 753 \text{ Па}$$

$$e_B = 1287 \text{ Па};$$

$$e_3 = \frac{E_3 \varphi_3}{100} = \frac{753 \cdot 79}{100} = 594,87 \text{ Па};$$

$$t_3 = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} (R_B + R_1 + R_2) = 20 - \frac{20 - 2,9}{3,5} (0,115 + 0,027 + 3,231) = 3,521^\circ\text{C}$$

При $t_3 = 1,79^\circ\text{C}$, $E_3 = 788 \text{ Па}$, $p_K = E_3$

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{eB}} = \frac{1287 - 788}{3,5} = 142,57 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^2\text{ГОД}};$$

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e3}} = \frac{788 - 594,87}{1,33} = 145,21 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^2\text{ГОД}}$$

$i_3 > i_B$ - вологовіддача

$$W = (i_B - i_3) \tau \cdot 10^{-6} = (142,57 - 145,21) \cdot 744 \cdot 10^{-6} = -0,002 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2}$$

За ці місяці не вся волога вийшла, тому розраховуємо квітень:

Визначаємо температуру на гранях шарів:

$$t_3 = 9,2^\circ\text{C} \quad \varphi_3 = 75\% \quad E_3 = 1163 \text{ Па}$$

$$e_B = 1287 \text{ Па};$$

$$e_3 = \frac{E_3 \varphi_3}{100} = \frac{1163 \cdot 75}{100} = 872,25 \text{ Па};$$

$$t_3 = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} (R_B + R_1 + R_2) = 20 - \frac{20 - 9,2}{3,5} (0,115 + 0,027 + 3,231) = 9,592^\circ\text{C}$$

При $t_3 = 9,592^\circ\text{C}$, $E_3 = 1194 \text{ Па}$, $p_K = E_3$

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{eB}} = \frac{1287 - 1194}{3,5} = 26,57 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^2\text{ГОД}};$$

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e3}} = \frac{1194 - 872,25}{1,33} = 241,917 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^2\text{ГОД}}$$

$i_3 > i_B$ - вологовіддача

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W = (i_B - i_3)\tau \cdot 10^{-6} = (26,57 - 241,917) \cdot 30 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,1551 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2}.$$

Розглядаємо місяць травень:

Визначаємо температуру на гранях шарів:

$$t_3 = 15,3^\circ\text{C} \quad \varphi_3 = 72\% \quad E_3 = 1739 \text{ Па}$$

$$e_B = 1287 \text{ Па};$$

$$e_3 = \frac{E_3 \varphi_3}{100} = \frac{1739 \cdot 72}{100} = 1252,08 \text{ Па};$$

$$t_3 = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_\Sigma} (R_B + R_1 + R_2) = 20 - \frac{20 - 15,3}{3,5} (0,115 + 0,027 + 3,231) = 15,5^\circ\text{C}$$

При $t_3 = 15,5^\circ\text{C}$, $E_3 = 1762 \text{ Па}$, $p_K = E_3$

Так як, $e_3 < p_K$, вивітрювання вологи відбувається в обидві сторони

W - визначається за формулами:

$$i_B = \frac{p_K - e_B}{R_{eB}} = \frac{1762 - 1287}{3,5} = 135,714 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^2\text{ГОД}};$$

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e3}} = \frac{1762 - 1252,08}{1,33} = 383,399 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^2\text{ГОД}}$$

$$W = (i_B + i_3)\tau \cdot 10^{-6} = (135,714 + 383,399) \cdot 31 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,386 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2}.$$

$$W_{\text{ЛП}} = 0,002 + 0,1551 + 0,386 = 0,543 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2}$$

Результати розрахунків вказані в таблиці 2.2.3

Таблиця 2.2.3

Місяць	Волого поглинання	Вологовіддача
XII	0,044	
I	0,063	
II	0,053	
III		0,002
IV		0,1551
V		0,386
Σ	0,16	0,543

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$W_{зп} < W_{лп}$ - умова виконується, значить волога сконденсувалась

$$\Delta w = \frac{W_{зп}}{\delta_2 \cdot \rho_2} \cdot 100\% = \frac{0,16}{400 \cdot 0,42} \cdot 100\% = 0,09$$

W допустиме для ніздрюватих бетонів – 1,2% з [3, таб. 5]

$$\Delta w \leq \Delta w_{д}$$

Умова виконана

В розглянутій конструкції, волого поглинання триває 3 місяці (грудень, січень, лютий) графіки представлені в додатку А Рис. 2.1, а вологовіддача також 3 місяці (березень, квітень, травень) графіки представлені в додатку Б Рис. 2.2. Пораховано, що приріст вологи в шарі утеплювача дорівнює 0,09%, а допустимо 1,2%, це означає, що конструкція задовільняє нормативні вимоги.

2.3. Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції за літніми умовами

Теплотехнічні розрахунки зовнішніх огорожувальних конструкцій в літніх умовах. Відповідно до [2] для теплового впливу зовнішнього середовища в літніх умовах враховуються наступні фактори:

- Вплив сонячної радіації
- Тепловий вплив зовнішнього повітря.

Розрахунковий тепловий режим зовнішнього середовища протягом літнього сезону розглядається з добовим циклом.

Метою розрахунків є перевірка термічного опору непрозорих зовнішніх стін житлових будинків, які задовольняють зазначеним умовам згідно з [2]:

$$A_{тв} \leq A_{тв}^H$$

$$A_{тн} \leq 2,5 \tag{2.15}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де $A_{\text{ТВ}}$ – Амплітуда коливань температури на поверхні всередині захисної споруди влітку;

$A_{\text{ТН.В}}$ – Максимально допустима нормативна амплітуда коливань температури на внутрішній поверхні непрозорої к-ї влітку становить $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Визначаємо значення амплітуди коливань температури внутрішньої поверхні зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції

$$A_{\text{ТВ}} = \frac{A_{t3}^{\text{розр}}}{\nu}; \quad (2.16)$$

Розрахункова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря дорівнює:

$$A_{t3}^{\text{розр}} = A_{t3} + \chi \cdot (J_{\text{max}} - J_{\text{сер}}) / J_{\text{зл}}, \quad (2.17)$$

A_{t3} – середня амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні для м. Одеса $A_{t3} = 8^\circ\text{C}$;

ν – мінімальна із середніх швидкостей за липень, повторюваність яких складає 16% і більше, але не менше 1 м/с , $\nu = 2,5 \text{ м/с}$, з [5, таб. 5];

J_{max} і $J_{\text{сер}}$ – Максимальна та середня сумарна сонячна радіація (пряма та розсіяна) у липні

$$J_{\text{max}} = 652 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}; \quad J_{\text{сер}} = 160 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2};$$

χ - Коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання матеріалами зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції.

$$\chi = 0,7$$

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції для літнього періоду:

$$\alpha_{\text{зл}} = 1,16 (5 + 10\sqrt{\nu}) = 1,16 (5 + 10\sqrt{2,5}) = 24,14 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}; \quad (2.18)$$

Розраховуємо $A_{t3}^{\text{розр}}$

$$A_{t3}^{\text{розр}} = 8 + 0,7 \cdot (652 - 160) / 24,14 = 22,267^\circ\text{C}; \quad (2.17)$$

Проводимо розрахунок за умов експлуатації: А

Теплофізичні властивості матеріалів таблиця 2.3.1 згідно [4]

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3.1

№	№ матер.	ρ , кг/м ³	δ , м	λ , Вт/мК	S_A , Вт/м ² ·К	R , м ² К/Вт	D	Y , м ² К/Вт
1	65	2400	0,05	1,74	16,77	0,029	0,49	13,46
2	38	400	0,42	0,11	1,84	3,82	7,029	1,84
3	40	1800	0,12	0,8	10,5	0,15	1,575	10,5

$$\Sigma D = 9,094$$

Визначаємо опір теплопередачі для кожного шару

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,05}{1,74} = 0,029 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}};$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,42}{0,11} = 3,82 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}};$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,12}{0,8} = 0,15 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}};$$

Визначаємо теплові інерції огороження D_i по формулі

$$D = R \cdot S \quad (2.19)$$

$$D_1 = R_1 \cdot S_1 = 0,029 \cdot 16,77 = 0,49;$$

$$D_2 = R_2 \cdot S_2 = 3,82 \cdot 1,84 = 7,029;$$

$$D_3 = R_3 \cdot S_3 = 0,15 \cdot 10,5 = 1,575$$

Розрахуємо коефіцієнти теплотасвоєння поверхні Y_i :

$$Y_1 = (R_1 \cdot S_1^2 + \alpha_B) / (1 + R_1 \cdot \alpha_B) \quad (2.20)$$

Шар №1: $D_1 < 1$, тому

$$Y_1 = (R_1 \cdot S_1^2 + \alpha_B) / (1 + R_1 \cdot \alpha_B) =$$

$$= (0,029 \cdot 16,77^2 + 8,7) / (1 + 0,029 \cdot 8,7) = 13,46 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

$$\text{Шар № 2: } D_2 > 1, \text{ тому } Y_2 = S_2 = 1,84 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

$$\text{Шар № 3: } D_3 > 1, \text{ тому } Y_3 = S_3 = 10,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо величину затухання амплітуди коливань температури зовнішнього повітря по формулі

$$\nu = 0,9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + Y_1)(S_3 + Y_2)(\alpha_3 + Y_3)}{(S_1 + Y_1)(S_2 + Y_2)(S_3 + Y_3)\alpha_{3л}} \quad (2.21)$$

$$\nu = 0,9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B)(S_2 + Y_1)(S_3 + Y_2)(\alpha_3 + Y_3)}{(S_1 + Y_1)(S_2 + Y_2)(S_3 + Y_3)\alpha_{3л}}$$

$$= 0,9e^{\frac{9,094}{\sqrt{2}}} \frac{(16,77 + 8,7)(1,84 + 13,46)(10,5 + 1,84)(24,14 + 10,5)}{(16,77 + 13,46)(1,84 + 1,84)(10,5 + 10,5)24,14}$$

$$= 1649,35.$$

Визначаємо значення амплітуди коливань температури зовнішнього повітря та перевіримо виконання умови:

$$A_{ТВ} = \frac{A_{tз}^{розр}}{\nu} = \frac{22,267}{1649,35} = 0,01 < 2,5^\circ\text{C};$$

Отже, у літній період зовнішня огорожувальна конструкція- відповідає вимогам.

2.4 Розрахунок огорожувальної конструкції на повітропроникність

Перевірити огорожувальні конструкції опалювальної будівлі на відповідність умові згідно [2] :

$$G^k < G_H^k, \quad (2.22)$$

G^k - повітропроникність огорожувальні конструкції

G_H^k - нормативна повітропроникність огорожувальні конструкції

Конструкція вікон – двокамерна

Рахуємо різницю тисків на зовнішній і внутрішній поверхні огорожувальної конструкції

$$\Delta P = \Delta P_{T2} + \Delta P_v \quad (2.23)$$

Для прозорих огорожувальних конструкцій повітропроникність перевіряється для 1-го поверху; для світлопрозорих для 1-го та останнього поверхів.

Визначимо повну висоту будинку за формулою

$$H = h_{пов} \cdot m + h_{шах} \quad (2.24)$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = h_{\text{пов}} \cdot m + h_{\text{шах}} = 3 \cdot 12 + 5 = 41 \text{ м}$$

Визначаємо висоту від рівня підлоги 1-го поверху до середини огорожувальної конструкції 1-го та 12-го поверхів:

$$h_1 = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ м}; \quad h_{12} = (12-1) \cdot 3 + \frac{3}{2} = 34,5 \text{ м};$$

$$t_{\text{зов}} = -19^\circ\text{C}; \quad t_{\text{в}} = 20^\circ\text{C};$$

Знайдемо питомі ваги внутрішнього та зовнішнього повітря:

$$\gamma_3 = 3463 / (273 - 19) = 13,634 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3};$$

$$\gamma_{\text{в}} = 3463 / (273 + 20) = 11,819 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3};$$

Визначимо термогравітаційні опори за формулою:

$$\Delta P_{T21} = (H - h)(\gamma_3 - \gamma_{\text{в}}) \quad (2.25)$$

$$\Delta P_{T21} = (H - h_1)(\gamma_3 - \gamma_{\text{в}}) = (41 - 1,5)(13,634 - 11,819) = 71,69 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3};$$

$$\Delta P_{T212} = (H - h_{12})(\gamma_3 - \gamma_{\text{в}}) = (41 - 34,5)(13,634 - 11,819) = 11,798 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3};$$

Визначимо значення вітрових опорів:

$$\Delta P_{\text{в}} = 0,03 \cdot v^2 \cdot \gamma_3 \cdot \beta_{\text{в}} \quad (2.26)$$

$$v = 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ згідно [5 таб.5]}$$

$\beta_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості за висотою:

$\beta_{\text{в}1} = 0,75; \quad \beta_{\text{в}12} = 1,05;$ згідно [2 таб.5.1] – коефіцієнти взяті за умовою А

$$\Delta P_{\text{в}1} = 0,03 \cdot 3,7^2 \cdot 13,634 \cdot 0,75 = 4,2 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{\text{в}12} = 0,03 \cdot 3,7^2 \cdot 13,634 \cdot 1,05 = 5,88 \text{ Па};$$

Знайдемо різницю тисків:

$$\Delta P_1 = \Delta P_{T21} + \Delta P_{\text{в}1} = 71,69 + 4,2 = 75,89 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{12} = \Delta P_{T212} + \Delta P_{\text{в}12} = 11,798 + 5,88 = 17,678 \text{ Па};$$

Визначаємо масову повітропроникність огорожувальних конструкцій.

Шар №1: $\delta_1 = 0,05 \text{ м}$, бетон на гравії або щебені;

$$\Delta P_0 = 10 \text{ Па}; \text{ згідно [2 дод.5.1]}$$

$G^{\Delta P_0}$ – масова повітропроникність і-го шару;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{При } \delta = 0,1 \quad G^{\Delta P_0} = 0,00051 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

$$\text{при } \delta_1 = 0,05 \quad G^{\Delta P_0} = 0,00051 \cdot 0,05 / 0,1 = 0,00026 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

$$G1^{\Delta P} = G^{\Delta P_0} \cdot (\Delta P_1 / \Delta P_0)^n = 0,00026 \cdot (75,89 / 10)^{0,8} = 0,0013 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}}; \quad (2.27)$$

n- показник фільтрації для шарів конструкції.

Шар №2: $\delta_2 = 0,42$ м, бетони ніздрюваті;

$$\text{При } \delta = 0,1 \quad G^{\Delta P_0} = 0,05 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

$$\text{при } \delta_2 = 0,42 \quad G^{\Delta P_0} = 0,42 \cdot 0,05 / 0,1 = 0,21 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

$$G2^{\Delta P} = G^{\Delta P_0} \cdot (\Delta P_1 / \Delta P_0)^n = 0,21 \cdot (75,89 / 10)^{0,8} = 1,06 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

Шар №3: $\delta_3 = 0,12$ м, керамзитобетон;

$$\text{При } \delta = 0,1 \quad G^{\Delta P_0} = 0,00051 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

$$G3^{\Delta P} = G^{\Delta P_0} \cdot (\Delta P_1 / \Delta P_0)^n = 0,00051 \cdot (75,89 / 10)^{0,8} = 0,003 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

Обраховуємо масову повітропроникність зовнішньої стіни:

$$G^k = 1 / (1 / G1^{\Delta P} + 1 / G2^{\Delta P} + 1 / G3^{\Delta P}) =$$

$$= 1 / (1 / 0,0013 + 1 / 1,06 + 1 / 0,003) = 0,00091 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}}; \quad (2.28)$$

Світлопрозора конструкція (двокамерне скління у ПВХ рамах з ущільненням із пінополіуретану)

$$G^{\Delta P_0} = 3,00 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}}; \quad \Delta P_0 = 100 \text{ Па}; \quad n = 0,67 \text{ згідно [6]}$$

$$G1^k = G^{\Delta P_0} \cdot (\Delta P_1 / \Delta P_0)^n = 3,00 \cdot (75,89 / 100)^{0,67} = 2,49 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

$$G12^k = G^{\Delta P_0} \cdot (\Delta P_{10} / \Delta P_0)^n = 3,00 \cdot (17,678 / 100)^{0,67} = 0,94 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

1) Допустимо повітропроникність:

$$\text{для зовнішньої стіни - } G_{н^k} = 0,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}};$$

$$\text{для світлопрозорих конструкцій - } G_{н^k} = 4,0 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{год}}$$

Зовнішня стіна задовільняє нормативним вимогам ($0,00091 < 0,4$)

Вікна також задовільняють нормативні вимоги ($2,49 < 4$) ($0,94 < 4$)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3
ОПАЛЕННЯ

					Кваліфікаційна робота	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.1. Опис та характеристика системи водного опалення житлового будинку

Двотрубна горизонтальна система водного опалення з використанням індивідуального теплового пункту (ІТП) є одним з найбільш ефективних способів забезпечення теплом житлових будинків. ІТП дозволяє керувати споживанням теплової енергії, що надходить від централізованих тепломереж, і розподіляти її по системі опалення будинку.

Конструктивні особливості

Двотрубна система складається з подаючого та зворотного трубопроводів. ІТП є центральним елементом системи, який приймає теплову енергію від тепломережі і передає її до внутрішньої системи опалення будинку.

Основні компоненти системи включають:

- Індивідуальний тепловий пункт (ІТП): Комплекс обладнання, що включає теплообмінник, насосні агрегати, регулятори температури і тиску, системи автоматизації та управління.
- Радіатори: Пристрої, які віддають тепло від теплоносія до повітря в приміщеннях.
- Трубопроводи: Подаючий та зворотний трубопроводи, що транспортують теплоносій.
- Циркуляційний насос: Забезпечує примусову циркуляцію теплоносія по системі, що особливо важливо для великих будівель.
- Термостати та регулятори: Дозволяють контролювати та регулювати температуру в кожному приміщенні окремо.

Переваги двотрубною системи з ІТП:

1. Ефективний розподіл тепла: Завдяки ІТП, теплову енергію можна ефективно розподіляти по всіх приміщеннях, забезпечуючи рівномірне опалення.
2. Гнучкість у керуванні теплом: ІТП дозволяє регулювати споживання теплової енергії, знижуючи витрати на опалення і підвищуючи енергоефективність.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Індивідуальний контроль температури: Використання термостатичних вентилів на радіаторах дозволяє точно налаштувати температуру в кожному приміщенні.
4. Підвищена надійність: Система менш схильна до збоїв завдяки двом незалежним трубопроводам. При виникненні проблем в одному з них, інший продовжує працювати.
5. Можливість обліку тепла: ІТП дозволяє встановлювати лічильники тепла, що дає можливість оплачувати тільки фактично спожиту енергію.

Недоліки двотрубно́ї системи з ІТП:

1. Складність монтажу: Вимагає більшої кількості матеріалів і складніших монтажних робіт порівняно з однокрубно́ю системою.
2. Вища вартість: Через більшу кількість трубопроводів і компонентів, початкові витрати на установку можуть бути вищими.
3. Потреба в технічному обслуговуванні: ІТП потребує регулярного технічного обслуговування для забезпечення надійної роботи.

Принципи роботи:

У двотрубно́й горизонтально́й системі з ІТП, теплову енергію від централізовано́ї тепломережі приймає ІТП, де вона передається до внутрішнього теплоносія через теплообмінник. Гаряча вода від ІТП надходить у подаючий трубопровід і розподіляється по всіх радіаторах у будинку. Після проходження через радіатори, охолоджена вода збирається у зворотний трубопровід і повертається до ІТП, де знову нагрівається.

Циркуляційний насос забезпечує примусову циркуляцію теплоносія по системі з необхідною швидкістю, що дозволяє швидко нагрівати приміщення і підтримувати стабільну температуру. Термостатичні вентиля на радіаторах дозволяють регулювати кількість гарячої води, що надходить до кожного радіатора, забезпечуючи індивідуальний контроль температури в кожному приміщенні.

Монтаж і обслуговування

Монтаж двотрубно́й горизонтально́ї системи з ІТП включає кілька етапів:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Проектування: Визначення необхідної кількості радіаторів, їх розташування, вибір трубопроводів і компонентів системи, проектування ІТП.
2. Установка ІТП: Встановлення ІТП в технічному приміщенні.
3. Монтаж трубопроводів: Прокладання подаючого і зворотного трубопроводів по всій будівлі, підключення їх до ІТП і радіаторів.
4. Установка радіаторів: Кріплення радіаторів на стінах приміщень і підключення їх до трубопроводів.
5. Балансування системи: Регулювання системи для забезпечення рівномірного розподілу тепла по всіх приміщеннях.
6. Обслуговування системи включає регулярні перевірки стану ІТП, трубопроводів і радіаторів, очистку і промивку системи, перевірку і налаштування термостатичних вентилів. Своєчасне обслуговування дозволяє продовжити термін служби системи і забезпечити її ефективну роботу.

Запірна та терморегулююча арматура:

Запірна та терморегулююча арматура відіграє критичну роль у функціонуванні систем опалення. Ці компоненти забезпечують надійність, ефективність та комфорт у використанні теплових систем житлових будинків, дозволяючи контролювати потік і температуру теплоносія в опалювальній мережі.

Запірна арматура призначена для перекриття або регулювання потоку теплоносія в системі опалення. Вона дозволяє здійснювати обслуговування та ремонт окремих ділянок системи без необхідності зупиняти роботу всього опалення. Основні типи запірної арматури, що використовуються в системах опалення, включають:

- Кульові крани: Найбільш поширений тип запірної арматури в системах опалення. Вони забезпечують швидке і надійне перекриття потоку, мають просту конструкцію та високу надійність.
- Засувки: Використовуються в основному в великих системах опалення. Засувки забезпечують герметичне перекриття потоку теплоносія, проте вони менш зручні у використанні, оскільки потребують більше часу для відкриття та закриття.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Клапани: Існують різні типи клапанів, які використовуються для регулювання потоку теплоносія. Найпоширенішими є зворотні клапани, що перешкоджають зворотному потоку, і регулювальні клапани, які дозволяють точно налаштувати потік.

Терморегулююча арматура використовується для підтримання заданої температури в системі опалення. Вона забезпечує автоматичне регулювання потоку теплоносія в залежності від температури в приміщенні, що дозволяє підвищити комфорт та енергоефективність. До основних типів терморегулюючої арматури відносяться:

- Термостатичні вентилі: Встановлюються на радіаторах і автоматично регулюють подачу теплоносія в залежності від температури повітря в приміщенні. Термостатичні вентилі складаються з двох основних частин: термостатичної головки і клапанного механізму. Головка реагує на зміну температури в приміщенні, змінюючи положення клапана і таким чином регулюючи потік теплоносія до радіатора.
- Регулятори температури: Вони забезпечують підтримання постійної температури теплоносія в системі опалення.
- Теплові змішувачі: Використовуються для змішування гарячого і холодного теплоносія з метою досягнення потрібної температури.

В розглядаємій системі опалення використано високоякісну арматуру від HERZ, яка забезпечує надійність і ефективність роботи всієї системи. Серед компонентів, що застосовуються:

- Гарнітура підключення до радіаторів HERZ - 3000: Оснащена двома запірними кран-буксами та вузлом підключення для двостороннього перекриття. Ця гарнітура дозволяє легко відключати окремі радіатори для обслуговування або ремонту без необхідності зупиняти роботу всієї системи опалення.
- Термостатичні приводи HERZ-TS: Встановлюються на підводках до опалювальних приладів і забезпечують точне регулювання подачі

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплоносія до радіаторів, що дозволяє підтримувати комфортну температуру в приміщеннях.

- Балансувальна та запірно-регулююча арматура від HERZ: Використовується для точного налаштування і балансування системи опалення, забезпечуючи рівномірний розподіл теплоносія по всіх радіаторах та підвищуючи енергоефективність системи.

Опалювальні прилади:

Опалювальні прилади відіграють важливу роль у системах опалення, забезпечуючи ефективну передачу тепла від теплоносія до приміщень. Одним з найбільш популярних варіантів є сталі панельні радіатори, які відзначаються високою ефективністю, естетичним виглядом та простотою монтажу.

Сталі панельні радіатори:

Сталі панельні радіатори складаються з кількох сталевих пластин, зварених між собою, що утворюють панелі. Основні переваги цих радіаторів включають:

- Висока тепловіддача: Забезпечується великою поверхнею нагріву.
- Компактність: Сучасний дизайн і компактні розміри.
- Легкість монтажу: Простота конструкції сприяє швидкому встановленню.

Для запроектованої системи опалення використані сталі панельні радіатори Vogel & Noot VONOVA з нижнім підключенням. Ці радіатори відрізняються:

- Нижнє підключення: Забезпечує зручне підключення та естетичний вигляд, мінімізуючи видимість трубопроводів.
- Висока ефективність: Оптимальна конструкція та високоякісні матеріали забезпечують відмінну тепловіддачу.
- Сучасний дизайн: Гармонійно вписуються в будь-який інтер'єр.

Трубопроводи:

Трубопроводи є невід'ємною частиною систем опалення, забезпечуючи транспортування теплоносія від джерела тепла до опалювальних приладів у приміщеннях. Вибір матеріалу трубопроводів і їх правильний монтаж мають вирішальне значення для ефективної і надійної роботи всієї системи опалення.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Металопластикові трубопроводи:

Металопластикові трубопроводи поєднують у собі переваги як металевих, так і пластикових труб. Вони складаються з внутрішнього шару зшитого поліетилену (PEX), алюмінієвого шару, що забезпечує міцність і гнучкість, та зовнішнього шару з поліетилену. Основні переваги металопластикових трубопроводів включають:

- **Корозійна стійкість:** Завдяки внутрішньому і зовнішньому поліетиленовим шарам, металопластикові трубопроводи не піддаються корозії.
- **Гнучкість:** Алюмінієвий шар забезпечує високу гнучкість, що спрощує процес монтажу та дозволяє використовувати труби в системах будь-якої складності.
- **Низька теплопровідність:** Знижує втрати тепла, підвищуючи ефективність системи опалення.
- **Легкість:** Металопластикові трубопроводи значно легші за сталеві, що полегшує їх транспортування і монтаж.

У запроєктованій системі опалення ми обираємо металопластикові трубопроводи Herz-Нака для прокладки у квартирах. Ці трубопроводи відзначаються високою якістю, надійністю та простотою монтажу, що робить їх ідеальним вибором для внутрішньоквартирних систем опалення. Herz-Нака забезпечують ефективне транспортування теплоносія з мінімальними втратами тепла і довговічністю.

Сталеві водогазопровідні труби:

Врозглядаємій системі використано сталеві водогазопровідні труби для вертикальних та горизонтальних стояків згідно [7] у цій системі опалення. Це забезпечує надійність та ефективність роботи всієї системи, оскільки сталеві труби здатні витримувати значні навантаження та забезпечують стабільну роботу при високих температурах і тиску.

Переваги даного вибору трубопроводів:

- **Міцність:** Висока механічна міцність забезпечує довгий термін служби і стійкість до механічних пошкоджень.
- **Температурна стійкість:** Стійкість до високих температур робить сталеві труби ідеальними для використання в системах опалення.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Висока пропускну здатність: Залишається стабільною протягом усього терміну служби труби.

У даному проєкті ми використовуємо теплоізоляцію від компанії Thermaflex, яка включає два типи матеріалів: Thermaflex FRZ та Thermoflex Ultra M. Ці матеріали забезпечують високий рівень теплоізоляції і мають свої унікальні властивості, що роблять їх ідеальними для різних умов експлуатації.

Thermaflex FRZ призначений для ізоляції труб, що проходять у будівельних розчинах. Цей матеріал відзначається високою стійкістю до вологи та механічних пошкоджень, що робить його ідеальним для застосування в будівельних конструкціях. Основні переваги Thermaflex FRZ:

- Висока стійкість: Захищає труби від механічних пошкоджень та впливу вологи.
- Ефективна ізоляція: Забезпечує низькі тепловтрати і підвищує ефективність системи опалення.
- Довговічність: Тривалий термін служби завдяки високій якості матеріалів.

Thermoflex Ultra M

Thermoflex Ultra M використовується для захисту трубопроводів від ультрафіолетових променів. Цей матеріал відзначається високою стійкістю до УФ-випромінювання, що робить його ідеальним для застосування на відкритих ділянках системи опалення. Основні переваги Thermoflex Ultra M:

- Захист від УФ-променів: Запобігає пошкодженню ізоляції та трубопроводів під впливом сонячного світла.
- Висока ефективність: Зберігає теплові характеристики системи навіть під прямим сонячним світлом.
- Довговічність: Висока якість матеріалів забезпечує тривалий термін експлуатації.

Висновок: Кожен компонент впливає на загальну ефективність системи опалення.

Важливість правильного підбору матеріалів і їх установки полягає в забезпеченні

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надійності, довговічності і енергоефективності опалювальної системи, що є ключовим для комфортного та ефективного опалення приміщень.

3.2. Розрахунок тепловтрат та теплової потужності СО

Для розрахунку теплових втрат приміщення через будівельні огороження $\Phi_{T,i}$, Вт згідно [8] використовується формула (3.1)

$$\Phi_{T,i} = (N_{T,ie} + N_{T,iue} + N_{T,ig} + N_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт} \quad (3.1)$$

де: $N_{T,i}$ – характеристика тепловтрат з опалювального приміщення назовні через неопалювальне приміщення, Вт/°С; $N_{T,iue}$ – характеристики втрат тепла з опалювальних приміщень назовні через неопалювані приміщення., Вт/°С; $N_{T,ig}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат від огорожувальних конструкцій будівлі до ґрунту., Вт/°С; $N_{T,ij}$ – характеристика втрат тепла від опалювального приміщення до сусідніх опалювальних приміщень через огорожувальні конструкції при різних розрахункових температурах., Вт/°С.

Вихідні дані для розрахунок тепловтрат та визначення потужності наведені у таблиці 3.2.1

Таблиця 3.2.1

Питома компенсац.теплова потужн. при періодичн.опаленні f_{RH} , Вт/м2	0
Коефіцієнт інфільтраційного повтрообміну n_{50} , 1/год	4
Ефективність рекуператора припливно-вит.вентиляції, д.од.	0
Розрахункова температура зовнішнього повітря θ_e , °С	-18
<i>Аз.п. м2=</i>	4371
Середньорічна температура зовнішнього повітря θ_{me} , °С	2
Розрахункова температура підвалу, горища та сход.клітки θ_u , °С	5
Висота приміщень, м	3

Для оцінки ефективності системи опалення проводять розрахунок тепловтрат приміщень, використовуючи таблицю розрахунку тепловтрат у додатку В ,

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 3.2.1 схемі будинку вказуються розміри в осях, орієнтація будівлі та додаткові тепловтрати у вигляді $\Sigma\beta$.

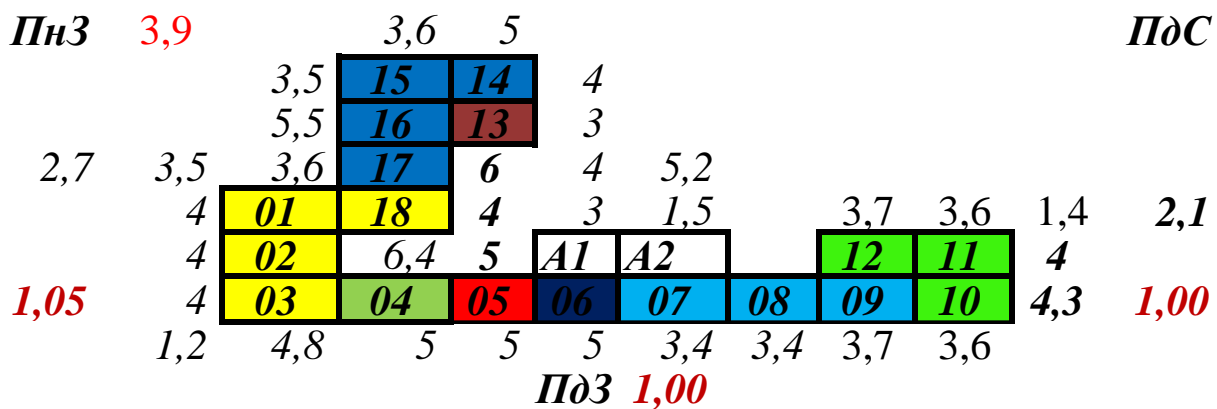


Рисунок 3.2.1

Згідно [9] визначення теплової потужності системи опалення будівлі за спрощеним методом здійснюється за формулою (3.2):

$$\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Sigma\Phi_{V,i} + \Sigma\Phi_{RH,i}, \quad \text{Вт (3.2)}$$

Для розрахунку загальних тепловтрат приміщень будівлі складемо підсумкову таблицю 3.2.2 тепловтрат. Згідно з [9], коефіцієнти, отримані для першого поверху, слід використовувати при визначенні тепловтрат на першому, другому, третьому та останньому поверхах усіх приміщень.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2.2

№ поверху	1	2	3	4-11	12	Всього	Головне циркуляційне кільце	
Номер приміщення	01	1074,3	984,17	939,44	894,7	1029,5	11185	
	02	800	740	700	665,19	770	8331,5	
	03	1210	1110	1060	1007	1160	12596	3819,483
	04	1580	1450	1380	1312,2	1510	16418	1312,236
	05	1580	1450	1380	1309,2	1510	16394	1309,245
	06	1580	1450	1380	1312,2	1510	16418	1312,236
	07	1010	930	890	838,86	970	10511	
	08	1060	970	920	876,12	1010	10969	
	09	1060	970	920	875,88	1010	10967	2590,87
	10	1240	1140	1080	1028,1	1190	12875	
	11	1190	1090	1040	990,23	1140	12382	
	12	1210	1110	1060	1001,7	1160	12554	3020,093
	13	1590	1460	1390	1319,3	1520	16514	1319,277
	14	900	830	790	746,56	860	9352,5	
	15	970	890	850	804,25	930	10074	
	16	1190	1090	1040	989,64	1140	12377	
	17	1040	950	910	860,17	990	10771	3400,619
	18	890	820	780	739,39	860	9265,1	
	A2	700	640	610	575,73	670	7225,8	
A1	5152,1							

Розраховані тепловтрати будинку без сходового та ліфтового холів $Q_1 = 219955$ Вт

Розраховані тепловтрати будинку із сходовим та ліфтовим холами $Q_{1A} = 232333$ В

Для розрахунку питомого річного теплоспоживання системою опалення будинку W , ГДж/рік використовується наступна формула (3.3):

$$W = \frac{3,6 * Q_{c.o.} * 24 * Z_{o.c.} * (t_{вн} - t_{o.c.}) * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн}} = \frac{3,6 * Q_{c.o.} * 24 * S_{j.c.} * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн}} \quad (3.3)$$

$W = 262910,5$ кВт.год/рік;

Де $Q_{c.o.}$ -розрахункова теплова потужність;

$S_{c.o.}$ - градусо-дні опалювального сезону;

$t_{вн}$ - розрахункова температура в приміщенні;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{зовн5}$ - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки; $b=0,9$ коефіцієнт, який враховується коли більше 75% опалювальних прилаїв обладнані автоматичними регуляторами.

Питоме річне теплоспоживання системою опалення будинку W , ГДж/рік·м² бчислюється згідно [9] за формулою (3.4):

$$w = \frac{W}{A_{з.п.}} = 54,69 \text{ кВт.год/рік} \cdot \text{м}^2 \quad (3.4)$$

$E_{max} = 55,0 \text{ кВт.год/м}^2 \text{ за рік}$

Визначення витрати води в системі опалення згідно [9] проводиться за формулою:

$$G_{с.о.} = \frac{0,86 \cdot Q_{с.о.}}{t_r - t_o} \quad (3.5)$$

$G_{с.о.} = 9990 \text{ кг/год}$

Розраховане значення питомого річного теплоспоживання w системи опалення не перевищує контрольного значення w_k , що вказує на відповідність вимогам.

3.3. Розрахунок опалювального приладу в сходовому та ліфтовому холах

Для більшого комфорту обігрівачі встановлені на сходових клітинах на першому поверсі та в ліфтових холах встановлюємо на кожному поверсі.

Для забезпечення ефективного опалення цих приміщень розраховується необхідна теплова потужність для обігрівачів на сходових клітинах.

Відповідно до [9], теплова потужність розраховується за формулою (3.6):

$$Q_{ск} = \frac{(Q_{1ск} \cdot b1 \cdot b2)}{0,97} = 5720 \text{ Вт} \quad (3.6)$$

Проводимо розрахунок обсягу води, який надходить з теплової мережі та проходить через опалювальні прилади в сходовому та ліфтовому холах згідно [9] за формулою (3.7):

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{ck} = 924,1 \text{ кг/год} + G_{лх} = 1296 \text{ кг/год} = 2220,07 \text{ кг/год} \quad (3.7)$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу згідно [9] шляхом виконання відповідних обчислень за формулою (3.8):

$$Q_{o.n.} = (Q_1 - Q_{вн} - 0,9Q_{тр} - Q_{з.н.}) \times b_2 \times b_3 = Q_1 \quad (3.8)$$

$$Q_{o.n.} = (Q_1 - Q_{вн} - 0,9Q_{тр} - Q_{з.н.}) \times b_2 \times b_3 = Q_1 = 5152 \text{ Вт}$$

Різниця температур у опалювальному приладі рахується за формулою (3.9):

$$\Delta t_{оп} = \frac{0,86 Q_{оп}}{G_{оп}} \quad (3.9)$$

$$\Delta t_{оп} = \frac{0,86 Q_{оп}}{G_{оп}} = 4,79 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температурний напір в приладах для опалення за формулою (3.10):

$$\Delta t_r = T_r - \frac{\Delta t_{o.n.}}{2} - t_{вн} \quad (3.10)$$

$$\Delta t_r = T_r - \frac{\Delta t_{o.n.}}{2} - t_{вн} = 131,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Коригувальні коефіцієнти рахуються по формулам (3.11) і (3.12):

$$\Phi_1 = \left(\frac{\Delta t_r}{70}\right)^{1+n} = 2,13 \quad (3.11)$$

$$\Phi_1 = \left(\frac{G_{оп}}{360}\right)^p = 1,06 \quad (3.12)$$

Для конвекторів «Акорд» при барометричному тиску в місті Одеса використовується поправочний коефіцієнт b , який дорівнює 0,99 згідно [9].

Значення інших коефіцієнтів згідно [9] такі: $\psi_1=0,99$ для схеми руху води «зверху-вниз», $\psi_2=1$ для дворядної установки радіаторів по вертикалі, $\psi_3=0,94$ для дворядної установки радіаторів у глибину, та $c=1$ для показника конвектора «Акорд».

Необхідний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов, розраховується за формулою (3.13) таким чином:

$$Q_n^{потр} = \frac{Q_{оп}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot c \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3} = 2157,76 \text{ Вт} \quad (3.13)$$

Приймається встановлення двох конвекторів К2вА-1,344 з номінальним тепловим потоком $Q_n=2688$ Вт. Перевищення потрібного теплового потоку становить -20%.

У випадку ліфтових приміщень необхідно враховувати конструкцію системи опалення на першому поверсі, типовому поверсі та останньому поверсі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункову теплову потужність системи опалення ліфтового холу визначаємо за [9] відповідно до встановленої формули (3.6):

$$Q_{\text{лх}} = \frac{(Q_{1\text{лх}} \cdot b_1 \cdot b_2)}{0,97} = 780 \text{ Вт}$$

1) Опалювальний пристрій на першому поверсі:

Проводимо розрахунок витрати води, яка надходить із системи опалення та проходить через опалювальний пристрій у ліфтовому холі на першому поверсі за формулою (3.14):

$$G_{\text{о.п.1}} = \frac{G_{\text{тм}} \cdot Q_{\text{оп1}}}{Q_{\text{лх}}} \quad (3.14)$$

$$G_{\text{о.п.1}} = \frac{G_{\text{тм}} \cdot Q_{\text{оп1}}}{Q_{\text{лх}}} = 1296,01 \text{ кг/год}$$

Визначаємо обчислювальний тепловий потік опалювального пристрою рахуємо за формулою (3.15):

$$Q_{\text{о.п.1}} = Q_{\text{о.п.1-11}} \quad (3.15)$$

$$Q_{\text{о.п.1}} = Q_{\text{о.п.1-11}} = 700 \text{ Вт}$$

Різниця температур у опалювальному приладі рахуємо за формулою (3.9):

$$\Delta t_{\text{оп}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{оп}}}{G_{\text{оп}}} = 4,79 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температурний напір в опалювальних приладах розраховується:

$$\Delta t_{\text{г}} = T_{\text{г}} - \frac{\Delta t_{\text{о.п.}}}{2} - t_{\text{вн}} = 131,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Коригувальні коефіцієнти:

$$\Phi_1 = \left(\frac{\Delta t_{\text{г}}}{70}\right)^{1+n} = 2,13$$

$$\Phi_1 = \left(\frac{G_{\text{оп}}}{360}\right)^p = 1,04$$

Для конвекторів "Акорд" у місті Одеса приймаємо поправочний коефіцієнт b , який становить 0,995 при барометричному тиску. Додатково враховуємо інші коефіцієнти: $\psi_1 = 0,99$ для схеми руху води "зверху-вниз" за [9], $\psi_2 = 1$ для однорядної установки радіаторів по вертикалі, $\psi_3 = 1$ для однорядної установки радіаторів у глибину, а також $c = 1$ як показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_n^{\text{потр}} = \frac{Q_{\text{оп}}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot c \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3} = 320,61916 \text{ Вт}$$

Для встановлення обрано конвектори типу КА-0,336К з номінальним тепловим потоком на рівні 336 Вт. За результатами розрахунків виявлено, що відхилення від необхідного теплового потоку становить -4,6%, що вказує на незначне перевищення теплових можливостей вибраного обладнання в рамках норми згідно [9].

Проводимо розрахунок об'єму води, яка постачається з теплової мережі і проходить через опалювальний пристрій на першому поверсі ліфтового холу.

$$G_{\text{о.п.2-11}} = \frac{G_{\text{тм}} \cdot Q_{2-11}}{Q_{\text{лх}}} = 1296,01 \text{ кг/год}$$

Встановлюємо значення розрахункового теплового потоку опалювального пристрою:

$$Q_{\text{о.п.2-11}} = Q_{\text{о.п.2-11}} = 576 \text{ Вт}$$

Розраховуємо різницю температур у опалювальному пристрої:

$$\Delta t_{\text{оп}} = \frac{0,86 Q_{\text{оп}}}{G_{\text{оп}}} = 4,79 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температурний напір в опалювальних приладах:

$$\Delta t_{\text{т}} = T_{\text{г}} - \frac{\Delta t_{\text{о.п}}}{2} - t_{\text{вн}} = 129,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Коригувальні коефіцієнти:

$$\Phi_1 = \left(\frac{\Delta t_{\text{т}}}{70}\right)^{1+n} = 2,09$$

$$\Phi_1 = \left(\frac{G_{\text{оп}}}{360}\right)^p = 1,04$$

Для конвекторів "Акорд" у місті Одеса барометричний тиск враховується за допомогою поправочного коефіцієнта b , який становить -0,995.

$\psi_1 = 1,00$, що відповідає схемі руху води "зверху-вниз";

$\psi_2 = 1$, що відповідає однорядній установці радіаторів по вертикалі;

$\psi_3 = 1$, що відповідає однорядній установці радіаторів у глибину;

$c = 1$, що є показником конвектора "Акорд"

Необхідний тепловий потік опалювального приладу, переведений до нормальних умов:

$$Q_n^{\text{потр}} = \frac{Q_{\text{оп}}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot c \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3} = 266,438 \text{ Вт}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для вибору конвекторів обрані моделі КА-0,336К з номінальним тепловим потоком 336 Вт. Виявлене перевищення потрібного теплового потоку становить -20,7%.

3.4. Розрахунок гідравліки в системі опалення

$t_r=80^{\circ}\text{C}$ $t_o=60^{\circ}\text{C}$.

Висота кожного поверху разом з перекриттям дорівнює 3,30 метра.

Розглянемо розрахунок природного тиску у циркуляційних колах, які проходять через горизонтальні відгалуження на кожному поверсі будинку. Згідно [10] формула для цього розрахунку (3.5) :

$$\Delta P_{\text{при}}=g \cdot h_i \cdot (\rho_o - \rho_r) \quad (3.5)$$

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ прискорення вільного падіння

h_i - вертикальне відхилення між центром гарячого водопостачання та центром охолодження знаходиться на горизонтальній гілці i -го поверху, м;

$(\rho_o - \rho_r)$ - різниця між густиною охолодженої (ρ_o) та гарячої (ρ_r) води в системі опалення, кг/м^3 .

Розрахунок природних і циркуляційних тисків для інших циркуляційних колекторів проводимо аналогічно.

Розрахунок гравітаційних тисків, згідно [10] в циркуляційних кільцях представлений у таблиці 3.3.1.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4.1

<i>Поверх</i>	<i>Висота $h_{i,m}$</i>	<i>Тиск $\Delta P_{ni}, Па$</i>	<i>Тиск з урахуванням коеф., Па</i>
1	3	468	327
2	6,3	982	687
3	9,6	1496	1048
4	12,9	2011	1408
5	16,2	2525	1768
6	19,5	3040	2128
7	22,8	3554	2488
8	26,1	4068	2848
9	29,4	4583	3208
10	32,7	5097	3568
11	36	5612	3928
12	39,3	6126	4288

Згідно [10] втрата тиску на радіаторному термостатичному клапані має бути не менше 25% від загальних втрат на регульованій ділянці головного кола циркуляції.

Важливо провести гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів, який описаний у таблиці Додатку Г

Результат: $Q_{12} = 20269$ Вт, невязка $N = 0,00$ %. Ступінь попереднього налаштування та тиски показані в таблиці 3.4.2

Таблиця 3.4.2

<i>Обладнання</i>	<i>Ступінь попереднього налаштування</i>	<i>$\Delta P, Па$</i>
Herz-TS-90V	5	6000
Herz-4002 41	3	8700
Herz-3000	6	1400

За розрахунком у таблиці додатку Д знаходимо втрати тиску на приладовій ділянці, авторитет приладової ділянки і авторитет радіаторного клапана, %

У таблиці 3.4.3 проведено гідравлічний розрахунок інших ділянок поквартирного стояка 12-1.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4.3

a-оп1218	a''-оп1218''	b-оп.1201	b''-оп.1201''	с-оп1202	с''-оп1202''
860,0000	860,0000	1029,4826	1029,4826	770,0000	770,0000
0,0039	0,0039	0,0047	0,0047	0,0035	0,0035
36,9800	36,9800	44,2678	44,2678	33,1100	33,1100
5,3	5,3	0,5	0,5	0,5	0,5
12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
1,8611	1,8611	1,8611	1,8611	1,8611	1,8611
395,8257	395,8257	395,8257	395,8257	395,8257	395,8257
0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031
0,0934	0,0934	0,1118	0,1118	0,0836	0,0836
1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0
11,3638	11,3638	1,9305	1,9305	1,9305	1,9305
0,0353	0,0353	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060
48,2320	48,2320	11,7418	11,7418	6,5687	6,5687

Гідравлічна увязка опалювальних приладів приладової ділянки 1 кв. XII поверху показана на таблиці 3.3.4

Таблиця 3.3.4

Поверх- квартира- оп.прилад	Розрахункові величини					
	Q_{о.п.}, Вт	G_{о.п.}, кг/год	ΔP_{потр.РТК} Па	Ступінь попереднього налаштування Herz-TS-90-V	ΔP_{д.РТК} Па	Автори- тет
12-1-оп.1203	1160	49,9	7412	5	6000	27
12-1-оп.1202	770	33,1	7943	4	6000	27
12-1-оп.1201	1029	44,3	7611	4	9000	40
12-1-оп.1218	860	37,0	9378	4	6000	27

					Кваліфікаційна робота	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.5. Розрахунок та підбір опалювальних пристроїв.

Розрахунок відхилення теплового потоку опалювального приладу згідно [11] здійснюється за формулою (3.27):

$$Q = Q_n \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot c \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3; \quad (3.27)$$

де, Q_n - максимальний тепловий потік опалювальних приладів при стандартних умовах експлуатації, виражений у ватах (Вт); φ_1 - коригуючий коефіцієнт, який враховує зміну теплового потоку опалювального приладу в залежності від відхилення розрахункового температурного напору; Δt_t від стандартного Δt_n ; φ_2 - коригуючий коефіцієнт, що враховує зміну теплового потоку опалювального приладу в залежності від відхилення розрахункової витрати води G_{op} від стандартної G_n ; b - коефіцієнт, що визначається за графіком в залежності від розрахункового барометричного тиску P_b , гПа для конкретного географічного регіону; c - коригуючий коефіцієнт, який враховує схему руху води в опалювальному приладі та зміну показника степеня p при різних діапазонах витрати теплоносія; ψ_1 - коригуючий безрозмірний коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювального приладу при русі води в ньому за схемою "згори - вниз"; ψ_2 - коригуючий коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку верхніх приладів при встановленні нижче розташованих приладів; ψ_3 - коригуючий коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювальних приладів при їх установці у два ряди у глибину.

Інженерні рішення при проектуванні опалювальних систем:

- Горизонтальні труби приладових віток розташовані у монолітній підлозі, внаслідок чого їх тепловіддача майже нульова.
- Розташування радіаторів під вікнами, що вільно прилягають до стін, обрано для оптимального теплового розподілу у приміщенні.
- Підводки до опалювальних приладів розташовані із проміжками для забезпечення надійності та зручності монтажу.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення потрібних теплових надходжень у приміщення застосовується формула (3.28), яка дозволяє розрахувати температуру води, що подається до кожного опалювального приладу згідно [11]:

$$t_{ex} = t_r - \frac{0.86 \times Q_1 \times B_2 \times B_3}{G_{cm}} = t_r - \frac{0.86 \times Q_1^* \times B_3}{G_{cm}} \quad (3.28)$$

Розраховуємо різницю температур води в радіаторах за допомогою наступної формули (3.29):

$$\Delta t_{o.п.} = \frac{0.86 \times Q_1^* \times B_3}{G_{cm} \times \alpha} \quad (3.29)$$

Визначаємо температурний напір у кожному радіаторі, використовуючи наступну формулу (3.30) :

$$\Delta t_r = t_{ex} - \frac{\Delta t_{o.п.}}{2} - t_{en} \quad (3.30)$$

Кожний радіатор має свою теплову потужність, яку визначаємо за формулою(3.31):

$$Q_{o.п.} = (Q_1 - 0.9 \times Q_{mp}) \times B_2 \times B_3 \quad (3.31)$$

Для кожного значення коефіцієнта ϕ_1 ми використовуємо формулу (3.32) або графік для його визначення:

$$\phi_1 = \left(\frac{\Delta t_r}{70} \right)^{1+n} \quad (3.32)$$

Для визначення поправочного коефіцієнта ϕ_2 ми використовуємо формулу (3.33):

$$\phi_2 = \left(\frac{G_{cm} \times \alpha}{360} \right)^p \quad (3.33)$$

З метою спрощення обчислень, згідно [11] приймаємо коефіцієнт b у формулі рівним 1 для барометричного тиску. У відповідності з цим, встановлюємо такі значення

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнтів: $\psi_1 = 1$ (однорядна установка радіаторів по вертикалі), $\psi_2 = 1$ (однорядна установка радіаторів у глибину), і $\psi_3 = 1$ (однорядна установка радіаторів у глибину). Розрахований тепловий потік радіатора, приведений до стандартних умов, визначається за формулою:

$$Q_H^{потр} = \frac{Q_{о.п.}}{\phi_1 \phi_2 \psi_1 \psi_2 \psi_3} \quad (3.34)$$

Фактичний тепловий потік радіатора Q_H^ϕ можна визначити з інформації у технічній документації.

Різницю між значеннями фактичною тепловою потужністю радіатора Q_H^ϕ і необхідною $Q_H^{потр}$ визначаємо для кожного радіатора за наступною формулою (3.34):

$$M = \frac{Q_H^\phi - Q_H^{потр}}{Q_H^{потр}} \cdot 100\% \quad (3.34)$$

Коефіцієнт затікання води в опалювальний прилад встановлюється на рівні $\alpha = 0,5$.

Результати обчислення теплових характеристик радіаторів представлені в таблиці Додатку Е.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4
ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

					Кваліфікаційна робота	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4.1. Загальні відомості

Внутрішньобудинкова система гарячого водопостачання - це система, що забезпечує гарячу воду для використання в різних побутових потребах, таких як приготування їжі, приймання душу, миття та прибирання тощо.

Згідно [12] вона складається з таких елементів, як:

- **Водонагрівачі:** Використовуються для нагрівання холодної води до потрібної температури перед постачанням її до споживачів. Вони можуть бути електричними, газовими або комбінованими.
- **Трубопроводи:** Магістральні трубопроводи гарячої води та циркуляційної. Вони з'єднують водонагрівачі з різними точками використання гарячої води. Трубопроводи горизонтального розміщення мають бути прокладені з ухилом, який становить не менше 0,002.
- **Стояки і підводки:** Спеціально розроблені стояки і підводки розподіляють гарячу воду до різних сантехнічних приладів у будинку, таких як умивальники, ванни та душі. При монтажі водорозбірної арматури важливо враховувати відстані до санітарно-технічних приладів. Наприклад, від бортів раковини до кранів і змішувачів - 250 мм, до мийки - 200 мм, до умивальника - також 200 мм. Така розстановка забезпечує комфортне користування сантехнікою.
- **Арматура:** Включає в себе клапани, фільтри, редуктори тиску та інші компоненти, що забезпечують безпечну та ефективну роботу системи. Вона забезпечує можливість регулювання та контролю параметрів водопостачання на різних ділянках трубопроводу.
- **Циркуляційні насоси:** Вони забезпечують необхідний тиск у системі, особливо в багатоповерхових будинках, де природний тиск може бути недостатнім для забезпечення гарячою водою верхніх поверхів.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Теплоізоляція: Застосовується для мінімізації тепловтрат і підтримки стабільної температури в системі. Усі трубопроводи гарячого водопостачання вкриваються теплоізоляційним матеріалом, що дозволяє зберігати тепло та зменшує втрати енергії.

Для ефективного нагріву води рекомендується використовувати водонагрівачі з трубчастими секціями або пластинчатою конструкцією, призначені для водоводяного нагріву. Щодо системи водопроводу, її розробляють із використанням оцинкованих труб відповідно до стандарту [13] ДСТУ 8936:2019.

Відповідно до нормативно-технічних документів в Україні, таких як [7]

ДБН В.2.5-64:2012 тощо встановлені загальні вимоги:

- Температурний режим: Температура гарячої води повинна бути в межах 55-60°C для уникнення опіків і запобігання розмноженню бактерій.
- Тиск: Система повинна забезпечувати стабільний тиск для нормальної роботи кранів і змішувачів.
- Матеріали: Використання матеріалів, що відповідають вимогам гігієни та безпеки, стійких до корозії та механічних впливів.
- Енергоефективність: Використання теплоізоляції для зменшення тепловтрат.

4.2. Розрахунок витрат води

Визначення розрахункових витрат необхідне для точного розрахунку параметрів і обсягу системи гарячого водопостачання. Це важливий етап проектування, оскільки від правильно визначених витрат залежить вибір та налаштування обладнання, а також розміри та пропускна здатність трубопроводів. Точне визначення цих параметрів дозволяє забезпечити ефективну роботу системи та відповідність її потребам.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В житловому будинку з багатоквартирною структурою 96 квартир. Серед них 24 трьохкімнатні, 24 двокімнатні та 48 однокімнатних квартир. Населення становить 264 особи, наявні окремі змішувачі, які забезпечують гарячою водою санітарно-технічні пристрої. Серед таких пристроїв можна зазначити мийку, умивальник та ванну, що має вбудований душ. К-ть встановлених санітарно-технічних пристроїв, які з'єднані з гарячою водопровідною системою розраховуємо за формулою:

$$N = (2 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot 3) \cdot 12 = 336 \text{ шт}$$

Згідно з нормативним документом [13, додаток А, таблиця 6], здійснюється розрахунок максимальних секундних витрат гарячої води для житлового будинку, що містить 264 особи. При цьому враховується розрахункова (питома середня за рік) добова загальна витрата води на одного мешканця, яка складає 285 літрів на добу для однієї людини.

1. Для цього житлового будинку визначено максимальну секундну витрату гарячої води на рівні: $q^h = 1,88 \text{ л/с}$

2. Максимальна годинна витрата гарячої води для цього житлового будинку становить: $q_{hr}^h = 4,45 \text{ л/г}$

Згідно із [13]

$$q^h = 5\alpha q_0^h \quad (4.1)$$

де, $q^h = 1,88 \text{ л/с}$ – максимальна секундна витрата

$q_0^h = 0,28 \text{ л/с}$. – секундна витрата гарячої води диктуючого приладу

$$\alpha = \frac{q^h}{5q_0^h} \quad (4.2)$$

$$\alpha = \frac{q^h}{5q_0^h} = \frac{2,624}{5 \cdot 0,2} = 2,624$$

$$\alpha = 1,88 / (5 \cdot 0,28) = 1,343.$$

4. Середньодобове споживання гарячої води знаходять за формулою (4.3):

$$q_t^h = q_u^h \cdot U / 1000 \cdot 24 \quad (4.3)$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_t^h = q_u^h \cdot U / 1000 \cdot 24 = 120 \cdot 264 / 1000 \cdot 24 = 1,32 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q_u^h = 120 \text{ л/добу} - \text{денна норма для гарячої води за ДБН}$$

5. Споживання гарячої води в опалювальний сезон знаходять по формулі (4.5):

$$q_{tm}^h = q_u^h \cdot U / 1000 \cdot 24 \quad (4.5)$$

$$q_{tm}^h = q_u^h \cdot U / 1000 \cdot 24 = 105 \cdot 264 / 1000 \cdot 24 = 1,155 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q_u^h = 105 \text{ л/добу} - \text{норма для гарячої води в опалювальний період за ДБН}$$

4.3. Визначення теплового навантаження на систему ГВП

Для житлової будівлі в місті Одеса з 12-ма поверхами, де проживає 264 особи та встановлено 366 сантехнічних приладів, необхідно провести аналіз навантаження на систему гарячого водопостачання та опалювальний період. Ця процедура має на меті забезпечення ефективного та надійного функціонування системи опалення та гарячого водопостачання в будинку для забезпечення комфортних умов проживання для мешканців.

Середня витрата за добу згідно [13]: $q_t^h = 1,32 \text{ м}^3/\text{год}$

Середня витрата за добу оп.періоду: $q_{tm}^h = 1,155 \text{ м}^3/\text{год}$

$$Q_t^h = 1,16 \cdot q_t^h (55-5) + Q^{ht} \quad (4.6)$$

$$Q_{tm}^h = 1,16 \cdot q_{tm}^h (55-5) + Q^{ht} \quad (4.7)$$

$Q^{ht} = (1+K)$ – втрати теплоти;

Коефіцієнт $K=0,25$ враховує втрати тепла через трубопровід і залежить від матеріалу. В даному випадку він застосовується до ізольованих стояків з рушникосушкою. Теплове навантаження визначається на основі цього коефіцієнта.

$$Q_t^h = 1,16 \cdot q_t^h (55-5) + Q^{ht} = 1,16 \cdot 1,32 \cdot 50 + (1+0,25) = 77,81 \text{ кВт}$$

$$Q_{tm}^h = 1,16 \cdot q_{tm}^h (55-5) + Q^{ht} = 1,16 \cdot 1,155 \cdot 50 + (1+0,25) = 68,24 \text{ кВт}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середні питомі витрати води за рік [13] :

$$Q^h_T = 250 \text{ л/добу ;}$$

Максимально-добова витрата води - це максимальна кількість води, яка споживається протягом одного добового циклу.

Визначається за формулою (4.8) з [12]:

$$Q^h_{\max} = Q^{\text{tot}}_T \cdot k_d = 250 \cdot 1,53 = 382,5 \text{ л/добу ;(4.8)}$$

Середньо-годинна витрата води - це середня кількість води, яка споживається протягом однієї години. Визначається за формулою[10]:

$$q^h_T = \frac{Q^h_T}{T} = 10,41 \text{ (л/год) (4.9)}$$

4.4. Аналіз гідравлічних характеристик системи гарячого водопостачання

Гідравлічний аналіз системи гарячого водопостачання включає наступні етапи згідно [12]:

- Оцінка передбачуваних об'ємів використання води;
- Вибір оптимальних діаметрів подавальних і циркуляційних трубопроводів;
- Розрахунок втрат тиску в подавальних трубопроводах;
- Визначення необхідного обсягу води для циркуляції.

Встановлені діаметри трубопроводів для системи гарячого водопостачання показані в таблиці 4.4.1 :

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4.1

Параметр трубопроводу	Діаметр (мм)
Для стояків призначених для кухонних мийок	20
Для головних стояків у будівлях з п'ятьма поверхами і більше	25
Розподільчі стояки для 1го	25
Розподільчі стояки для 2х	32
Розподільчі стояки для 3х	25

4.4.1. Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Гідравлічний розрахунок подавальних трубопроводів системи гарячого водопостачання починається з розробки аксонометричної схеми і розподілення мережі на розрахункові сегменти для подальшого аналізу креслення і включає в себе визначення оптимальних параметрів, таких як діаметр труби, швидкість руху рідини та витрати води, з метою забезпечення ефективного та надійного функціонування системи. Цей розрахунок важливий для забезпечення належного рівня тиску та водопостачання до кожного вузла системи, забезпечуючи комфорт та зручність для користувачів. Він базується на фізичних та гідравлічних параметрах трубопроводів, а також вимогах щодо ефективності та економічності використання води.

Гідравлічний розрахунок подавальних трубопроводів системи гарячого водопостачання згідно [12]: проводиться в напрямку від диктуючого приладу до місця підключення до індивідуального теплового пункту. Розрахунки представлені у Додатку Ж.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5. Розрахунок об'єму бака-акумулятора

1. Гістограма витрат гарячої води в житловому будинку за добу допоможе оцінити пікові навантаження та розподіл витрат протягом доби. Гістограма представлена на рисунку 4.5.1



Рисунок 4.5.1

2. Таблиця 4.5.1 з даними для створення інтегрального графіку навантаження на систему протягом доби в житловому будинку

Таблиця 4.5.1

Період в годинах тп-тк	Години постійного водоспоживання	Споживання у % гарячої води	Потужність системи ГВП за даний період	Потужність загальна за даний період	Сумарна потужність системи $\sum Q$, кВт*год
0-6	6	5	3,008	18,048	18,048
6-7	1	35	21,056	21,056	39,104
7-8	1	85	51,136	51,136	90,24
8-9	1	130	78,208	78,208	168,448
9-13,5	4,5	160	96,256	433,152	601,6
13,5-15,5	2	130	78,208	156,416	758,016
15,5-20	4,5	110	66,176	297,792	1055,808
20-22	2	180	108,288	216,576	1272,384
22-24	2	140	84,224	168,448	1440,832

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Створюємо інтегральний графік, що відображає загальне споживання гарячої води протягом доби. Графік представлений на рисунку 4.5.2

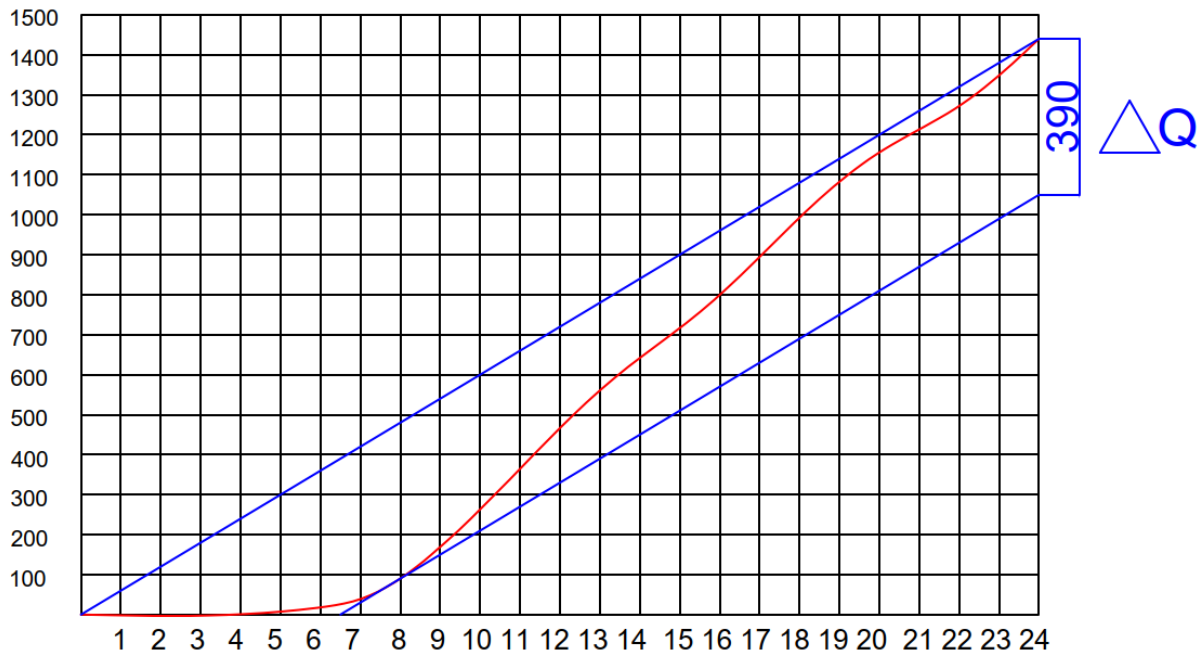


Рисунок 4.5.2

$$\Delta Q = 390 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

1. За формулою (4.10) визначимо об'єм бака-акумулятора:

$$V = \frac{3600 \cdot \Delta Q}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} \quad (4.10)$$

$$V = \frac{3600 \cdot \Delta Q}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{3600 \cdot 390}{4,19 \cdot 1000 \cdot (55 - 5)} = 6,7 \text{ м}^3.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6. Розрахунок та підбір обладнання індивідуального теплового пункту

4.6.1. Розрахунок та підбір пластинчастих теплообмінників

Розрахунок теплообмінників проводимо згідно [12]

Теплова потужність опалювальної системи: $Q_{co} = 232332 \text{ Вт}$

Наводимо схему з'єднання теплообмінників з тепловою мережею на рисунку 4.6.1

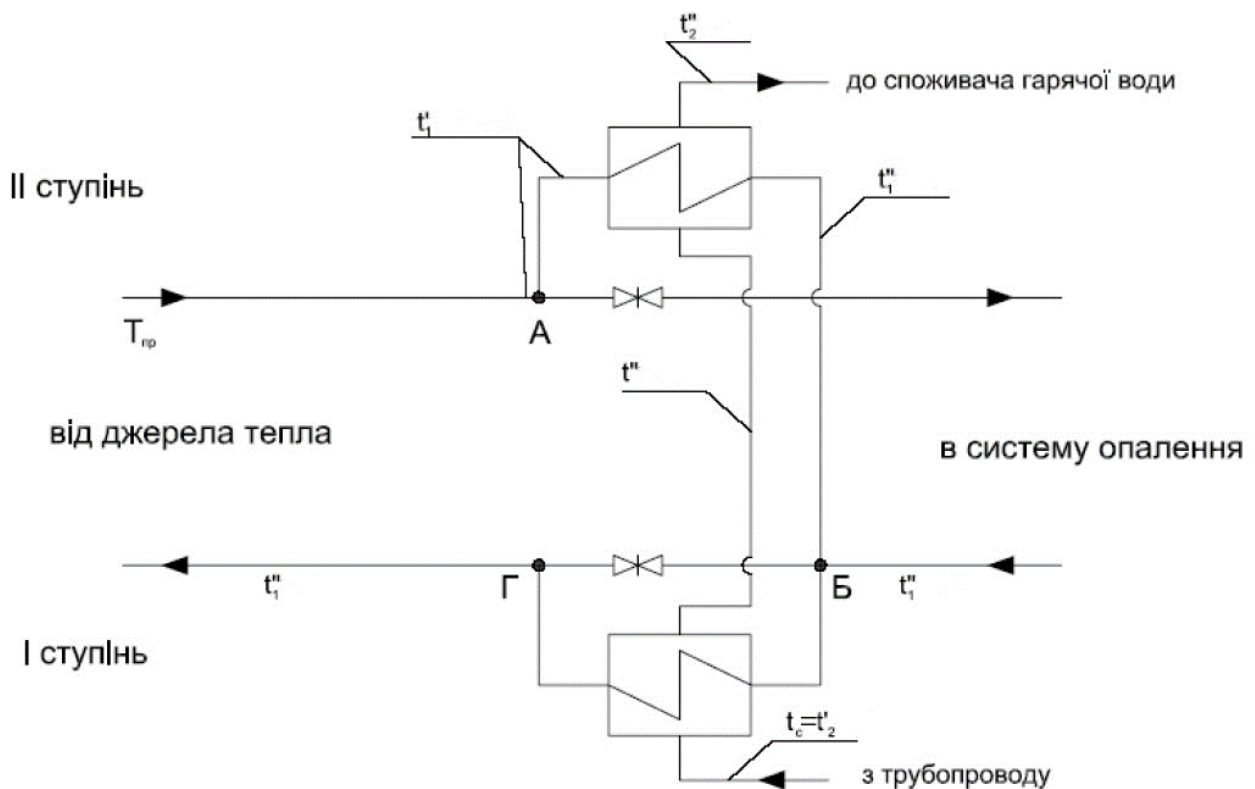


Рисунок 4.6.1

Температурний режим тепломережі: $150-70^\circ\text{C}$

Температура злому: 70°C

$(t_2'')_I = 36^\circ\text{C}$

$(t_1')_I = 46^\circ\text{C}; (t_2')_{II} = 36^\circ\text{C};$

$(t_2'')_{II} = 55^\circ\text{C}$

$(t_1')_{II} = 70^\circ\text{C}; (t_1'')_{II} = 46^\circ\text{C}$

$(t_1'')_I = 36,02^\circ\text{C}$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$(t_2')_I = 10^\circ\text{C};$$

Приймаємо недогрівання водопровідної води на першому ступені як $46-36 = 10^\circ\text{C}$

Розраховуємо по формулі (4.11) масову витрату носія тепла:

$$G_{co} = Q_{co} / (c_B(150-70)) \quad (4.11)$$

$$G_{co} = Q_{co} / (c_B(150-70)) = 232332 / (4,19 * 10^3 * 80) = 0,69 \text{ кг/с}$$

Об'ємна витрата формула (4.12):

$$V_{co} = 3,6 * G_{co} \quad (4.12)$$

$$V_{co} = 3,6 * G_{co} = 3,6 * 0,69 = 2,16 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Розраховуємо за формулами обсяг та об'ємну витрату води що підігрівається:

$$G = Q_{гвп} * 1,8 / c_B(55-5) \quad (4.13)$$

$$G_2 = Q_{гвп} * 1,8 / c_B(55-5) = 77,81 * 1,8 / (4,19 * 50) = 0,67 \text{ кг/с}$$

$$V_2 = 3,6 * G_2 = 3,6 * 0,67 = 2,41 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Почнемо з розрахунку теплообмінника першого ступеню підігріву:

$$(t_2')_I = 10^\circ\text{C}; (t_2'')_I = 36^\circ\text{C}$$

Потужність першого підігрівача:

$$Q_I = (G_2 * c_B * (36-10)) / 1,8 \quad (4.14)$$

$$Q_I = (G_2 * c_B * (36-10)) / 1,8 = (0,67 * 4,19 * 26) / 1,8 = 40,55 \text{ кВт}$$

Потужність другого підігрівача:

$$Q_{II} = Q_{гм} - Q_I \quad (4.15)$$

$$Q_{II} = Q_{гм} - Q_I = 77,81 - 40,55 = 37,26 \text{ кВт}$$

Розрахуємо об'ємну витрату води, яка підігрівається на I та на II ступенях підігріву.

$$V_{I(II)} = 3,6 * Q_{II} / c_B ((t_1')_{II} - (t_1'')_{II}) \quad (4.16)$$

$$V_{I(I)} = V_{co} + V_{I(II)} \quad (4.17)$$

$$V_{I(II)} = 3,6 * Q_{II} / c_B ((t_1')_{II} - (t_1'')_{II}) = (3,6 * 37,26) / (4,19 * (70-46)) = 1,33 \text{ м}^3/\text{Год}$$

$$V_{I(I)} = V_{co} + V_{I(II)} = 2,16 + 1,33 = 3,49 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Т-ра води в гріючому контурі після першого теплообмінника (4.18):

$$(t_1'')_I = (t_1')_I - Q_I * 3,6 / c_B * V_{I(I)} \quad (4.18)$$

$$(t_1'')_I = (t_1')_I - Q_I * 3,6 / c_B * V_{I(I)} = 46 - ((40,55 * 3,6) / (4,19 * 3,49)) = 36,02^\circ\text{C}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Уточнюємо обсяг теплоносія за формулою (4.19), який проходить через перший ступінь підігріву:

$$G1(1) = Q_1 / (c_B \cdot ((t_1')_{II} - (t_1'')_I)) \quad (4.19)$$

$$G1(1) = Q_1 / (c_B \cdot ((t_1')_{II} - (t_1'')_I)) = 40,55 / (4,19(46 - 36,02)) = 0,97 \text{ кг/с}$$

Розраховуємо обсяг, який проходить через нагрівачуючий контур:

$$G_{2(I)} = Q_1 / c_B (36 - 10) = 40,55 / (4,19 \cdot 26) = 0,37 \text{ кг/с}$$

$$V_{2(I)} = 3,6 \cdot G_{2(I)} = 3,6 \cdot 0,37 = 1,33 \text{ м}^3/\text{Год}$$

$$V_{1(I)} = G1(1) \cdot 3,6 = 0,97 \cdot 3,6 = 3,49 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Температурний графік I ступеня

$$t'_{1(I)} = 46^\circ\text{C}; \rightarrow t''_{1(I)} = 36,02^\circ\text{C};$$

$$t''_{2(I)} = 36^\circ\text{C}; \rightarrow t'_{2(I)} = 10^\circ\text{C};$$

$$\Delta t_6 = t''_{1(I)} - t'_{2(I)} = 26,02^\circ\text{C};$$

$$\Delta t_M = t'_{1(I)} - t''_{2(I)} = 10^\circ\text{C};$$

Здійснюємо за формулою (4.20) розрахунок для середньологарифмічного температурного напору:

$$\Delta t_{\text{cp}}^{\text{лог}} = (\Delta t_6 - \Delta t_M) / (\ln(\Delta t_6 / \Delta t_M)) \quad (4.20)$$

$$\Delta t_{\text{cp}}^{\text{лог}} = (\Delta t_6 - \Delta t_M) / (\ln(\Delta t_6 / \Delta t_M)) = (26,02 - 10) / (\ln(26,02 / 10)) = 16,75^\circ\text{C}$$

Початково ми враховуємо пластинчастий теплообмінник РС 0,25 [12] з такими технічними характеристиками:

$K = 2000 - 3100 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ – орієнтований коефіцієнт теплопередачі в межах швидкості $0,2 - 0,5 \text{ м/с}$;

$$K_{\text{пр}} = 2000 \text{ Вт/м}^2\text{C}$$

$$G1 = 0,11 - 0,83$$

$$V1 = 0,4 - 3,0$$

$$\Delta P = 2006 - 84115$$

$$H = 0,2 - 8,5$$

Площу поверхні для нагрітого теплообмінника розраховуємо наступним чином формула (4.21):

$$F = Q / K_{\text{пр}} \cdot \Delta t_{\text{cp}}^{\text{лог}} \quad (4.21)$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = Q_I / K_{пр} * \Delta t_{ср}^{лог} = 40,55 / (2000 * 16,75) = 1,21 \text{ м}^3$$

Визначаємо число пластин в теплообміннику враховуючи 2 неробочі граничні пластини за формулою:

$$n = F/F_0 + 2 \quad (4.22)$$

$$n = F/F_0 + 2 = 1,21 / 0,25 + 2 = 7 \text{ шт}$$

Число каналів, якими рухається теплоносіє формула (4.23):

$$N = n - 1 \quad (4.23)$$

$$N = n - 1 = 7 - 1 = 6 \text{ шт}$$

Проводимо розрахунок за гріючим контуром:

$$N_{1(I)} = 3$$

Число каналів за формулою (4.25):

$$m \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V}{V_{min}}\right)^2 * \Delta p_{min} * N_1}{\Delta p_{доп}}} \quad (4.25)$$

$$m_{1(1)} \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_{1(I)}}{V_{min}}\right)^2 * \Delta p_{min} * N_1}{\Delta p_{доп}}} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{3,49}{0,4}\right)^2 * 2,006 * 3}{150}} = 1,45 = 2$$

Кількість ходів обчислюємо за (4.26):

$$x = \frac{N}{m} \quad (4.26)$$

$$x_{1(1)} = \frac{N_1}{m_1} = \frac{3}{2} = 1 \text{ (обираємо менше)}$$

$$\Delta P_{доп} = \left(\frac{V_{1(I)}}{V_{min}}\right)^2 * \Delta p_{min} \frac{N_{1(I)}}{m_{1(I)}^3} \quad (4.27)$$

$$\Delta P_{доп} = \left(\frac{V_{1(I)}}{V_{min}}\right)^2 * \Delta p_{min} \frac{N_{1(I)}}{m_{1(I)}^3} = \left(\frac{3,49}{0,4}\right)^2 * 2,006 * \frac{3}{2^3} = 458 \text{ кПа} > 150 \text{ кПа}$$

У зв'язку з невиконанням умови, ми переходимо до вибору іншого теплообмінника. Приймаємо пластинчатий теплообмінник РС 0,5 [12] з наступними технічними характеристиками:

$K = 1800 - 3200 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ – орієнтований коефіцієнт теплопередачі в межах швидкості 0,2-0,5 м/с;

$K_{пр} = 2000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ – кое-т теплопередачі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G1 = 0,38-2,2 \text{ кг/с}$$

$$V1 = 1-8 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\Delta P = 0,606-37,8 \text{ кПа}$$

$$H = 0,5-7 \text{ м.в.ст.}$$

Розраховуємо площу теплообмінника:

$$F = \frac{Q_I}{k\Delta t_{\text{ср}}^{\text{дог}}} = \frac{40,55}{2000 \cdot 16,75} = 1,21 \text{ м}^2$$

Визначаємо к-ть пластин в теплообміннику за формулою:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{1,21}{0,5} + 2 = 5$$

Визначаємо число каналів, по яких рухається теплоносій:

$$N = n - 1 = 5 - 1 = 4$$

В процесі аналізу конфігурації теплообмінного апарату враховується, що втрати тиску залежать від квадрату витрати теплоносія, і не повинні перевищувати допустиме значення.

Проводимо розрахунок для контуру, який нагріває:

Приймаємо к-ть каналів $N_{1(I)} = 2$.

Визначаємо к-ть каналів в одному ході теплообмінника:

$$m_{1(I)} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_{1(I)}}{V_{\text{min}}}\right)^2 \cdot \Delta p_{\text{min}} N_{1(I)}}{\Delta p_{\text{доп}}}} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{3,49}{1}\right)^2 \cdot 0,606 \cdot 2}{150}} = 1$$

За формулою (4.27) знайдемо кількість ходів:

$$x_{1(I)} = \frac{N_{1(I)}}{m_{1(I)}} = \frac{2}{1} = 1 \text{ (беремо менший)}$$

Визначаємо втрати тиску по гріючому контуру:

$$\Delta p_{1(I)} = \left(\frac{V_{1(I)}}{V_{\text{min}}}\right)^2 \cdot \Delta p_{\text{min}} \frac{N_{1(I)}}{m_{1(I)}^3} = \left(\frac{3,49}{1}\right)^2 \cdot 0,606 \frac{2}{1^3} = 14,76 \text{ кПа} <$$

150 кПа

Умова є виконаною.

Розрахуємо контур, що нагрівається:

Приймаємо, що кількість каналів $N_{2(I)} = 2$.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо кількість каналів у одному ході теплообмінника:

$$m_{2(I)} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_{2(I)}}{V_{min}}\right)^2 \cdot \Delta p_{min} N_{2(I)}}{\Delta p_{доп}}} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{1,33}{1}\right)^2 \cdot 0,606 \cdot 2}{150}} = 1$$

К-ть ходів:

$$x_{2(I)} = \frac{N_{2(I)}}{m_{2(I)}} = \frac{2}{1} = 1 \text{ (беремо менший)}$$

Розраховуємо за формулою (4.28) втрати тиску в гріючому контурі:

$$\Delta p_{2(I)} = \left(\frac{V_{2(I)}}{V_{min}}\right)^2 \cdot \Delta p_{min} \frac{N_{2(I)}}{m_{2(I)}^3} = \left(\frac{1,33}{1}\right)^2 \cdot 0,606 \frac{2}{1^3} = 2,14 \text{ кПа}$$

Проводимо уточнення кое-та теплопередачі:

$$N_1 = m_1 \cdot x_1 = 1 \cdot 1 = 1$$

$$N_2 = m_2 \cdot x_2 = 1 \cdot 1 = 1$$

$$F = ((N_1 + N_2) + 1) f_0 = 1,5 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{Q_I}{F \cdot \Delta t_{log}^{сер}} = \frac{40,55}{1,21 \cdot 16,75} = 2000,74 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}} \text{ (задовольняє умову)}$$

Схема розташування пластин наведена на рисунку 4.6.2

$$C_{x(I)} = \frac{1}{1}$$

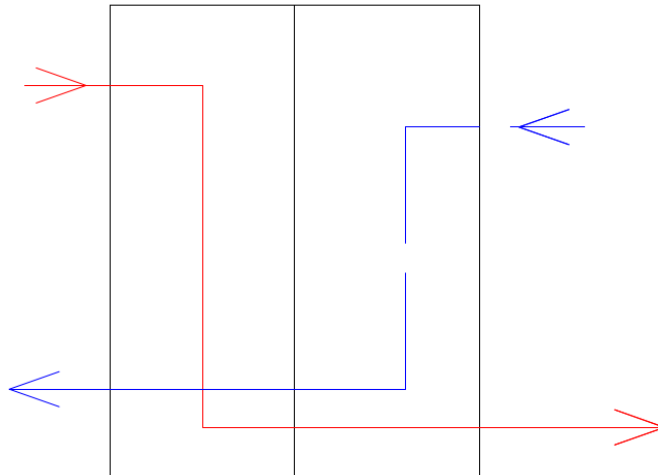


Рисунок 4.6.2

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проводимо розрахунок теплообмінника другого ступеня підігріву:

Температурний графік:

$$t'_{1(II)} = 70^{\circ}\text{C}; \rightarrow t''_{1(II)} = 46^{\circ}\text{C};$$

$$t''_{2(II)} = 55^{\circ}\text{C}; \rightarrow t'_{2(II)} = 36^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta t_{\text{б}} = 15^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{м}} = 10^{\circ}\text{C}$$

Середній температурний напір обчислюється за формулою (4.22) :

$$\Delta t_{\text{ср}}^{\text{лог}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{15 - 10}{\ln \frac{15}{10}} = 12,3^{\circ}\text{C}.$$

Початково ми приймаємо тип РС 0,25 [12] з такими характеристиками:

$K=2000-3100 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ – орієнтований коефіцієнт теплопередачі відповідає швидкості від 0,2 до 0,5 м/с;

$$K_{\text{пр}} = 2000 \text{ Вт/м}^2\text{C}$$

$$G1 = 0,11-0,83$$

$$V1 = 0,4-3,0$$

$$\Delta P = 2006-84115$$

$$H = 0,2-8,5$$

Площа поверхні формула (4.23):

$$F = \frac{Q_{II}}{k \Delta t_{\text{ср}}^{\text{лог}}} = \frac{37,26}{2000 \cdot 12,3} = 1,52 \text{ м}^2$$

Визначаємо число пластин в теплообміннику:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{1,52}{0,25} + 2 = 8$$

Визначаємо к-ть каналів, через які протікає теплоносій

$$N = n - 1 = 8 - 1 = 9$$

Проводимо розрахунок для контуру, який нагрівається:

Приймаємо кількість каналів $N_{1(II)} = 4$.

Визначаємо кількість каналів в одному ході теплообмінника (4.26):

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{1(II)} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_{1(II)}}{V_{min}}\right)^2 \cdot \Delta p_{min} N_{1(II)}}{\Delta p_{доп}}} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{3,49}{0,4}\right)^2 \cdot 2,006 \cdot 4}{150}} = 2$$

Визначаємо к-ть ходів:

$$x_{1(I)} = \frac{N_{1(II)}}{m_{1(II)}} = \frac{4}{2} = 2$$

Визначаємо втрати тиску по гріючому контуру:

$$\Delta p_{1(II)} = \left(\frac{V_{1(II)}}{V_{min}}\right)^2 \cdot \Delta p_{min} \frac{N_{1(II)}}{m_{1(II)}^3} = \left(\frac{3,49}{0,4}\right)^2 \cdot 2,006 \frac{4}{1^3} = 610 > 150 \text{ кПа}$$

Оскільки умова не виконується, ми вибираємо інший теплообмінник. Приймаємо пластинчатий теплообмінник РС 0,5 [12] з наступними технічними характеристиками:

$K=1800-3200 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ відповідає швидкості від 0,2 до 0,5 м/с.

$K_{п} = 2000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ – к-т теплопередачі.

$G_I = 0,38-2,2 \text{ кг/с}$

$V_I = 1-8 \text{ м}^3/\text{год}$

$\Delta P = 0,606-37,8 \text{ кПа}$

$H = 0,5-7 \text{ м.в.ст.}$

Площа теплообмінника:

$$F = \frac{Q_{II}}{k \Delta t_{ср}^{дог}} = \frac{37,26}{2000 \cdot 12,3} = 1,52 \text{ м}^2$$

Розраховуємо к-ть пластин у теплообміннику:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{1,52}{0,5} + 2 = 5$$

Визначаємо кількість каналів, по яких протікає теплоносій за формулою (4.25):

$$N = n - 1 = 5 - 1 = 4$$

Розрахунок по контуру, що нагріває:

Приймаємо, що к-ть каналів $N_{1(II)} = 2$.

Кількість каналів:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{1(II)} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_{1(II)}}{V_{min}}\right)^2 \cdot \Delta p_{min} N_{1(II)}}{\Delta p_{доп}}} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{3,49}{1}\right)^2 \cdot 0,606 \cdot 2}{150}} = 1$$

Розраховуємо к-ть ходів:

$$x_{1(I)} = \frac{N_{1(II)}}{m_{1(II)}} = \frac{2}{1} = 1 \text{ (беремо менший)}$$

Розраховуємо $\Delta p_{1(I)}$:

$$\Delta p_{1(I)} = \left(\frac{V_{1(I)}}{V_{min}}\right)^2 \cdot \Delta p_{min} \frac{N_{1(II)}}{m_{1(I)}^3} = \left(\frac{3,49}{1}\right)^2 \cdot 0,606 \frac{6}{1^3} = 15,05 \text{ кПа}$$

$$< 150 \text{ кПа}$$

Вимога є виконаною

Проводимо розрахунок для контуру, який нагрівається:

Приймаємо, що $N_{2(II)} = 2$.

Виразуємо $m_{2(I)}$:

$$m_{2(I)} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_{2(I)}}{V_{min}}\right)^2 \cdot \Delta p_{min} N_{2(I)}}{\Delta p_{доп}}} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{1,33}{1}\right)^2 \cdot 0,606 \cdot 2}{150}} = 1$$

Визначаємо $x_{2(I)}$:

$$x_{2(I)} = \frac{N_{2(I)}}{m_{2(I)}} = \frac{2}{1} = 1 \text{ (беремо менший)}$$

Рахуємо $\Delta p_{2(I)}$:

$$\Delta p_{2(I)} = \left(\frac{V_{2(I)}}{V_{min}}\right)^2 \cdot \Delta p_{min} \frac{N_{2(I)}}{m_{2(I)}^3} = \left(\frac{1,33}{1}\right)^2 \cdot 0,606 \frac{2}{1^3} = 2,14 \text{ кПа}$$

Проводимо уточнення:

$$N_1 = m_1 \cdot x_1 = 1 \cdot 1 = 1$$

$$N_2 = m_2 \cdot x_2 = 1 \cdot 1 = 1$$

$$F = ((N_1 + N_2) + 1) f_0 = 1,5 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{Q_{II}}{F \cdot \Delta t_{лог}^{сер}} = \frac{37,26}{1,5 \cdot 12,3} = 2019,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}} \text{ (Відповідає умові)}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема розміщення подається на рисунку 4.6.2:

$$C_{x(II)} = \frac{1}{1}$$

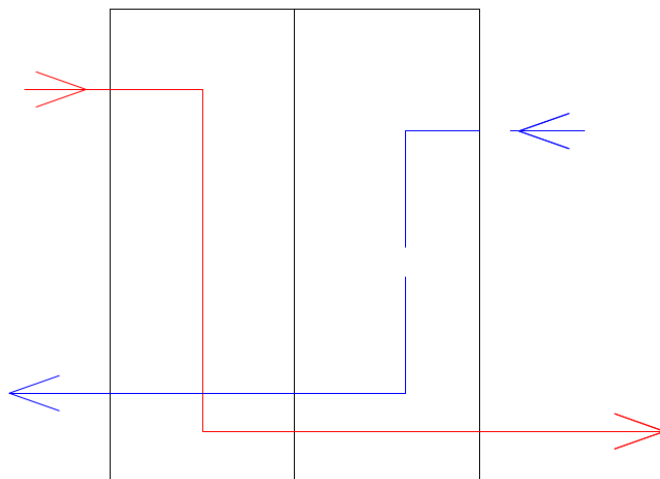


Рисунок 4.6.2

4.6.2. Вибір лічильника гарячої води

Зважаючи на важливість точного обліку споживаної води у будинках з водонагрівачами, важливо встановити спеціальні лічильники. Ось деякі ключові аспекти та рекомендації для їх встановлення згідно [12]:

1. Вимірювання витрат води: Рекомендується встановлювати лічильник холодної води разом із зворотнім клапаном, який розташовується перед водонагрівачем. Це дозволить точно виміряти споживану гарячу воду.
2. Запобігання витокам: Для забезпечення безперервності роботи та запобігання витокам, до кожної сторони лічильника слід додати запірну арматуру.
3. Контрольний кран для обслуговування: Рекомендується встановлювати контрольний кульовий кран з постійно установленою заглушкою, розміщений між лічильником та наступною запірною арматурою. Це дозволить зручно підключати пристрої метрологічної перевірки лічильника та здійснювати обслуговування.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Оптимальне розташування крану: Кран слід розміщувати на відстані не більше 0,5 м від запірної арматури. Для трубопроводів з умовним діаметром 50 мм діаметр контрольних кранів повинен становити 15 мм.

Такий підхід забезпечить точний облік гарячої води та запобігатиме витокам, забезпечуючи ефективну роботу системи гарячого водопостачання в будинку.

Рекомендується підбирати лічильник гарячої води, враховуючи наступні параметри:

- Максимальні витрати: Максимальні значення витрат води за секунду $q^h = 1,88 \frac{\text{л}}{\text{с}}$, та за годину $q_{hr}^h = 4,45 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$.
- Середні витрати: Розглядаються середні значення витрат води за годину q_T^h
- Мінімальні витрати: Розглядаються мінімальні значення витрат води за годину $q_{hr \min}^h$

$$q_T^h = \frac{G_T^h}{T \cdot 1000} \quad (4.26)$$

$$q_T^h = \frac{G_T^h}{T \cdot 1000} = \frac{250 \cdot 240}{24 \cdot 1000} = 2,5 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

При виборі лічильника гарячої води важливо керуватися такими принципами:

1. Переконалися, що середня витрата q_T^h перевищує перехідних витрат лічильника G_T .
2. Годинні витрати q_{hr}^h мають знаходитись у діапазоні від номінальної витрати G_n до максимальної витрати G_{max} лічильника.
3. Впевнитися, що q^h не перевищує максимальну витрату G_{max} лічильника.

Для розглядаємої житлової будівлі потрібно встановити крильчастий витратомір ЛЛГ з такими характеристиками:

- Робоча температура теплоносія: 90°C
- Умовний діаметр: $D_n = 25 \text{ мм}$
- Номінальний тиск: $P_n = 1,6 \text{ МПа}$
- Максимальні витрати: $G_{max} = 7,0 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$
- Номінальні витрати: $G_n = 3,5 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$
- Перехідні витрати: $G_T = 0,35 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Мінімальні витрати: $G_{min} = 0,14 \frac{м^3}{год}$

Вимоги для підбору лічильника дотримані: $q_T^h = 2,5 \frac{м^3}{год} > G_T = 0,35 \frac{м^3}{год}$; $G_n = 3,5 \frac{м^3}{год} < q_{hr}^h = 4,45 \frac{м^3}{год} < G_{max} = 7,0 \frac{м^3}{год}$; $q^h = 1,88 \frac{л}{с} < G_{max} = 7,0 \frac{м^3}{год}$.

4.8. Визначення необхідного напору на вводі водопроводу до будинку

Для визначення необхідного напору водопроводу у житловій будівлі враховуються вимоги гарячого водопостачання. Через наявність підігрівника, втрати напору в системі гарячого водопостачання значно перевищують втрати у системі холодного водопостачання.

Для визначення необхідного напору на вводі водопроводу до будинку, необхідно розрахувати суму всіх втрат напору в системі гарячого водопостачання до найвіддаленішої точки споживання води [12]:

$$\Delta H_{необ} = H_{геом} + \Delta H_{тр}^* + \Delta H_{тр}^{**} + \Sigma H_{гол} + h_{ліч} + \Delta H_{зв.кл.} + H_f \quad (4.27)$$

$H_{геом}$ – різниця висот між точкою вводу холодного водопроводу до будинку і розташуванням душової сітки на верхньому поверсі будівлі, м; $\Delta H_{тр}^*$ та $\Delta H_{тр}^{**}$ – гідравлічний опір підігрівників 1 та 2 ступенів відповідно, вимірюється у метрах водяного стовпа (м.в.ст.); $\Sigma H_{гол}$ – загальні втрати напору у трубопроводах основної подавальної гілки системи гарячого водопостачання будинку, м.в.ст.; $h_{ліч}$ – втрати напору в лічильнику, встановленому на вводі холодного водопроводу до будинку, м.в.ст.; $\Delta H_{зв.кл.}$ – втрати напору в зворотному клапані, які приймаються рівними 0,5 м.в.ст.; H_f – мінімальний вільний напір на виході перед санітарно-технічним приладом, який приймається від 2 до 3 м.в.ст.

$$\Delta H_{необ} = 34,25 + 8 + 8 + 16,32 + 3 + 0,5 + 2,8 = 73 \text{ м. в. ст.}$$

$$\Delta H_{гар} = \Delta H_{необ} - 10 = 73 - 10 = 63 \text{ м. в. ст.}$$

Вибираємо циркуляційний насос Stratos MAXO-Z 65/0,5-12 PN 16 фірми WILLO.11.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.9. Енергозберігаюче обладнання в системах гарячого водопостачання

Циркуляційні насоси для систем гарячого водопостачання відзначаються високою енергоефективністю, що дозволяє значно знизити електроживлення. Вони автоматично регулюють швидкість обертання, знижуючи її в нічний час, та придатні для використання як у вже існуючих, так і у нових системах, що дозволяє підвищити їх ефективність без повної заміни.

Розбірні пластинчасті теплообмінники мають кілька вагомих переваг. Серед них можливість легкої розбирання для механічного чищення і підтримки, здатність нарощувати потужність шляхом додавання пластин, швидке виробництво, досягнення мінімальних різниць у температурі та мінімізація тепловтрат завдяки компактному дизайну і простоті у обслуговуванні.

Використання оптимальної теплової ізоляції дозволяє значно зменшити тепловтрати при надземній прокладці трубопроводів у десять-п'ятнадцять разів і при підземній - у 3-5 якщо порівнювати з неізольованими системами.

Циркуляційна система гарячого водопостачання, яка забезпечує рівномірне подання води до кожної точки споживання, має додаткові переваги. Вона запобігає застою води і ризикам зараження водопровідної мережі, зокрема від бактерії *Legionella pneumophila*, що є збудником легіонельозу. Використання цієї системи дозволяє зменшити діаметри труб, що спрощує процес заміни води порівняно з традиційними тупиковими системами.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ

Студент

/ _____ /

Консультант

/ _____ /

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1. Система автоматизації ІТП

Тепловий пункт є важливим елементом у системах тепlopостачання, що забезпечує керування та регулювання теплової енергії, яка постачається до окремих частин будівлі або її окремих систем. Індивідуальні теплові пункти (ІТП) призначені для з'єднання систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання конкретної будівлі або її окремих зон. Вони виконують функції обліку спожитої теплової енергії, регулювання її потоків і контролю за роботою місцевих систем теплоспоживання та теплової мережі. Такі пункти є необхідними для забезпечення ефективного використання теплових ресурсів та оптимізації витрат енергії в будівлі.

Згідно з [14] Житлові будинки повинні бути з'єднані з централізованою системою тепlopостачання через індивідуальний тепловий пункт (ІТП). Цей ІТП має бути обладнаний приладами обліку теплоспоживання і автоматизованими вузлами для приготування теплоносіїв в системах опалення та гарячого водопостачання. Системи теплоспоживання для будинків, які керуються з цих теплових пунктів, повинні бути розроблені з використанням автоматичних пристроїв для регулювання теплової потужності.

5.1.1 Загальні відомості. Переваги та недоліки

Автоматизація систем опалення, гарячого водопостачання та вентиляції у житлових будинках є необхідним кроком у напрямку підвищення енергоефективності та комфорту мешканців. Головна мета автоматизації полягає в оптимізації енергоспоживання, автоматичному контролі мікроклімату та забезпеченні надійної роботи систем у будь-яких умовах.

Основою автоматизації є використання передових мікропроцесорних систем керування, які забезпечують збір і аналіз даних з сенсорів температури, вологості, тиску та інших параметрів середовища. Ця інформація передається до центральної системи управління, яка автоматично регулює роботу опалювальних котлів, насосів

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гарячого водопостачання та вентиляційних систем в залежності від поточних умов і потреб будинку.

Переваги автоматизації:

- Економія енергії: Автоматизація дозволяє оптимізувати режими роботи систем опалення та вентиляції, що значно зменшує споживання енергії та витрати на опалення і охолодження.
- Комфорт для користувачів: Системи автоматичного керування забезпечують стабільні умови температури та вентиляції в будь-який час доби, що підвищує комфорт проживання.
- Віддалений доступ і контроль: Інтеграція з "розумними будинками" дозволяє користувачам віддалено керувати системами через мобільні додатки, що є зручним та ефективним способом управління.
- Зменшення впливу на навколишнє середовище: Ефективне використання енергії та ресурсів допомагає знижувати викиди CO₂ та інших забруднювачів, що позитивно впливає на екологічну стійкість будівель.

Недоліки автоматизації:

- Високі витрати на встановлення: Впровадження систем автоматизації вимагає значних витрат на спеціалізоване обладнання та програмне забезпечення.
- Необхідність кваліфікованої технічної підтримки: Регулярне обслуговування і налагодження систем потребує наявності кваліфікованого персоналу, що може збільшувати витрати на експлуатацію.
- Ризик технічних збоїв: Автоматизовані системи можуть бути вразливі до технічних збоїв, що може загрожувати їх надійності та безпеці.

5.1.2. Забезпечення функціонування при аварійних ситуаціях

Одним з ключових аспектів автоматизації є забезпечення функціонування системи під час виникнення різноманітних аварійних ситуацій. Розглянемо основні аварійні ситуації, для яких автоматизована система повинна бути підготовлена:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматизація системи опалення:

- Перевищення температури теплоносія

Опис ситуації: Температура теплоносія піднімається вище допустимого рівня, що може призвести до пошкодження системи.

- Автоматизоване вирішення:

1. Активізація захисного клапана для зниження температури.
2. Автоматичне відключення нагрівальних елементів або зменшення їх потужності.
3. Оповіщення оператора про перевищення температури через систему моніторингу.

- Зниження тиску в системі

Опис ситуації: Тиск у системі опалення падає нижче критичного рівня, що може спричинити несправності та зупинку системи.

- Автоматизоване вирішення:

1. Автоматичне вмикання резервного насоса для відновлення тиску.
2. Запуск системи підживлення для підвищення тиску до нормального рівня.
3. Сповіщення користувачів та технічного персоналу про проблему.

- Перевищення тиску в системі

Опис ситуації: Тиск у системі опалення піднімається вище безпечного рівня, що може призвести до пошкодження трубопроводів і обладнання.

- Автоматизоване вирішення:

1. Відкриття запобіжних клапанів для скидання надлишкового тиску.
2. Зниження потужності або відключення насосів.
3. Автоматичне сповіщення технічного персоналу про аварійну ситуацію.

- Відмова циркуляційного насоса

Опис ситуації: Вихід з ладу циркуляційного насоса призводить до порушення циркуляції теплоносія в системі.

- Автоматизоване вирішення:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Автоматичний запуск резервного насоса.
 2. Перенаправлення потоків теплоносія для забезпечення мінімально необхідної циркуляції.
 3. Сповіщення про необхідність ремонту або заміни насоса.
- Зупинка подачі електроенергії

Опис ситуації: Відключення електроенергії припиняє роботу електричних компонентів системи опалення.

○ Автоматизоване вирішення:

1. Автоматичний перехід на резервне джерело електроживлення (генератор, акумуляторна батарея).
2. Збереження мінімальних параметрів роботи системи для уникнення замерзання або перегріву.
3. Інформування користувачів про відновлення нормальної роботи після відновлення електропостачання.

Автоматизація системи гарячого водопостачання:

- Перевищення температури води

Опис ситуації: Температура гарячої води піднімається вище безпечного рівня, що може призвести до опіків або пошкодження труб.

○ Автоматизоване вирішення:

1. Встановлення термостатичних клапанів для регулювання температури.
2. Автоматичне відключення нагрівальних елементів.
3. Сповіщення користувачів та технічного персоналу про необхідність зниження температури.

- Зниження тиску в системі

Опис ситуації: Тиск у системі ГВП падає нижче необхідного рівня, що призводить до недостатнього потоку води.

○ Автоматизоване вирішення:

1. Автоматичне включення резервного насоса для підвищення тиску.
2. Використання підживлювальної системи для відновлення нормального тиску.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Оповіщення технічного персоналу про проблему та її вирішення.

- Перевищення тиску в системі

Опис ситуації: Тиск у системі ГВП піднімається вище допустимого рівня, що може спричинити пошкодження трубопроводів та обладнання.

○ Автоматизоване вирішення:

1. Встановлення запобіжних клапанів для скидання надлишкового тиску.
2. Зниження потужності або відключення насосів і нагрівальних елементів.
3. Сповіщення користувачів і технічного персоналу про ситуацію.

- Відмова нагрівального елемента

Опис ситуації: Вихід з ладу нагрівального елемента призводить до припинення нагріву води.

○ Автоматизоване вирішення:

1. Автоматичне перемикавання на резервний нагрівальний елемент.
2. Збереження мінімальної температури води для уникнення повного охолодження системи.
3. Інформування про необхідність ремонту або заміни нагрівального елемента.

- Зупинка подачі електроенергії

Опис ситуації: Відключення електроенергії припиняє роботу електричних компонентів системи ГВП.

○ Автоматизоване вирішення:

1. Автоматичний перехід на резервне джерело електроживлення (генератор, акумуляторна батарея).
2. Збереження мінімальних параметрів роботи системи для забезпечення подачі гарячої води.
3. Інформування користувачів про відновлення нормальної роботи після відновлення електропостачання.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.3. Опис обладнання автоматизованого ІТП

1. Шаровий кран

Призначення: Шаровий кран використовується для перекриття або регулювання потоку теплоносія в системах опалення, гарячого водопостачання та вентиляції. Він дозволяє швидко і надійно зупиняти потік рідини при необхідності проведення ремонтних робіт або обслуговування системи.

Технічні характеристики:

Матеріал корпусу: Нержавіюча сталь

Робочий тиск: До 16 бар.

Діаметр умовного проходу: Від 15 до 50 мм.

Робоча температура: Від -20°C до +150°C.

Тип приєднання: Нарізний

Переваги: Простота в управлінні, висока надійність, довговічність.

Недоліки: Обмежений діапазон регулювання., потреба у періодичному обслуговуванні.

2. Манометр

Призначення: Манометр вимірює тиск теплоносія для контролю параметрів системи.

Характеристики:

Тип: Електронний.

Діапазон вимірювань: Від 0 до 25 бар.

Точність: Клас точності від 0,6 до 2,5.

Діаметр циферблата: Від 50 до 200 мм.

3. Термометр

Призначення: Вимірювання температури теплоносія на різних ділянках системи.

Технічні характеристики: Електронний, з високою точністю вимірювання ($\pm 0,5^\circ\text{C}$).

Переваги: Забезпечує точний контроль температурних режимів, що дозволяє підтримувати комфортні умови та економити енергію.

Недоліки: Потребує регулярної калібрування для збереження точності.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Зворотний клапан

Призначення: Запобігання зворотному потоку теплоносія.

Технічні характеристики: Виконаний з корозійно-стійких матеріалів, робочий тиск до 16 бар.

Переваги: Забезпечує стабільний односторонній рух рідини, запобігає змішуванню теплоносія.

Недоліки: Може засмічуватися при наявності твердих частинок в теплоносії.

5. Запобіжний клапан

Призначення: Захист системи від надмірного підвищення тиску.

Технічні характеристики: Працює при заданому тиску скидання, 3-6 бар.

Переваги: Захищає систему від аварійних ситуацій, спричинених перевищенням тиску.

Недоліки: Потребує регулярної перевірки та обслуговування для гарантування надійної роботи.

6. Теплолічильник

Призначення: Облік спожитої теплової енергії.

Технічні характеристики: Механічний принцип вимірювання, точність до $\pm 2\%$.

Переваги: Забезпечує точний контроль та облік теплової енергії, сприяє енергозбереженню.

Недоліки: Висока вартість встановлення та обслуговування.

7. Регулятор перепаду тиску

Призначення: Підтримка стабільного перепаду тиску в системі.

Технічні характеристики: Робочий діапазон тиску до 10 бар, з можливістю регулювання.

Переваги: Запобігає гідравлічним ударами, забезпечує стабільну роботу системи.

Недоліки: Складність налаштування в системах зі змінним навантаженням.

8. Фільтр

Призначення: Очищення теплоносія від механічних забруднень.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики: Здатність затримувати частинки розміром до 100 мікрон, виготовлений з нержавіючої сталі.

Переваги: Запобігає засміченню обладнання, продовжує термін служби системи.

Недоліки: Потребує регулярного обслуговування та заміни фільтрувальних елементів.

9. Лічильник води

Призначення: Облік спожитої гарячої води.

Технічні характеристики: Електронний принцип роботи, точність до $\pm 1,5\%$.

Переваги: Точний облік водоспоживання, сприяє контролю витрат води.

Недоліки: Необхідність періодичної перевірки та калібрування.

10. Розширювальний бак

Призначення: Компенсація змін об'єму теплоносія при нагріванні або охолодженні.

Технічні характеристики: Об'єм від 5 до 200 літрів, робочий тиск до 6 бар.

Переваги: Запобігає підвищенню тиску в системі, зменшує ризик аварій.

Недоліки: Потребує регулярної перевірки рівня тиску в баку.

11. Теплообмінник ГВП (перший та другий ступінь)

Призначення: Передача тепла від теплоносія до води для гарячого водопостачання.

Технічні характеристики: Пластинчастий тип, виготовлений з нержавіючої сталі.

Переваги: Висока ефективність теплообміну, компактні розміри.

Недоліки: Висока вартість, потреба в регулярному очищенні від накипу.

12. Установа магнітної обробки води "КМ"

Призначення: Запобігання утворенню накипу.

Технічні характеристики: Індукційна потужність до 0,5 Тл.

Переваги: Покращує якість води, зменшує ризик корозії трубопроводів.

Недоліки: Ефективність залежить від складу води.

13. Установа антикорозійної обробки гарячої води "ЩИТ-2"

Призначення: Захист від корозії гарячої води.

Технічні характеристики: Використовує спеціальні реагенти для нейтралізації агресивних речовин.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги: Продовжує термін служби обладнання, знижує витрати на ремонт.

Недоліки: Потребує регулярного поповнення реагентів.

14. Циркуляційний насос Stratos MAXO-Z 65/0,5-12 PN 16

Призначення: Забезпечення циркуляції теплоносія в системі.

Технічні характеристики: Продуктивність до 27 м³/год, робочий тиск до 16 бар.

Переваги: Висока ефективність, низький рівень шуму.

Недоліки: Споживає електроенергію, потребує регулярного технічного обслуговування.

15. Регулюючий клапан

Призначення: Регулювання потоку теплоносія.

Технічні характеристики: Автоматичний, діапазон регулювання до 100%.

Переваги: Точний контроль температурних режимів, зменшення енергоспоживання.

Недоліки: Потребує точного налаштування для ефективної роботи.

16. Регулятор тиску "після себе"

Призначення: Підтримка постійного тиску на виході з клапана.

Технічні характеристики: Діапазон регулювання тиску від 1 до 6 бар.

Переваги: Забезпечує стабільний тиск у системі, зменшує ризик гідравлічних ударів.

Недоліки: Може вимагати частого обслуговування у випадку змінного тиску на вході.

17. Теплообмінник системи опалення

Призначення: Передача тепла від теплоносія до системи опалення будівлі.

Технічні характеристики: Пластинчастий, виготовлений з корозійно-стійких матеріалів.

Переваги: Висока ефективність, довговічність.

Недоліки: Висока вартість, необхідність регулярного технічного обслуговування.

18. Теплообмінник системи тепlopостачання калориферів

Призначення: Підігрів повітря, що подається в систему вентиляції.

Технічні характеристики: Пластинчастий тип, виготовлений з алюмінію.

Переваги: Забезпечує комфортну температуру повітря, висока ефективність.

Недоліки: Потребує регулярного очищення від пилу та забруднень.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Балансувальний вентиль

Призначення: Гідравлічне балансування системи.

Технічні характеристики: Можливість точного налаштування потоку, робочий тиск до 16 бар.

Переваги: Рівномірний розподіл теплоносія, підвищення ефективності системи.

Недоліки: Складність налаштування, необхідність регулярного контролю.

20. Електромагнітний клапан

Призначення: Автоматичне керування потоком теплоносія.

Технічні характеристики: Швидкодійність, робочий тиск до 10 бар.

Переваги: Швидке та точне регулювання, зручність автоматизації.

Недоліки: Споживає електроенергію, потребує обслуговування.

Отже, втоматизація ІТП є ключовим напрямком сучасного інженерного проектування, спрямованим на підвищення ефективності, зручності управління та енергоефективності систем опалення, гарячого водопостачання та вентиляції в житлових будівлях. Інтеграція сучасних технологій управління, таких як програмні системи моніторингу і звітності, дозволяє забезпечити стабільну температуру і комфортні умови для користувачів, зменшуючи витрати енергоресурсів і вплив на навколишнє середовище. Автоматизація також сприяє зменшенню ризиків аварійних ситуацій через оперативне виявлення і виправлення несправностей, що підвищує загальну надійність і тривалість служби інженерних систем.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

Студент

/ _____ /

Консультант

/ _____ /

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.1. Технологія монтажу двотрубної горизонтальної системи опалення житлового будинку

6.1.1. Послідовність технології монтажу системи опалення житлового будинку

Включає такі етапи згідно [15]:

- 1) Розмітка для прокладання трубопроводів: передбачає точне визначення місць встановлення кронштейнів, опор для опалювальних приладів та шаф для поверхових розподільників, щоб забезпечити правильне розташування всіх елементів системи.
- 2) Установка елементів кріплення для трубопроводів, опалювальних приладів і шафових конструкцій
- 3) Монтаж радіаторів та встановлення компонентів та поверхових розподільчих вузлів.
- 4) Прокладення вертикальних розподільчих трубопроводів з підключенням до поверхових розподільчих вузлів.
- 5) Установка приладових віток, може мати два способи виконання. Перший - це вбудовання в підлогу, що передбачає попередню підготовку підлоги за допомогою захисного кожуха. Другий спосіб - зовнішнє прокладання трубопроводів, для чого використовуються рухомі та нерухомі опори і кріплення для забезпечення міцності та стійкості системи.
- 6) Приєднання трубок приладових віток до ввідів опалювальних приладів та вивчення стану опор під час зовнішнього прокладання.
- 7) Проведення гідравлічних випробувань окремих секцій системи на щільність під підвищеним тиском, що перевищує робочий на 1,5 рази, з урахуванням максимально допустимих навантажень для окремих

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компонентів, відповідно до розробленої програми випробувань, затвердженої керівником виконавчої організації.

- 8) Покриття бетонним розчином з додаванням пластифікатора класу ZE-20 на висоту близько 50 мм над рівнем труб (під час заливки труби повинні перебувати під гідравлічним тиском не менше 3 атмосфер, рекомендується до 6 атмосфер).
- 9) Проведення остаточних гідравлічних випробувань всієї системи після того, як бетон підлоги буде затверджений, за тиском, що перевищує робочий на півтора рази, але не перевищує максимально допустимий для окремих елементів. Необхідно переконатись, що система утримує необхідний тиск та не протікає.
- 10) Пуск системи з початковою температурою теплоносія навколо 20°C і поступовим підвищенням температури на 5°C кожного дня.

6.1.2. Монтажне креслення приладової вітки двотрубною горизонтальною системою опалення

Монтажне креслення системи згідно [16] включає:

- Аксонометричну схему монтажу.
- Відомість комплектування на вузли та деталі.
- Відомість комплектування на вироби.

Монтажна аксонометрична схема оформлюється у вигляді ескізу з використанням однолінійного зображення без дотримання масштабу, але з збереженням пропорцій елементів, які позначаються умовними символами. Найскладніші вузли обв'язки опалювальних приладів показуються у збільшеному масштабі з детальним описом, необхідним для їх виготовлення.

На монтажних схемах вказуються:

- Елементи системи, поділ на окремі частини та вузли, їхня нумерація і методи з'єднання, відображені за стандартними умовними позначеннями.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розміри діаметрів труб.
- Висоти та нахили трубопроводів.
- Будівельні довжини елементів чи вузлів (для ескізів окремих деталей вказуються монтажні довжини).
- Арматура, прилади або обладнання, які підключаються до відповідних елементів чи вузлів.

Монтажна схема приладової вітки наведені на аркуші.

На рисунку 6.1 надані вузли обв'язки радіаторів і в таблиці 6.1 наведено комплектувальну відомість на типові вироби приладової вітки.

Комплектувальна відомість на деталі, фасонні елементи наведена у таблиці 6.2

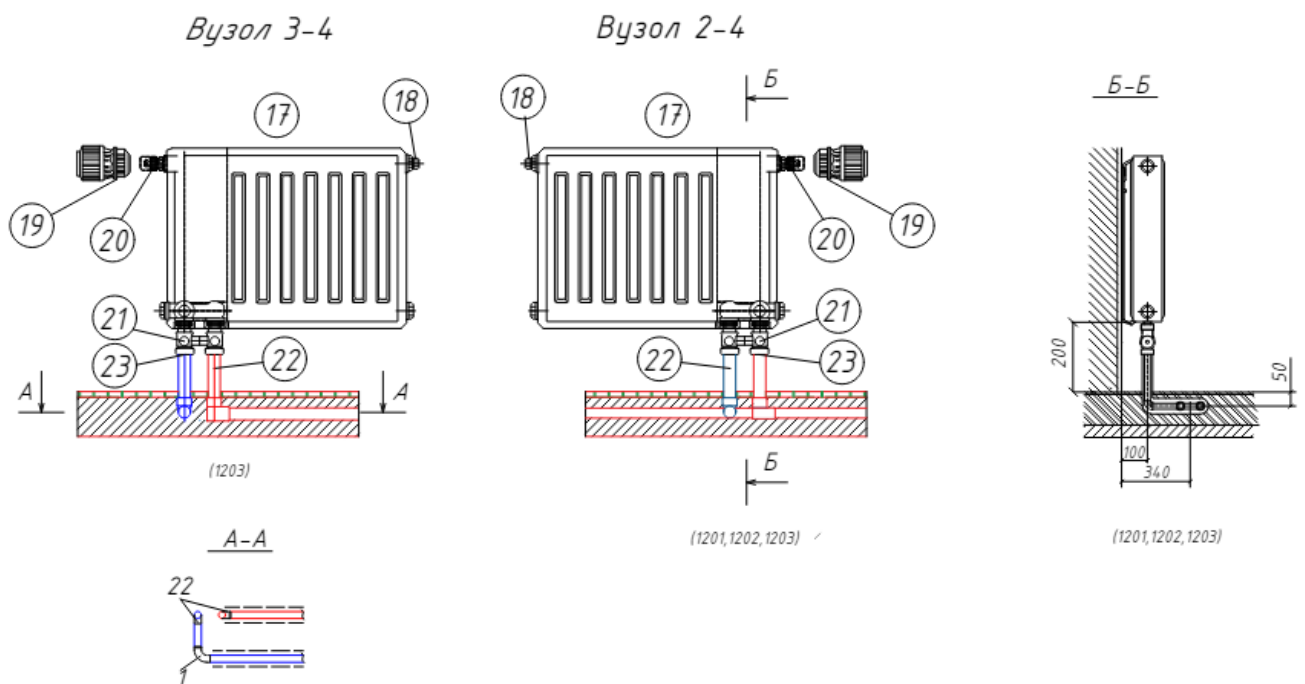









Рисунок 6.1


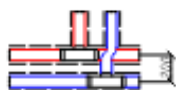
					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1

№ Вузла	Назва виробу, деталі	Ескіз деталі	Один. виміру	К-ть	Код арт.	Примітки
17	Радіатор		шт	5		Vogel & Noot VONOVA
18	Кран Маєвського		шт	5	С.т.ф. 222 автомат 1/2"	Повітропускник
19	Термостатичний елемент		шт	5	013G2991	Danfoss
20	Клапан		шт	5	013G2991	Danfoss
21	Вузол нижнього підключення		шт	5	003L0281	Danfoss
22	Г-подібні трубки		шт	10	240931001	Rehau
23	Нижнє підключення-прес		шт	10	VTc.712E	VALTEK
Примітка моделей радіаторів по кімнатах		1203(21KV-920)-2 шт; 1202(22KV-920)-1 шт; 1201(22KV-1320)-1 шт; 1218(22KV-1000)-1 шт				

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2

№ за схемою	Найменування вузла, деталі	Ескіз деталі	К-ть	Діаметр деталі, d _y , мм	l _{заг.} , м	Матеріал	Примітки			
								1	2	3
1-3	Вузол поверхового розподільника	-	1	-	-	-	-			
2-3	Трубний радіаторний вузол, праве підкл.	-	4	-	-	-	-			
3-3	Трубний радіаторний вузол, ліве підкл.	-	1	-	-	-	-			
1	Куттик під кутом 90°		7	16+2	-	-	P7116 00			
2	Приєднувальний вузол без змішування потоків		1	16+2	-	-				
3	Труба металопластикована		2	16+2	7,12	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
4			2		1,3	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
5			2		3,61	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
6			2		2,97	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
7			2		2,26	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
8			2		6,7	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
9			2		0,2	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
10			2		3,74	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
11			2		3,85	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
12			2		1,66	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
13			2		0,76	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2			
16			теплоізоляція із спученого поліетилену Thermaflex, 13 мм			1.0	Для труди Ф16		спучений поліетилен Thermaflex	Розрізається на місці монтажу

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2. Організація монтажу системи тепlopостачання промислової будівлі, вентиляції і аспірації

Організація будівельно-монтажних робіт полягає у встановленні оптимального порядку та координації всіх технологічних процесів у часі та просторі для досягнення своєчасного завершення будівництва та отримання якісного кінцевого продукту.

Для організації монтажу системи тепlopостачання промислової будівлі було використано календарне планування з побудовою графіків за видом виконуваних робіт: лінійного та циклограми. Вимоги і дані для робіт беруться з [17] і [18]. Розрахунки і побудову графіків було здійснено потоковим та послідовним методами. Результати планування а також графіки і циклограма наведені у додатках З та И.

Для організації монтажу систем вентиляції і аспірації було використано календарне планування з побудовою графіків за видом виконуваних робіт: лінійного, сіткового і графіка зміни чисельності робітників. Розрахунки і побудову лінійного графіка було здійснено послідовно-паралельним методом. Сітковий та графік зміни чисельності робітників зроблено на основі лінійного. Лінійний графік та календарне планування представлені на кресленні. Сітковий і графік зміни чисельності робітників наведені у додатку І.

6.2.1 Календарне планування

Календарний план (графік) є ключовим документом, що регулює організацію будівельно-монтажних робіт. У ньому визначають згідно [15] послідовність виконання завдань, їх координацію в часі та просторі, терміни виконання різних етапів і потребу в робочій силі, обладнанні, матеріалах та фінансових засобах. Процес календарного планування включає створення графіка, який дозволяє ефективно організувати та контролювати виконання робіт, оптимально розподіляти ресурси і гарантувати своєчасне завершення завдань. Цей метод широко застосовується у будівництві.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробка календарних планів будівництва об'єктів, що входять до складу проєкту виконання робіт (ПВР), базується на наступних даних: календарний план будівництва у рамках загального плану об'єкту будівництва (ПОБ); проєктно-кошторисна документація; терміни будівництва, визначені згідно з нормативною та директивною базою; інформація про будівельну організацію, що включає чисельність та склад робітничих кадрів, наявність механізмів, матеріально-технічну базу та досягнутий рівень виробітку; технологічні карти на різні види робіт; результати інженерних вишуків щодо умов району будівництва; актуальна нормативна, інструктивна та довідкова документація, а також проєкти-аналоги.

Терміни будівництва окремих будівель або споруд визначаються згідно зі стандартами тривалості будівництва або враховують зміни, внесені до загального плану об'єкту будівництва (ПОБ) під час розроблення організаційно-технічних заходів (ОТЗ). Також ці терміни можуть бути встановлені директивно за погодженням між замовником та виконавцем.

Календарний план будівництва має дві складові: розрахункову і графічну. Розрахункова частина включає: шифри робіт, їх перелік, обсяг, нормативні документи, витрати часу на одиницю виміру, трудові затрати, кількість змін, склад бригади чи ланки, кількість робітників у зміну, планова тривалість робіт та відсоток виконання нормативу. Графічна частина подається окремо.

Послідовність розробки календарного плану будівництва згідно [16]:

1. Визначення послідовності робіт та їх переліку.
2. Розрахунок обсягу робіт.
3. Вибір методів виконання та механізмів.
4. Оцінка трудомісткості та машиномісткості робіт.
5. Встановлення графіку робочих змін.
6. Визначення тривалості кожного виду робіт.
7. Визначається оптимальний склад бригад та ланок для виконання робіт.
8. Складання графічної частини плану.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Коригування календарного графіка з урахуванням термінів виконання будівництва.

Перелік робіт формується відповідно до послідовності виконання, а роботи групуються за видами та строками виконання, також вимоги.

Технологічна послідовність робіт враховує конструктивні особливості, технологічні вимоги та безпеку.

Обсяг робіт визначається на основі робочих креслень та кошторисної документації.

Трудомісткість та машиномісткість розраховуються згідно нормативів, а число робочих змін встановлюється залежно від виду робіт.

Чисельність робітників та машин визначається з урахуванням обсягу робіт та потреб будівництва.

Професійний склад бригади визначається відповідно до нормативних вимог зокрема ресурсних кошторисних норм.

Тривалість робіт залежить від їх складності та умов виконання.

6.2.2. Послідовний та потоковий методи.

Послідовний метод будівництва - це метод організації будівельних робіт, при якій кожний етап або ділянка проєкту завершується перед початком наступного.

При послідовному методі будівництва монтажні роботи на кожній наступній захватці виконуються тільки після завершення їх на попередній.

Переваги послідовного методу будівництва:

- Чітка організація робіт: Кожен етап виконується послідовно, що сприяє кращій організації та контролю за процесом будівництва.
- Зменшення ризику помилок: Послідовний метод дозволяє керувати кожним етапом окремо, що допомагає уникнути помилок і забезпечити високу якість виконання робіт.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Контроль якості:** Будучи побудованим на послідовності виконання робіт, цей метод дозволяє зосередитися на контролі якості кожного етапу.
- **Ефективне використання ресурсів:** Чітке планування дозволяє ефективно використовувати ресурси, оскільки вони використовуються лише на потребу відповідного етапу.

Недоліки послідовного методу будівництва:

- **Затримки:** Цей метод може вимагати більше часу для завершення проєкту, оскільки кожний етап монтажу завершується перед початком наступного.
- **Обмежена гнучкість:** Послідовний метод може бути менш гнучким у порівнянні з іншими стратегіями будівництва, оскільки зміни в одному етапі можуть вплинути на наступні.
- **Підвищені вимоги до планування:** Чітке планування є важливим для успішного виконання кожного етапу, тому цей метод може вимагати більшої уваги до деталей планування.
- **Збільшення витрат:** Послідовний метод може призвести до збільшення витрат на управління проєктом та більшу потребу у ресурсах через послідовність виконання робіт.

Потоковий метод будівництва - це підхід до організації будівельних робіт, що ґрунтується на плановому та ритмічному розподілі завдань, забезпечуючи постійне навантаження робітників та ефективне використання матеріально-технічних ресурсів з метою безперервного виробництва будівельної продукції.

Потоковий метод будівництва включає наступні етапи організації будівельно-монтажних робіт згідно [16]:

1. Розбиття загального виробничого процесу на окремі компоненти.
2. Призначення окремим виконавцям (бригадам, групам) виконання конкретних компонентів процесу.
3. Розподіл всього обсягу робіт по будівництву на окремі сегменти (ділянки) і визначення часу на виконання кожного компоненту.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Встановлення послідовності виконання робіт різними виконавцями на сегментах з урахуванням зв'язку між ними та забезпеченням безперервного використання ресурсів.

При поділі об'єкта на захватки враховуються такі умови:

- Забезпечення стійкості різних частин будівлі згідно з конструктивними рішеннями, такими як секції, прогони, частини між температурними швами.
- Організація рівномірного та тривалого завантаження робітників під час роботи на кожній захватці.
- Забезпечення достатнього фронту для проведення будівельно-монтажних робіт та створення безпечних умов для механізмів.

Обсяг кожної захватки визначається тривалістю будівництва, доступністю робочої сили та характеристиками будівельних об'єктів.

Захватка - це частина об'єкта, де проводяться однакові будівельно-монтажні роботи і здійснюється координація між різними виконавцями.

Переваги потокового методу будівництва:

- Ефективне використання ресурсів: Потоковий метод дозволяє максимізувати використання робочої сили, матеріалів та обладнання, оскільки роботи виконуються безперервно і рівномірно.
- Мінімізація затримок: Цей метод допомагає уникнути довгих перерв або чекання, що забезпечує постійний рух робіт та швидше завершення проєкту.
- Зниження витрат на управління: Потоковий підхід полегшує планування та координацію робіт, що може знизити витрати на управління проєктом.
- Можливість швидкого втручання: Завдяки постійному моніторингу процесу будівництва, можна швидко реагувати на будь-які проблеми чи зміни у виробничих процесах.

Недоліки потокового методу будівництва:

- Обмеження для складних проєктів: Потоковий метод може бути менш ефективним для дуже складних проєктів, де потрібно більше часу на детальне планування та розробку.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Підвищені вимоги до планування: Цей метод вимагає дуже точного планування та координації, оскільки будь-яка затримка або невідповідність може призвести до зупинки всього виробничого процесу.
- Ризик виникнення перевантажень: Якщо роботи не розподілені рівномірно або некоректно сплановані, це може призвести до перевантажень деяких ділянок або виконавців, в той час як інші можуть залишатися незайнятими.
- Вимоги до контролю якості: Під час швидкого темпу виробництва, контроль за якістю може бути складнішим, що може призвести до зниження якості виконання робіт.

У потоковому методі, додатково використовується графічне зображення - циклограму, для планування та відображення послідовності виконання робіт. На циклограмі, використовуючи лінійний графік на календарній шкалі, роботу кожної бригади на різних захватках зображають горизонтальними відрізками, зміщеними відносно один одного. Таким чином, графік-циклограма надає можливість візуально відстежувати виконання робіт кожною бригадою впродовж певного часу на будівельному майданчику.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ
ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Студент / _____ /
Консультант / _____ /

					Кваліфікаційна робота	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

7.1. Вимоги охорони праці пр проєктуванні об'єкта

7.1.1 Реєстрація проєктної документації в інспекції Державного нагляду та в структурах місцевої влади

Починаючи з 2022 року в Україні було введено в дію Єдину державну електронну систему у сфері будівництва (ЄДЕСБ), спрямовану на поліпшення прозорості та доступності інформації про будівництво. Основна мета цієї системи полягає в тому, щоб забезпечити широкий доступ до різноманітних послуг, пов'язаних з будівництвом, включаючи отримання дозволів. Одним із ключових аспектів впровадження ЄДЕСБ є зменшення ризику корупції за рахунок підвищення рівня прозорості та відкритості у будівельній сфері. Це сприяє створенню більш сприятливих умов для розвитку будівельної індустрії та підвищує довіру до державних будівельних процесів серед громадськості.

Згідно зі статтею 32 [19], класифікація будівель і споруд визначається відповідно до рівня наслідків, які вони можуть мати для людей, що перебувають у них або поруч з ними, а також для навколишнього середовища. Визначення класу наслідків здійснюється за узгодженням між проєктною організацією та замовником будівництва.

Розглядаємий у роботі 12-поверховий будинок відноситься до середніх наслідків (СС2)

Також за потреби треба враховувати зміни, визначені Постановами Кабінету Міністрів України № 530 та № 722, що стосуються періоду воєнного стану та наступного року після його закінчення.

Згідно зі статтею 36 «Закону про регулювання містобудівної діяльності», право на проведення будівельних робіт надається замовнику та підрядникам лише після надання повідомлення про початок робіт.

Дозвіл на будівництво – це юридичний документ, який видається Державною інспекцією архітектури та містобудуванням. Отримавши цей дозвіл, забудовник

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отримує право на початок будівельних робіт або введення об'єкта в експлуатацію. Відповідно до ч1. Ст.376 Цивільного кодексу України порушення вимог, пов'язаних з отриманням дозволу на будівництво, може мати серйозні юридичні наслідки для забудовника.

Реєстрація проектної документації в інспекції Державного нагляду та в структурах місцевої влади є важливим етапом у процесі будівництва та реконструкції об'єктів.

Нижче наведені основні кроки та вимоги:

1. Підготовка проектної документації

Перш за все, необхідно розробити проектну документацію відповідно до державних будівельних норм та стандартів. До складу проектної документації входять:

- Технічне завдання.
- Генеральний план.
- Архітектурно-будівельні рішення.
- Інженерні мережі (водопостачання, каналізація, електропостачання, опалення тощо).
- Оцінка впливу на навколишнє середовище.
- Кошторисна документація.

2. Отримання технічних умов

Для підключення до інженерних мереж необхідно отримати технічні умови від відповідних організацій (водоканал, енергетична компанія тощо).

3. Експертиза проектної документації

Проектна документація підлягає обов'язковій експертизі у відповідних органах:

- Державна будівельна експертиза (для складних та великих об'єктів).
- Відповідні експертні організації (для менших об'єктів).

4. Погодження проектної документації

Після експертизи проектна документація повинна бути погоджена з місцевими органами влади:

- Архітектурно-містобудівна рада (якщо є така вимога).
- Відділ містобудування та архітектури місцевої ради.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Інші компетентні органи (екологічна служба, санітарно-епідеміологічна служба тощо).

5. Реєстрація проєктної документації в інспекції Державного нагляду

1) Подача заяви та комплекту документів: Необхідно подати заяву на реєстрацію проєкту разом з комплектом документів, які включають:

- Проєктна документація з усіма погодженнями.
- Документи на земельну ділянку.
- Договір на виконання будівельних робіт (за наявності).

2) Розгляд заяви: Інспекція Державного нагляду розглядає подані документи, перевіряє їх відповідність вимогам законодавства та нормам.

3) Видача дозволу: У разі позитивного рішення видається дозвіл на будівництво або реконструкцію об'єкта.

6. Реєстрація у структурах місцевої влади

Після отримання дозволу від інспекції Державного нагляду необхідно зареєструвати проєктну документацію у відповідних відділах місцевої влади:

- Відділ містобудування та архітектури.
- Управління земельних ресурсів (за необхідності).

7. Початок будівельних робіт

Після завершення всіх реєстраційних процедур можна приступати до будівельних робіт. У процесі будівництва необхідно здійснювати контроль за дотриманням проєктної документації та технічних умов.

8. Введення об'єкта в експлуатацію

Після завершення будівництва необхідно отримати акт готовності об'єкта до експлуатації та зареєструвати його у відповідних органах.

7.2. Оцінка негативних та потенційно небезпечних виробничих чинників.

Перелік негативних та потенційно небезпечних виробничих чинників розроблений згідно [20] наведений у таблиці 7.1

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
Розміщення робочої зони на висоті від 1,3 метра і вище від рівня землі	Монтажні роботи	H=41 м	ДБН А.3.2-2-2009(р.19) ДБН В.2.2-41:2019
Підвищення температури гідроізоляційного та теплоізоляційного матеріалів.	Ізоляційні	$t \leq 180^{\circ}\text{C}$	ДБН А.3.2-2-2009(р.16)
Вплив електричного струму	Електрозварювальні, освітлення, експлуатаційні	220, 380 В <25 В 220 В	ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 ПУЕ -2017 НПАОП 40.1-1.21-98 ДБН А.3.2-2-2009 ДСТУ БА 3.2-15:2011 ДБН В 2.5-28-2018
Підвищений шум	Зварювання	<80 дБ	ДСН 3.3.6.037-99
Недостатнє освітлення робочої зони	Внутрішні роботи по монтажу	50 лк	ДБН В.2.5-28-2018 ДСТУ Б.А. 3.2.-15:2011
Показники мікроклімату	Монтаж та експлуатація систем	Температура, $t = 20^{\circ}\text{C}$, вологість, $f = 55\%$, рухливість повітря, $v = 3,7 \text{ м/с}$	ДСН 3.3.6.042-99
Атмосферна електрика	Захист будівель від блискавки	II кат.	ДСТУ EN 62305-3:2021
Пожежна безпека	Пожежний захист	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2021 ДСТУ Б В.1.1.-36:2016

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3. Методи і заходи для забезпечення безпеки при виконанні робіт.

1. Розміщення робочої зони на висоті від 1,3 метра і вище від рівня землі

Заходи:

- Використання надійних і стійких лісів, платформ і підмостків.
- Забезпечення працівників страхувальними системами, включаючи страхувальні пояси та канати.
- Встановлення поручнів та захисних бар'єрів на робочих платформах.
- Проведення інструктажів з безпеки перед початком роботи.
- Регулярна перевірка стану обладнання та засобів захисту.

2. Підвищення температури гідроізоляційного та теплоізоляційного матеріалів

Заходи:

- Використання матеріалів з високою термостійкістю.
- Забезпечення засобами індивідуального захисту (термостійкий одяг, рукавиці, взуття).
- Забезпечення вентиляції або охолодження робочої зони.
- Організація чергування роботи і відпочинку для працівників.

3. Вплив електричного струму

Заходи:

- Забезпечення надійної ізоляції електричних приладів та обладнання.
- Використання систем електрозахисту: відключення, блокування, заземлення, занулення.
- Регулярне проведення перевірок та обслуговування електричного обладнання.
- Забезпечення працівників діелектричними рукавицями, килимами та взуттям.
- Проведення інструктажів з електробезпеки.

4. Підвищений шум

Заходи:

- Використання засобів індивідуального захисту (навушники, вкладиші).
- Встановлення шумопоглинаючих екранів та матеріалів.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Регулярне обслуговування та заміна зношених деталей обладнання, що є джерелом шуму.
- Обмеження часу перебування працівників у зоні підвищеного шуму.

5. Недостатнє освітлення робочої зони

Заходи:

- Встановлення додаткових джерел світла, включаючи портативні лампи та прожектори.
- Забезпечення рівномірного освітлення робочої зони.
- Використання світловідбиваючих елементів на робочому одязі.
- Регулярне перевіряння та обслуговування систем освітлення.

6. Показники мікроклімату

Заходи:

- Використання систем кондиціонування та вентиляції для підтримки оптимальної температури та вологості.
- Забезпечення працівників відповідним одягом залежно від умов роботи (теплий одяг у холодних умовах, легкий у спекотних).
- Організація чергування роботи і відпочинку для уникнення перегрівання або переохолодження.
- Регулярний моніторинг показників мікроклімату.

7. Атмосферна електрика

Заходи:

- Використання систем захисту від блискавок.
- Забезпечення надійного заземлення металевих конструкцій та обладнання.
- Проведення інструктажів щодо дій у випадку грози або блискавки.
- Обмеження робіт на відкритих ділянках під час небезпечних метеорологічних умов.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Пожежна безпека

Заходи:

- Вибір матеріалів та конструкцій з високою вогнестійкістю.
- Встановлення та регулярне обслуговування систем пожежної сигналізації та гасіння.
- Забезпечення працівників первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пожежні крани).
- Проведення навчання з евакуації та дій у випадку пожежі.
- Розробка і впровадження плану евакуації та шляхів спрямування евакуаційних потоків.

9. Загальні заходи охорони праці

- Проведення регулярних інструктажів та навчання працівників з питань охорони праці.
- Видача і контроль використання засобів індивідуального захисту.
- Оформлення наряду-допуску на виконання небезпечних робіт.
- Контроль виконання вимог охорони праці відповідно до діючих нормативних актів та внутрішньо розроблених документів підприємства.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"// Мінрегіонбуд України.- К.:2011. Київ, 2021. 119 с
2. Методичні вказівки до курсової роботи «Проектування зовнішніх огорожень на основі багатошарових конструкцій» з дисципліни «Будівельна теплофізика» для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: Ю.М.Кольчик. – К.: КНУБА, 2020. – 37 с.
3. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. На заміну ДБН В.2.6-31:2016 ; чинний від 2022-09-01. Вид. офіц. ДП «УкрНДНЦ» Київ, 2021. 22 с.
4. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. ; чинний від 01-03-2023. Вид. офіц. ДП «УкрНДНЦ» Київ, 2021. 59 с.
5. ДСТУ-Н.Б.В.1.1-27.2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі БУДІВЕЛЬНА КЛІМАТОЛОГІЯ- К.: Мінрегіон України 2010.-112 с.
6. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері; чинний від 01-02-2021. Вид. офіц. ДП «УкрНДНЦ» Київ, 2021. 70 с.
7. ДСТУ 8936:2019 Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови; чинний від 01-01-2021. Вид. офіц. ДП «УкрНДНЦ» Київ, 2021. 9 с.
8. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожувальних конструкцій» курсового проекту / уклад.: Ю.К. Росковшенко, О.П. Любарець, М.П. Сенчук, В.О. Мілейковський, В.О. Любарець. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.
9. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
- 10.Методичні вказівки до виконання розділу «Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення» курсового проекту з дисципліни О85 опалення для студентів напрямку підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» / Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2015. – 40с.
- 11.Методичні рекомендації до практичних занять, курсового та дипломного проектування з курсу “Опалення” на тему: “Тепловий розрахунок опалювальних приладів систем водяного опалення” для студентів спеціальності 7.092108 "Теплогазопостачання і вентиляції"/Укл. Є.С.Зайченко – К.: КНУБА, 1999. – 36с.
- 12.Методичні вказівки до курсового проекту "Гаряче водопостачання та тепловий пункт жилого будинку" для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» професійного спрямування "Теплогазопостачання та вентиляція" усіх форм навчання /Укладачі: О.В. Гвоздецький, В.І. Романтовський, І.І. Улан-ченко. – Харків: КНУБА, 2015. –88 с.
- 13.ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Вид. офіц. Мінрегіон України .Київ, 2013. 121 с.
- 14.ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Чинний від 2019-03-26. Вид. офіц. Київ, 2022. 46 с.
- 15.Степанов М.В., Вакалюк А.С. Організація будівельно-монтажних робіт: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2011. – 88 с.
- 16.Методичні рекомендації до виконання курсового проекту «Організація будівельно-монтажних робіт» для студентів теплогазопостачання і вентиляції/ уклад. М.В. Степанов. – К.: КНУБА, 2005.– 48с.
- 17.РЕКН, Збірник 16. Трубопроводи внутрішні.– К.: Мін-во розвитку громад та територій України, 2021. – 85 с.
- 18.РЕКН, Збірник 18. Опалення – внутрішнє обладнання.– К.: Мін-во розвитку громад та територій України, 2021. – 56 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Закон України про регулювання містобудівної діяльності: Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 34, ст.343

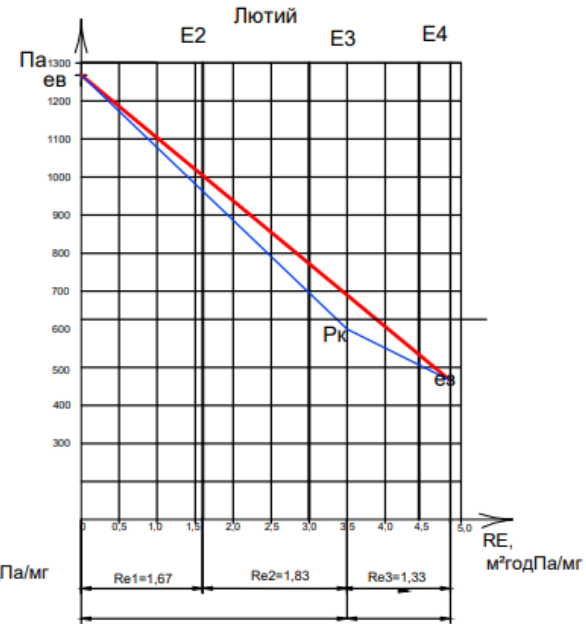
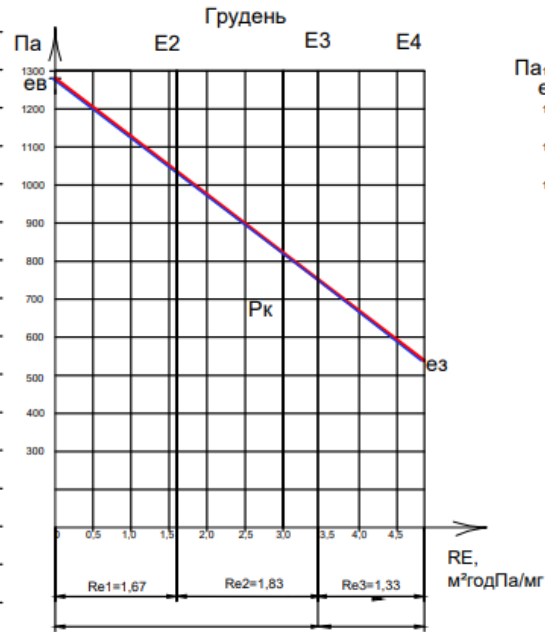
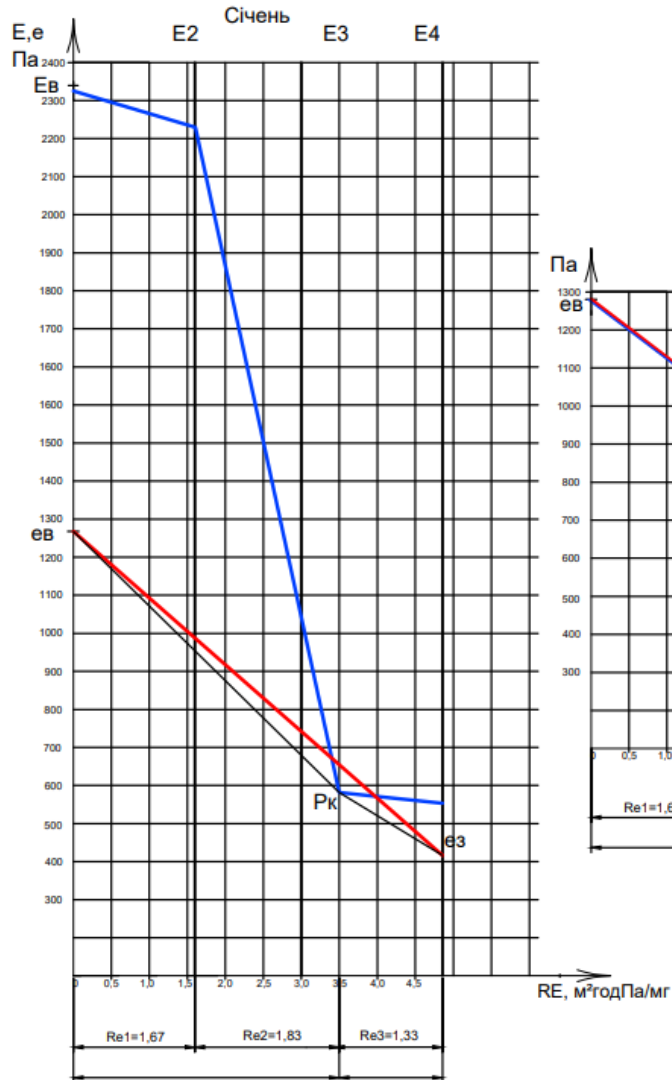
20. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” в дипломних роботах магістрів спеціальності 192 будівництво та цивільна інженерія спеціалізації теплогазопостачання та вентиляції/ уклад. І.В. Клімова, канд. техн. наук, доцент Ю.Й. Франчук, канд. техн. наук, доцент В.В. Мойсеєнко, канд. техн. наук, доцент: КНУБА, 2022.– 20 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

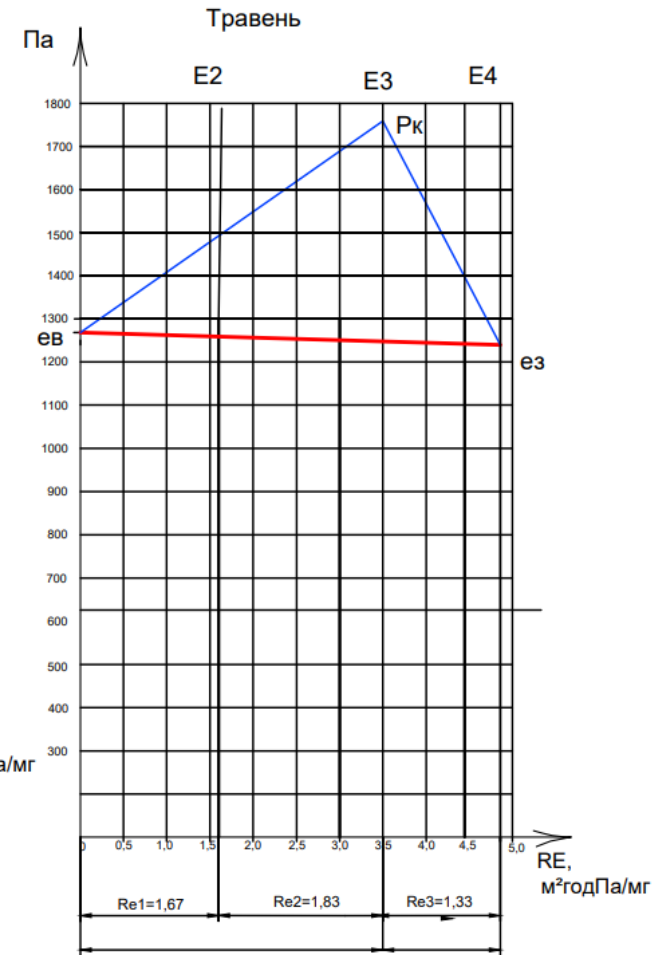
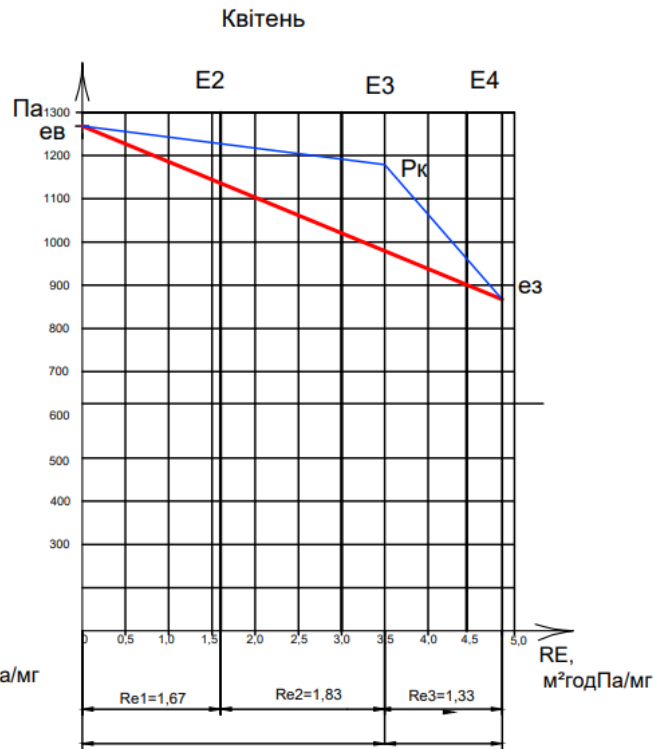
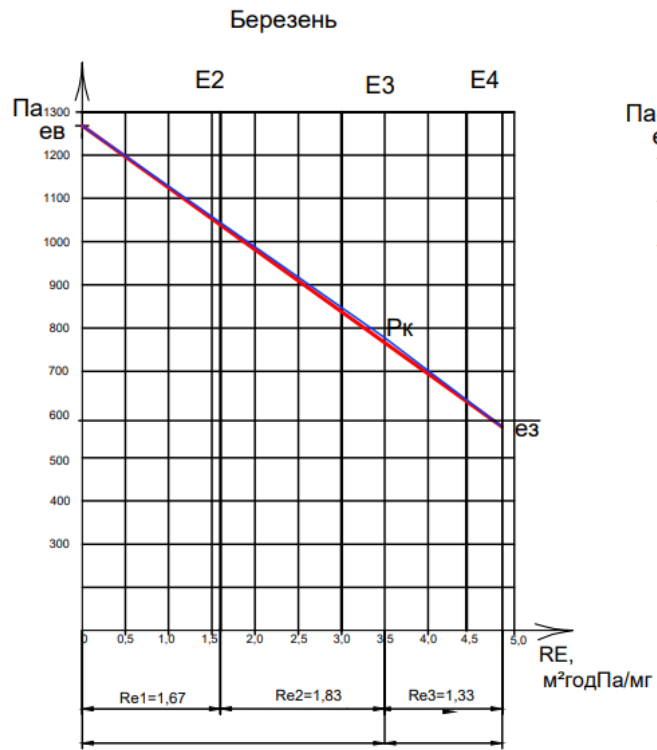
					Кваліфікаційна робота	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Місяці вологопоглинання



Додаток Б

Місяці вологовіддачі



Таблиця розрахунку тепловтрат

Приміщення			Огороджувальна конструкція						Теплові мости				Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_1	Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), b_u	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх опалювальних характеристика	Характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні	Характеристика трансмісійних тепловтрат опал. прим. через ОК до	Трансмісійні тепловтрати приміщення, $Q_{T,3}$ Вт	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в	Характеристика інфільтраційних	Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції) $Q_{в,3}$ Вт	Тепловтрати (надходж.), $Q_{н,3}$ Вт	Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних тепловтрат) $Q_{н,3}$ Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, $Q_{н,3}$ Вт
№ Приміщення / Найменування	Площа приміщення, A_p , m^2	Температура, $\theta_{int,p}$, $^{\circ}C$	Позначення	Орієнтація	Довжина, a , м	Ширина (висота), $b(h)$, м	Площа, $A_{кр}$, m^2	Коефіцієнт теплопередачі, U_{kr} Вт/ $m^2 \cdot ^{\circ}C$	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_k	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, ψ_k	Довжина теплового мосту, l , м													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
101	11,42	22	ЗС	ПнЗ	4,39	3,73	16,4	0,282	1,1						4,84		540	40,5	13,8	551	-114	426	977	
ЖК	1,63		ЗС	ПнС	3,89	3,73	11,8	0,282	1,0					3,33										
			В	ПнС	1,80	1,50	2,7	1,389	1,0					3,75										
			ПЛ	-	4,39	3,89	17,1	0,218	1,0			0,43		1,58										
201	11,42	22	ЗС	ПнЗ	4,39	3,30	14,5	0,282	1,1						4,84		458	40,5	13,8	551	-114	344	895	
ЖК	1,63		ЗС	ПнС	3,89	3,30	10,1	0,282	1,0					2,86										
			В	ПнС	1,80	1,50	2,7	1,389	1,0					3,75										
1101	11,42	22	ЗС	ПнЗ	4,39	3,61	15,8	0,282	1,1						4,84		544	40,5	13,8	551	-114	430	980	
ЖК	1,63		ЗС	ПнС	3,89	3,61	11,3	0,282	1,0					3,20										
			В	ПнС	1,80	1,50	2,7	1,389	1,0					3,75										
			СТ	-	4,39	3,89	17,1	0,249	1,0			0,43		1,81										
202	11,27	20	ЗС	ПнЗ	3,21	3,30	7,9	0,282	1,0						2,23		227	40,5	13,8	551	-113	114	665	
ЖК	1,61		В	ПнЗ	1,80	1,50	2,7	1,389	1,0					3,75										
			В	ПнЗ	1,80	1,50	2,7	1,389	1,1					3,49										
203	15,36	22	ЗС	ПнЗ	4,39	3,30	11,8	0,282	1,1						3,49		609,9	40,5	13,8	550,8	-154	456	1007	
ЖК	1,92		ЗС	ПдЗ	5,19	3,30	14,4	0,282	1,0					4,07										
			В	ПнЗ	1,80	1,50	2,7	1,389	1,1					3,94										
			В	ПдЗ	1,80	1,50	2,7	1,389	1,0					3,75										
204,206	21,69	20	ЗС	ПдЗ	5,39	3,30	14,3	0,282	1,0	0,44	5,39	1,0			6,40		427,5	81	27,5	1102	-217	211	1312	
ЖК	3,10		В	ПдЗ	1,30	1,50	2,0	1,389	1,0					2,71										
			БД	ПдЗ	0,70	2,20	1,5	1,389	1,0					2,14										
205	19,39	20	ЗС	ПдЗ	4,89	3,30	12,6	0,282	1,0	0,44	4,89	1,0			5,72		401,5	81	27,5	1102	-194	208	1309	
ЖК	2,77		В	ПдЗ	1,30	1,50	2,0	1,389	1,0					2,71										
			БД	ПдЗ	0,70	2,20	1,5	1,389	1,0					2,14										

Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів двохтрубною поквартирної системи опалення

Номер розрахункової ділянки	Теплове навантаження ділянки	Коефіцієнт проходу теплового та гідравлічного потоків	Витрата води на ділянці	Довжина ділянки	Діаметр трубопроводу	Приведений коефіцієнт тертя	Питома витрата води	Питомий динамічний тиск	Швидкість води на ділянці	Сумма коефіцієнтів місцевих опорів	Приведений коефіцієнт місцевих опорів	Характеристика опору ділянки	Втрати тиску на ділянці	Загальні втрати тиску
№ діл.	$Q_{дiл}, Вт$	φ	$G, кг/год$	$l, м$	$d, мм$	$\lambda/d, м^{-1}$	$G/v, (кг/год)/(м/с)$	$A \cdot 10^{-4}, Па/(кг/год)^2$	$V, м/с$	$\Sigma \zeta$	$\zeta_{пр}$	$S, Па/(кг/год)^2$	$\Delta P_{дiл}, Па$	$\Sigma \Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ІТП-1	219955	1,0000	9458	7,5	70	0,38	13600	0,0000027	0,695	1,2	4,05	0,000011	978	978
ІТП"-1"	219955	1,0000	9458	8,7	70	0,38	13600	0,0000027	0,695	1,2	4,506	0,000012	1088	2067
1-2	198780	0,9037	8548	3,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,628	1	2,254	0,000006	445	2511
1"-2"	198780	0,9037	8548	3,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,628	1	2,254	0,000006	445	2956
2-3	179346	0,8154	7712	3,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,567	1,5	2,754	0,000007	442	3398
2"-3"	179346	0,8154	7712	3,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,567	2	3,254	0,000009	523	3921
3-4	160837	0,7312	6916	3,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,509	1	2,254	0,000006	291	4212
3"-4"	160837	0,7312	6916	3,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,509	1	2,254	0,000006	291	4503
4-5	143266	0,6513	6160	4,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,453	3	4,634	0,000013	475	4978
4"-5"	143266	0,6513	6160	4,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,453	3	4,634	0,000013	475	5452
5-6	125695	0,5715	5405	3,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,397	1,5	2,754	0,000007	217	5670
5"-6"	125695	0,5715	5405	3,30	70	0,38	13600	0,0000027	0,397	2	3,254	0,000009	257	5926
6-7	108124	0,4916	4649	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,595	1,5	3,282	0,000027	575	6501
6"-7"	108124	0,4916	4649	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,595	2	3,782	0,000031	662	7163

Продовження додатку Г

7-8	90553	0,4117	3894	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,499	1	2,782	0,000023	342	7505
7"-8"	90553	0,4117	3894	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,499	1	2,782	0,000023	342	7846
8-9	72982	0,3318	3138	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,402	1,5	3,282	0,000027	262	8108
8"-9"	72982	0,3318	3138	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,402	2	3,782	0,000031	302	8410
9-10	55411	0,2519	2383	3,30	40	0,75	4670	0,0000225	0,510	1,5	3,975	0,000089	508	8918
9"-10"	55411	0,2519	2383	3,30	40	0,75	4670	0,0000225	0,510	2	4,475	0,000101	572	9489
10-11	37840	0,1720	1627	3,30	32	0,9	3580	0,0000383	0,455	1,5	4,47	0,000171	453	9943
10"-11"	37840	0,1720	1627	3,30	32	0,9	3580	0,0000383	0,455	2	4,97	0,000190	504	10447
11-12	20269	0,0922	872	3,30	25	1,3	2040	0,0001180	0,427	1,5	5,79	0,000683	519	8365
11"-12"	20269	0,0922	872	3,30	25	1,3	2040	0,0001180	0,427	2	6,29	0,000742	564	8929

Розрахунок втрат тиску на приладовій ділянці та авторитетів

№ діл.	$Q_{діл.}, \text{Вм}$	φ	$G, \text{кг/год}$	$l, \text{м}$	$d, \text{мм}$	$\lambda/d, \text{м}^{-1}$	$G/v, \text{(кг/год)/(м/с)}$	$A \cdot 10^{-4}, \text{Па/ (кг/год)}^2$	$V, \text{м/с}$	$\Sigma \zeta$	$\zeta_{пр}$	$S, \text{Па/ (кг/год)}^2$	$\Delta P_{діл.}, \text{Па}$	$\Sigma \Delta P, \text{Па}$	
12-К12	20269	0,0922	872	0,05	20	1,79	1250	0,0003150	0,697	2,5	2,59	0,000816	620	9549	
12"-К12"	20269	0,0922	872	0,15	20	1,79	1250	0,0003150	0,697	2	2,269	0,000715	543	10092	
Для приладових віток приймаємо металопластикові трубопроводи фірми Herz PE-RT/Al/PE-HD - DхS =16х2, d _{вн} =													12 мм		
К12-а	3819	0,0174	164	12,65	12	1,86109	395,826	0,003103691	0,415	6,1	29,643	0,092002	11182	21273	
К12"-а"	3819	0,0174	164	12,4	12	1,86109	395,826	0,003103691	0,415	1,5	24,578	0,076281	2058	23331	
а-б	2959	0,0135	127	7	12	1,86109	395,826	0,003103691	0,321	1,5	14,528	0,045089	730	22004	
а"-б"	2959	0,0135	127	7	12	1,86109	395,826	0,003103691	0,321	1	14,028	0,043537	705	22709	
б-с	1930	0,0088	83	3,8	12	1,86109	395,826	0,003103691	0,210	1	8,0721	0,025053	173	22881	
б"-с"	1930	0,0088	83	3,8	12	1,86109	395,826	0,003103691	0,210	1	8,0721	0,025053	173	23054	
с-on1203	1160	0,0053	50	5,3	12	1,86109	395,826	0,003103691	0,126	3	12,864	0,039925	99	23153	
с"-on1203"	1160	0,0053	50	5,3	12	1,86109	395,826	0,003103691	0,126	3	12,864	0,039925	99	23252	
on1203	1160	0,0053	50	0	12	1,86109	395,826	0,003103691	0,126	1,6	1,6	0,004966	7412	30665	
													68,85	Втрати тиску на приладовій ділянці, Па	22631
													2410	Авторитет приладової ділянки, %	73,8
													<i>n.m.</i>	Авторитет радіаторного клапана, %	26,51

Результати розрахунку радіаторів

№ опал. приміщ.	Необхідна розрахункова теплова потужність	Витрата води у ОП	Температура води на вході у ОП	Перепад температури води в опал. приладі	Розрахункова температура приміщення	Температурний напір ОП	Теплоізоляція відкрито прокладених труб	Розрахункова теплова потужн. опал. приладу	Поправ. коеф. на витрату води в ОП	Поправ. коеф. на температурний напір ОП	Потрібний тепловий потік опал. приладу	Довжина опал. приладу	Фактичний тепловий потік опал. приладу	Нев'язка	Тип радіатора
№ прим.	$Q_1, \text{Вт}$	$G_{оп}, \text{кг/год}$	$t_{вх}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{о.н.}, ^\circ\text{C}$	$t_{вн}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_m, ^\circ\text{C}$	$Q_{тр}, \text{Вт}$	$Q_{оп}, \text{Вт}$	φ_1	φ_2	$Q_{побр.н.}, \text{Вт}$	мм	$Q_{н.ф.}, \text{Вт}$	$M, \%$	H=500мм
101	1074	46	80	20	22	48	0	1085	0,61	0,96	1795	1320	2037	13	22KV
102	800	34	80	20	20	50	0	808	0,65	0,95	1275	920	1420	11	22KV
103.1	605	26	80	20	22	48	0	611	0,61	0,95	1022	1000	1227	20	21KV
103.2	605	26	80	20	22	48	0	611	0,61	0,95	1022	1000	1227	20	21KV
104	1580	68	80	20	20	50	0	1596	0,65	0,97	2484	1320	2941	18	33KV
105	1580	68	80	20	20	50	0	1596	0,65	0,97	2484	1320	2941	18	33KV
106	1580	68	80	20	20	50	0	1596	0,65	0,97	2484	1320	2941	18	33KV
107	1010	43	80	20	20	50	0	1020	0,65	0,96	1602	1200	1852	16	22KV
108	1060	46	80	20	20	50	0	1071	0,65	0,96	1680	1200	1852	10	22KV
109	1060	46	80	20	20	50	0	1071	0,65	0,96	1680	1200	1852	10	22KV
110	1240	53	80	20	22	48	0	1252	0,61	0,96	2066	1120	2495	21	33KV
111	1190	51	80	20	22	48	0	1202	0,61	0,96	1984	1000	2228	12	33KV
112	1210	52	80	20	20	50	0	1222	0,65	0,96	1913	1000	2228	16	33KV
113	1590	68	80	20	20	50	0	1606	0,65	0,97	2500	1320	2941	18	33KV
114	900	39	80	20	22	48	0	909	0,612	0,956	1509	1120	1728	15	22KV
115	970	42	80	20	22	48	0	980	0,612	0,958	1624	1200	1852	14	22KV
116.1	595	26	80	20	20	50	0	601	0,646	0,948	953,94	920	1129	18	21KV
116.2	595	26	80	20	20	50	0	601	0,646	0,948	953,94	920	1129	18	21KV
117	1040	45	80	20	20	50	0	1050	0,646	0,959	1648,9	1200	1852	12	22KV
118	890	38	80	20	20	50	0	899	0,65	0,96	1415	1320	1620	14	21KV
											34097		39492	15,8	

Продовження додатку Е

201/1101	895	38	80	20	22	48	0	904	0,61	0,96	1500	1120	1728	15	22KV
202/1102	665	29	80	20	20	50	0	672	0,65	0,95	1064	1000	1227	15	21KV
203.1/1103.1	504	22	80	20	22	48	0	509	0,61	0,95	854	1120	944	11	11KV
203.1/1103.2	504	22	80	20	22	48	0	509	0,61	0,95	854	1120	944	11	11KV
204/1104	1312	56	80	20	20	50	0	1325	0,65	0,96	2071	1120	2495	20	33KV
205/1105	1309	56	80	20	20	50	0	1322	1	1	2066	1120	2495	21	33KV
206/1106	1312	56	80	20	20	50	0	1325	0,646	0,964	2070,8	1120	2495	20	33KV
207/1107	839	36	80	20	20	50	0	847	1	0,955	1336	1000	1543	16	22KV
208/1108	876	38	80	20	20	50	0	885	1	0,956	1394	1000	1543	11	22KV
209/1109	876	38	80	20	20	50	0	885	1	0,956	1393	1000	1543	11	22KV
210/1110	1028	44	80	20	22	48	0	1038	0,612	0,959	1719,3	1320	2037	18	22KV
211/1111	990,2	43	80	20	22	48	0	1000	0,612	0,958	1657,2	1200	1852	12	22KV
212/1112	1002	43	80	20	20	50	0	1012	0,646	0,958	1589,4	1200	1852	17	22KV
213/1113	1319	57	80	20	20	50	0	1332	1	1	2082	1120	2495	20	33KV
214/1114	746,6	32	80	20	22	48	0	754	0,612	0,953	1256,4	920	1420	13	22KV
215/1115	804,2	35	80	20	22	48	0	812	0,612	0,954	1351,5	1000	1543	14	22KV
216.1/1116.1	989,6	43	80	20	20	50	0	1000	0,646	0,958	1570,6	1120	1728	10	22KV
216.2/1116.2	989,6	43	80	20	20	50	0	1000	0,646	0,958	1570,6	1120	1728	10	22KV
217/1117	860,2	37	80	20	20	50	0	869	0,646	0,956	1368,9	1000	1543	13	22KV
218/1118	739	32	80	20	20	50	0	747	0,65	0,95	1180	1120	1374	16	21KV
											29949		34529	15,3	
1201	1029	44	80	20	22	48	0	1040	0,61	0,96	1722	1320	2037	18	22KV
1202	770	33	80	20	20	50	0	778	0,65	0,95	1228	920	1420	16	22KV
1203.1	580	25	80	20	22	48	0	586	0,61	0,95	981	920	1129	15	21KV
1203.1	580	25	80	20	22	48	0	586	0,61	0,95	981	920	1129	15	21KV
1204	1510	65	80	20	20	50	0	1525	0,646	0,966	2376,2	1200	2674	13	33KV
1205	1510	65	80	20	20	50	0	1525	1	1	2376	1200	2674	13	33KV

Продовження додатку Е

1206	1510	65	80	20	20	50	0	1525	0,646	0,966	2376,2	1200	2674	13	33KV
1207	970	42	80	20	20	50	0	980	0,646	0,958	1540	1120	1728	12	22KV
1208	1010	43	80	20	20	50	0	1020	0,646	0,959	1602,2	1200	1852	16	22KV
1209	1010	43	80	20	20	50	0	1020	0,646	0,959	1602,2	1120	1852	16	22KV
1210	1190	51	80	20	22	48	0	1202	0,612	0,962	1984,2	1000	2228	12	33KV
1211	1140	49	80	20	22	48	0	1151	0,612	0,961	1902,4	1000	2228	17	33KV
1212	1160	50	80	20	20	50	0	1172	0,646	0,961	1835,1	1320	2037	11	22KV
1213	1520	65	80	20	20	50	0	1535	0,646	0,966	2391,7	1200	2674	12	33KV
1214	860	37	80	20	22	48	0	869	0,612	0,956	1443,3	1120	1728	20	22KV
1215	930	40	80	20	22	48	0	939	0,612	0,957	1558,3	1120	1728	11	22KV
1216.1	570	25	80	20	20	50	0	576	0,646	0,948	914,64	1200	1012	11	11KV
1216.1	570	25	80	20	20	50	0	576	0,646	0,948	914,64	1200	1012	11	11KV
1217	990	43	80	20	20	50	0	1000	0,646	0,958	1571,1	1120	1728	10	22KV
1218	860	37	80	20	20	50	0	869	0,646	0,956	1369	1000	1543	13	22KV
											32669		37087	14	

Гідравлічний розрахунок подавальних трубопроводів системи гарячого водопостачання

Номер ділянки	Довжина ділянки l , м	Число приладів приєднаних до розрахункової ділянки N , шт	U	ρ	N^*P	Розрахункова витрата на ділянці q , л/с	Діаметр d , мм	Швидкість V , м/с	Втрати напору за довжиною, мм		
									1000і, мм	на ділянці $H=1000i^*l$, мм	на ділянці $\sum H_{i,tot}$
1.-2.	1,12	1	6	0,092593	0,092593	0,27	20	0,85	128	143,36	186,368
2.-3.	0,64	2	6	0,046296	0,092593	0,273	20	0,854	131	83,84	108,992
3.-4.	0,7	4	6	0,023148	0,092593	0,28	20	0,876	137	95,9	124,67
4.-5.	3	6	12	0,030864	0,185185	0,305	20	0,955	160	480	624
5.-6.	3	8	18	0,034722	0,277778	0,33	20	1,03	186	558	725,4
6.-7.	3	10	24	0,037037	0,37037	0,35	20	1,09	206,4	619,2	804,96
7.-8.	3	12	30	0,03858	0,462963	0,37	20	1,15	230	690	897
8.-9.	3	14	36	0,039683	0,555556	0,39	20	1,22	254	762	990,6
9.-10.	3	16	42	0,040509	0,648148	0,41	25	0,768	77,2	231,6	301,08
10.-11.	3	18	48	0,041152	0,740741	0,425	25	0,795	82,9	248,7	323,31
11.-12.	3	20	54	0,041667	0,833333	0,44	25	0,822	88,5	265,5	345,15
12.-13.	3	22	60	0,042088	0,925926	0,46	25	0,822	95,9	287,7	374,01
13.-14.	3	24	66	0,042438	1,018519	0,48	25	0,894	103	309	401,7
14.-15.	6,5	24	72	0,046296	1,111111	0,48	25	0,894	103	669,5	870,35
15.-16.	4,61	60	96	0,024691	1,481481	0,74	32	0,774	53,8	248,018	322,4234
16.-17.	2,14	84	144	0,026455	2,222222	0,895	32	1,19	76,2	163,068	211,9884
17.-18.	9,58	132	192	0,022447	2,962963	1,18	32	1,23	128	1226,24	7612,002
18.19.	0,54	168	216	0,019841	3,333333	1,38	40	1,09	85,9	46,386	60,3018
19.-20.	7,25	204	240	0,018155	3,703704	1,57	40	1,25	110	797,5	1036,75
										$\sum H_{i,tot} =$	16321,06

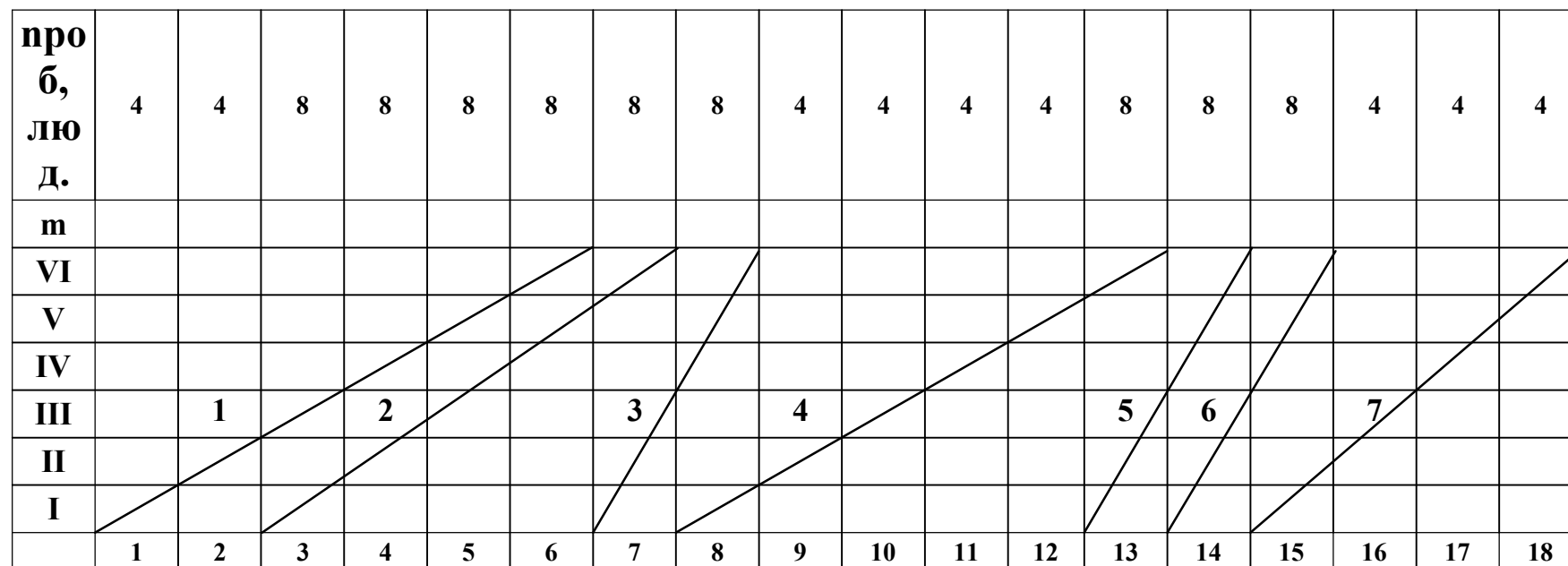
Календарний план-графік виконання робіт по теплопостачанню виробничих приміщень (послідовний метод будівництва)

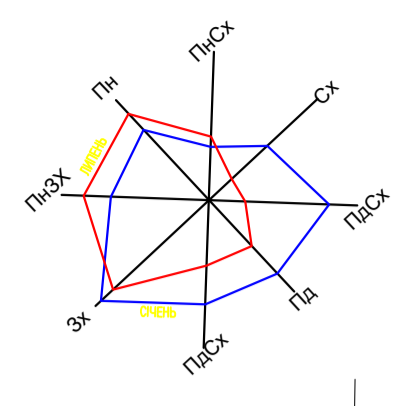
№ п/п	Перелік робіт	Основа для визначення норм часу	Кількість	Норми часу				Трудозатрати				Склад бригади, ланки, розряд, кількість	Середній розряд робіт	Кількість робітників, чол.	Тривалість робіт, днів	% виконання норм	Календарні дати робочих днів																														
				люд.-год./од.вим.	маш.-год./од.вим.	люд.-год.	маш.-год.	люд.-дн.	маш.-дн.	Листопад-2025																											Серпень-2025										
										1	2						3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23	24	25	26	27	31	1			
				Робочі дні																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27					
1	Монтаж розподільних трубопроводів водяної системи опалення із сталевих неокінкованих водогазопровідних труб, м, при умовному діаметрі труб, мм	25	16-6-3	100м	1,76	48,71	1,19	85,73	2,09	24,36	0,60	5р-1;4р-2;3р-2	3,9	4	6	104	6(4)																														
	32	16-6-4	100м	1,55	48,71	1,19	75,50	1,84																																							
	40	16-6-5	100м	0,69	48,71	1,19	33,61	0,82																																							
2	Монтаж розподільних трубопроводів водяної системи опалення із сталевих неокінкованих водогазопровідних труб, м, при умовному діаметрі труб, мм	50	16-9-1	100м	0,57	90,69	4,23	51,69	2,41	20,91	1,44	5р-1;4р-3;3р-1	3,9	4	5	112	5(4)																														
	65	16-9-2	100м	0,47	107,42	4,79	50,49	2,25																																							
	Установка арматури трубопроводної, шт, умовним діаметром, мм	до 50 мм	16-15-2	шт	38	2,41	0,12	91,58	4,56																																						
	Установка повітрозбірників, шт, зовнішнім діаметром, мм	до 250 мм	18-17-7	шт	19	1,82	0,12	34,58	2,28																																						
3	Установка регістрів із сталевих труб, м, при умовному діаметрі нитки, мм	50	18-9-5	100м	0,77	24,44	1,29	18,82	0,99	8,85	0,50	5р-1;4р-1;3р-1	3,9	4	2	117	2(4)																														
	70	18-9-6	100м	0,46	24,44	1,29	11,24	0,59																																							
	80	18-9-7	100м	0,42	39,20	2,34	16,46	0,98																																							
	100	18-9-8	100м	0,62	39,20	2,34	24,30	1,45																																							
4	Монтаж підводок (з терморегуляторами), м, при умовному діаметрі, мм	15	16-6-1	100м	1,01	48,71	1,19	49,20	1,20	25,23	0,95	5р-1;4р-3;3р-1	3,9	4	6	109	6(4)																														
	20	16-6-2	100м	0,62	48,71	1,19	30,20	0,74																																							
	25	16-6-3	100м	1,26	48,71	1,19	61,37	1,50																																							
6	Установка секцій водопідігрівників швидкоістихлих поверхню нагріву однієї секції, м2	до 8 м2	18-4-2	шт	5,00	5,36	0,91	26,80	4,55	7,86	0,68	5р-1;4р-1;3р-2	3,7	4	2	107	2(4)																														
	Установка круглих баків розширювальних місткістю, м3	до 1,5 м3	18-10-11	шт	2,00	18,04	0,46	36,08	0,92																																						
7	Установка розподільчих вузлів-гребенок із сталевих труб, шт, зовнішній діаметр корпусу, мм	до 400 мм	18-15-2	шт	2,00	11,25	0,22	22,50	0,44	8,84	0,36	5р-1;4р-1;3р-1	3,9	4	2	115	2(4)																														
	Установка арматури трубопроводної фланцевої, шт, умовним діаметром, мм	до 50 мм	16-15-2	шт	20	2,41	0,12	48,20	2,40																																						
8	Установка арматури трубопроводної фланцевої, шт, умовним діаметром, мм	до 100 мм	16-15-3	шт	27	2,41	0,12	65,07	3,24	16,28	1,89	5р-2;4р-2	4,5	4	4	114	4(4)																														
	Гідрравлічне випробування системи теплопостачання, м, діаметр труб, мм	до 100 мм	16-29-2	100м	7,93	8,22	1,50	65,18	11,90																																						

Календарний план-графік виконання робіт по тепlopостачанню виробничих приміщень (потоковий метод будівництва)

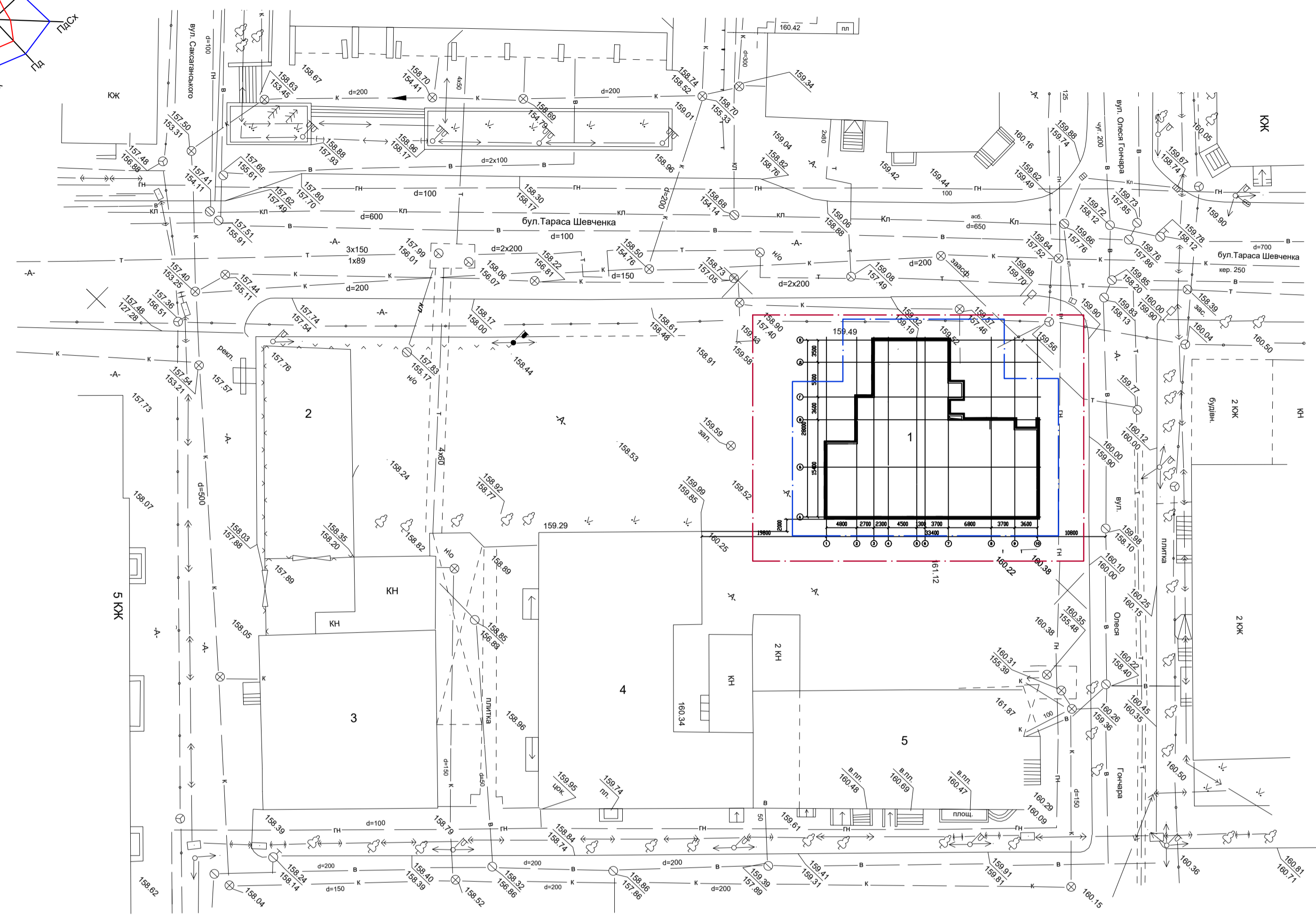
№ п/п	Перелік робіт	Основа для визначення норм часу	Кількість	Норми часу		Трудозатрати				Склад бригади, ланки: розряд, кількість	Середній розряд робіт	Кількість робітників, чел.	Тривалість робіт, днів	% виконання норм	Календарні дати робочих днів																						
				люд.-го д. /од.вим.	маш.-го д. /од.вим.	люд.-го д.	маш.-го д.	люд.-дн.	маш.-дн.						Липень-2025																						
															1	2	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
															Робочі дні																						
1	Монтаж розподільних трубопроводів водяної системи опалення із сталевих неоцинкованих водогазопровідних труб, м, при умовному діаметрі труб, мм	25	100м	1,76	48,71	1,19	85,73	2,09	24,36	0,60	5р-1;4р-2;3р-2	3,9	4	6	104	6(4)																					
		32	100м	1,55	48,71	1,19	75,50	1,84																													
		40	100м	0,69	48,71	1,19	33,61	0,82																													
2	Монтаж розподільних трубопроводів водяної системи опалення із сталевих неоцинкованих водогазопровідних труб, м, при умовному діаметрі труб, мм	50	100м	0,57	90,69	4,23	51,69	2,41	20,91	1,44	5р-1;4р-3;3р-1	3,9	4	5	112	5(4)																					
		65	100м	0,47	107,42	4,79	50,49	2,25																													
	Установка арматури трубопровідної, шт, умовним діаметром, мм	до 50 мм	шт	38	2,41	0,12	91,58	4,56																													
	Установка повітрозбірників, шт, зовнішнім діаметром, мм	до 250 мм	шт	19	1,82	0,12	34,58	2,28																													
3	Установка регістрів із сталевих труб, м, при умовному діаметрі нитки, мм	50	100м	0,77	24,44	1,29	18,82	0,99	8,85	0,50	5р-1;4р-1;3р-1	3,9	4	2	117	2(4)																					
		70	100м	0,46	24,44	1,29	11,24	0,59																													
		80	100м	0,42	39,20	2,34	16,46	0,98																													
		100	100м	0,62	39,20	2,34	24,30	1,45																													
4	Монтаж підводок (з терморегуляторами), м, при умовному діаметрі, мм	15	100м	1,01	48,71	1,19	49,20	1,20	25,23	0,95	5р-1;4р-3;3р-1	3,9	4	6	109	6(4)																					
		20	100м	0,62	48,71	1,19	30,20	0,74																													
		25	100м	1,26	48,71	1,19	61,37	1,50																													
	Установка арматури трубопровідної, шт, умовним діаметром, мм	до 25 мм	шт	38	2,41	0,11	91,58	4,18																													
5	Установка секцій водопідігрівників швидкісних поверхнею нагріву однієї секції, м2	до 8 м2	шт	5,00	5,36	0,91	26,80	4,55	7,86	0,68	5р-1;4р-1;3р-2	3,7	4	2	107	2(4)																					
	Установка круглих баків розширювальних місткістю, м3	до 1,5 м3	шт	2,00	18,04	0,46	36,08	0,92																													
6	Установка розподільчих вузлів-гребінок із сталевих труб, шт, зовнішній діаметр корпусу, мм	до 400 мм	шт	2,00	11,25	0,22	22,50	0,44	8,84	0,36	5р-1;4р-1;3р-1	3,9	4	2	115	2(4)																					
	Установка арматури трубопровідної фланцевої, шт, умовним діаметром, мм	до 50 мм	шт	20	2,41	0,12	48,20	2,40																													
7	Установка арматури трубопровідної фланцевої, шт, умовним діаметром, мм	до 100 мм	шт	27	2,41	0,12	65,07	3,24	16,28	1,89	5р-2;4р-2	4,5	4	4	114	4(4)																					
	Гідрравлічне випробування системи тепlopостачання, м, діаметр труб, мм	до 100 мм	100м	7,93	8,22	1,50	65,18	11,90																													

Графік-циклограма потокового будівництва тепlopостачання виробничих приміщень (за умовної захватки m=1 день)





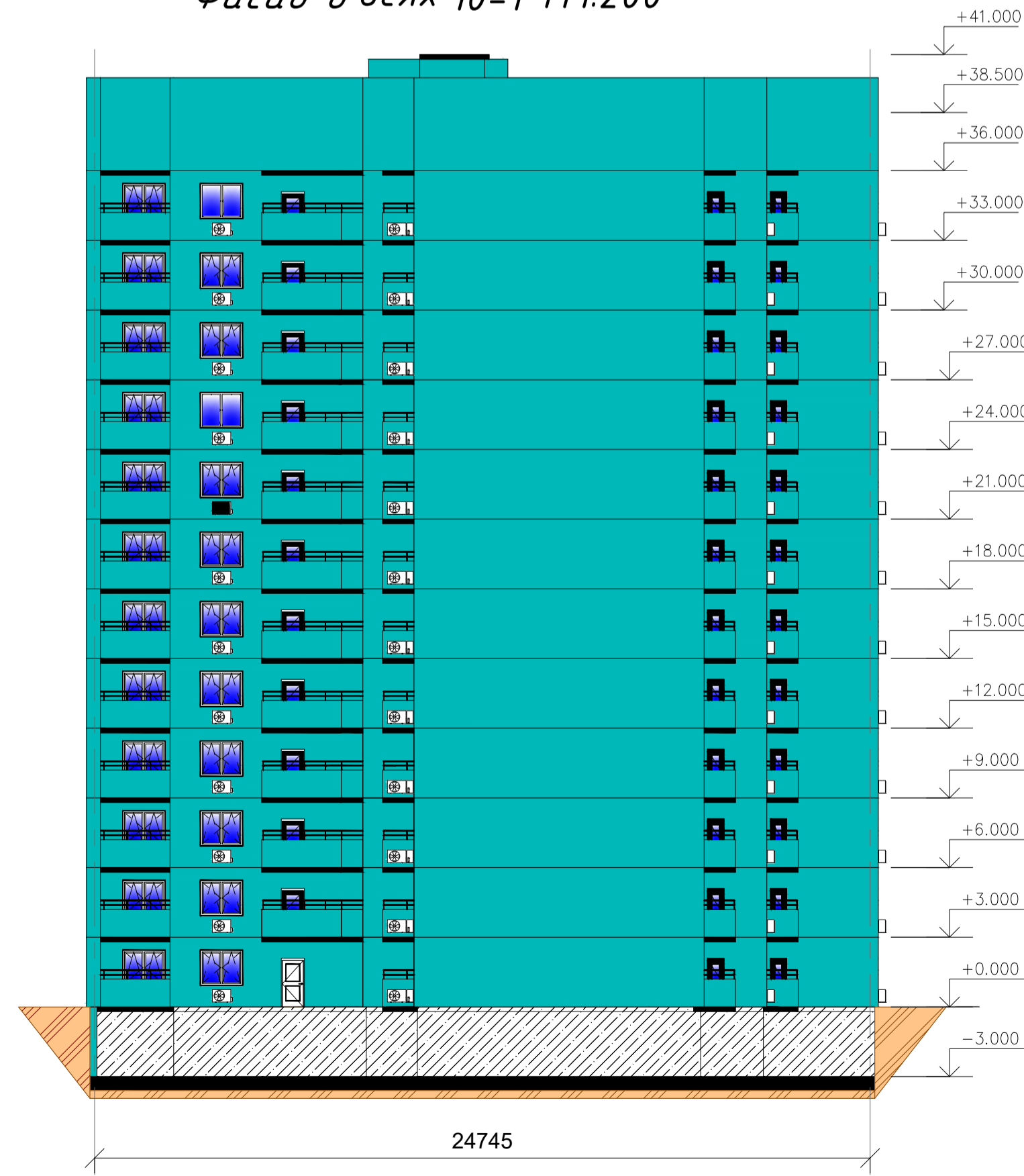
Генплан



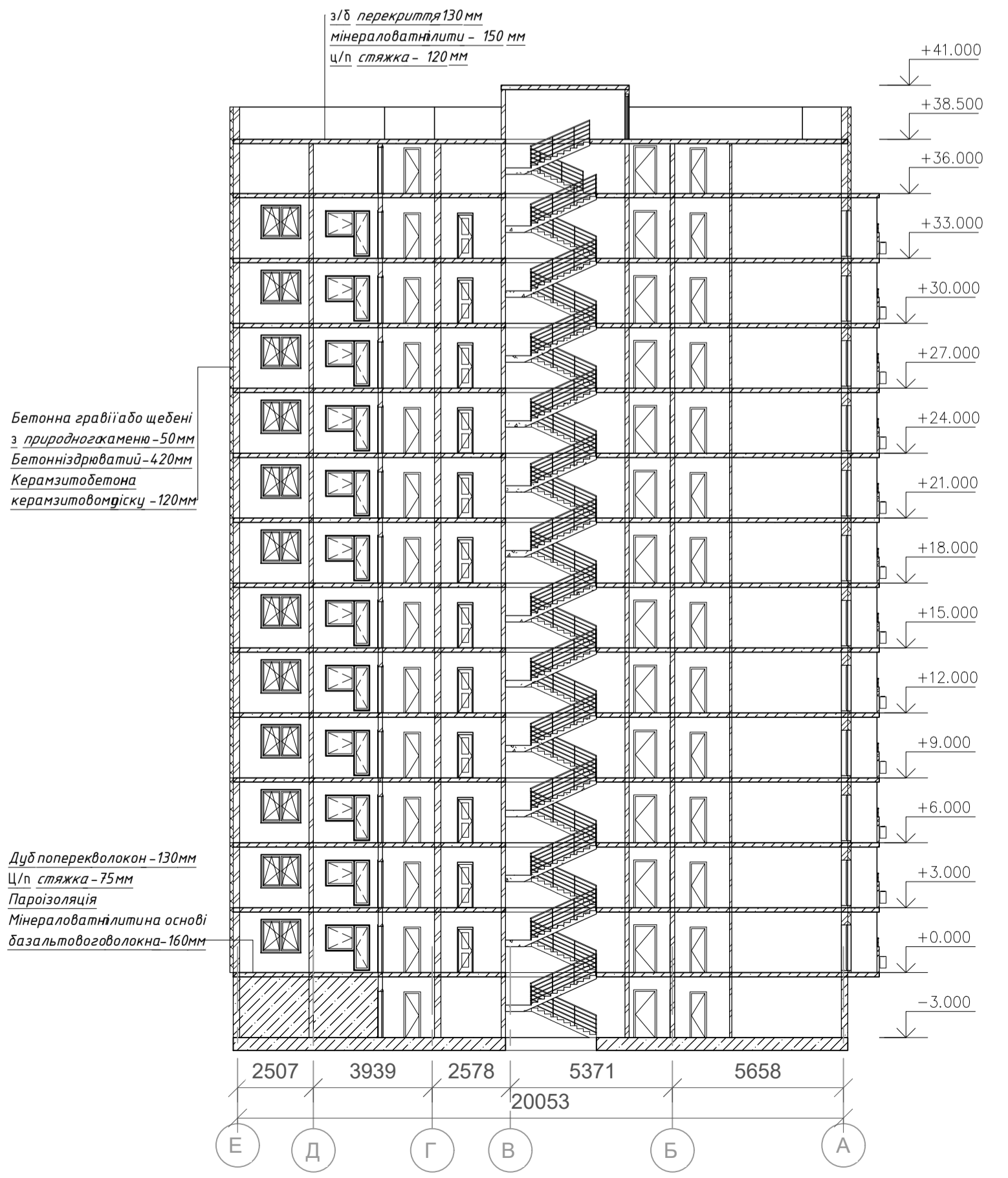
вигляд будинку 3D



Фасад в осях 10-1 М1:200



Розріз 1-1



Умовні позначення:

- — — — — Межа благоустрою
- — — — — Межа ділянки
- Проектована будівля

Основні показники по генплану

N п/п	НАЙМЕНУВАННЯ	ОД. ВИМІРУ	КІЛЬКІСТЬ
1	Площа ділянки	кв.м	2000
2	Площа забудови	кв.м	645
3	Площа покриття	кв.м	422
4	Площа озеленення	кв.м	144

Відомість житлових і громадських будівель і споруд

№ по ген-плану	Позначення типового проекту	Кільк. пов.	Кільк. б-ль	Площа				Буд.об'єм	
				Забудови б-лі	Забудови всього	Загальна б-лі	Загальна всього	б-лі	всього
1	Житловий будинок	12	1	645.0	645.0	689.4	689.4	24832.5	24832.5
2	Офісна будівля	4	1	754.4	754.4	877.2	877.2	16338.2	16338.2
3	Існуюча будівля	5	1	443.2	443.2	513.9	513.9	13851.0	13851.0
4	Існуюча будівля	5	1	671.9	671.9	779.4	779.4	18141.3	18141.3
5	Тимчасова автопарківка	1	1	831.0	831.0	964.0	964.0	14958.0	14958.0

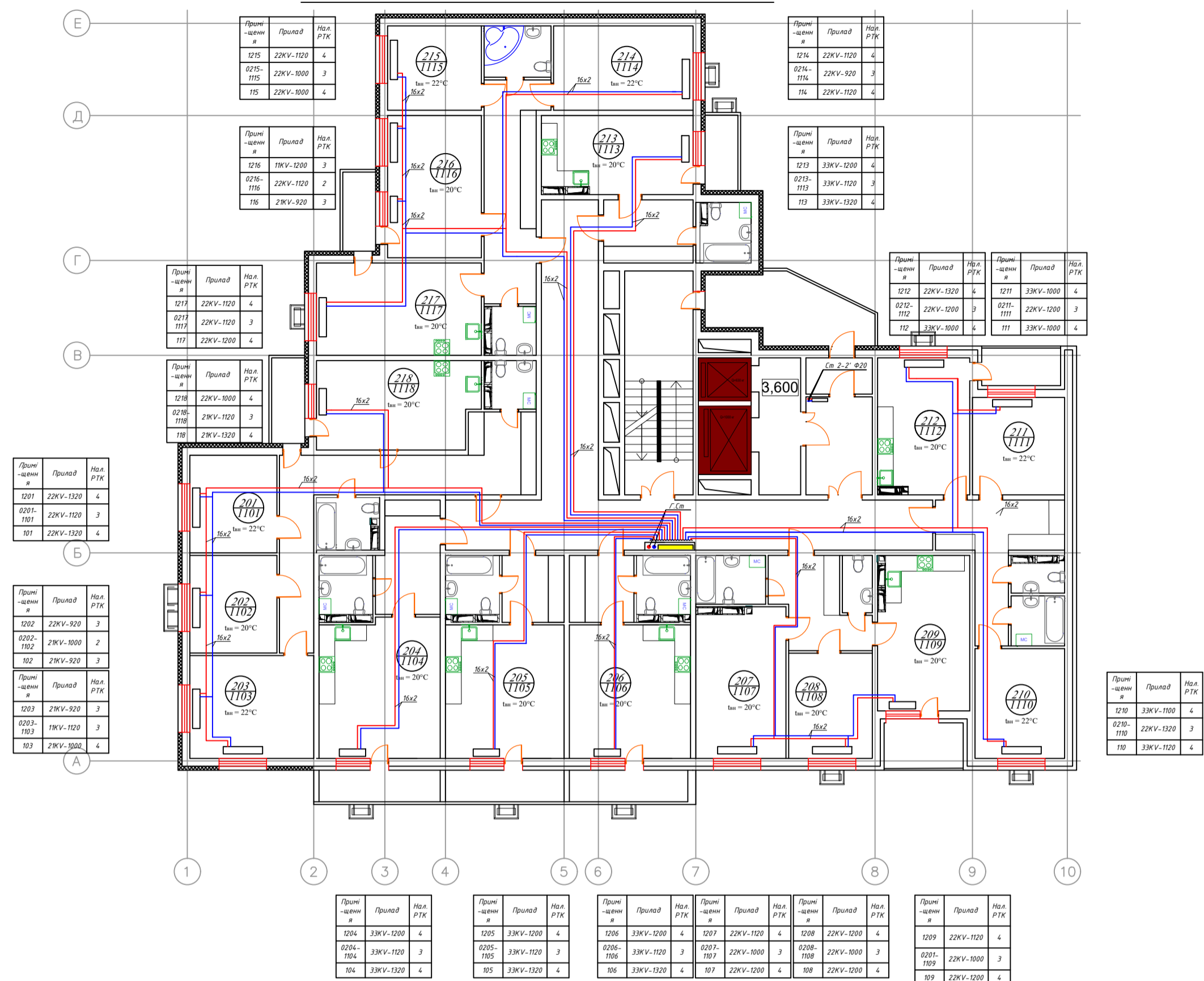
Кваліфікаційна робота

Опалення та гаряче водопостачання 12-поверхового житлового будинку в м. Одеса

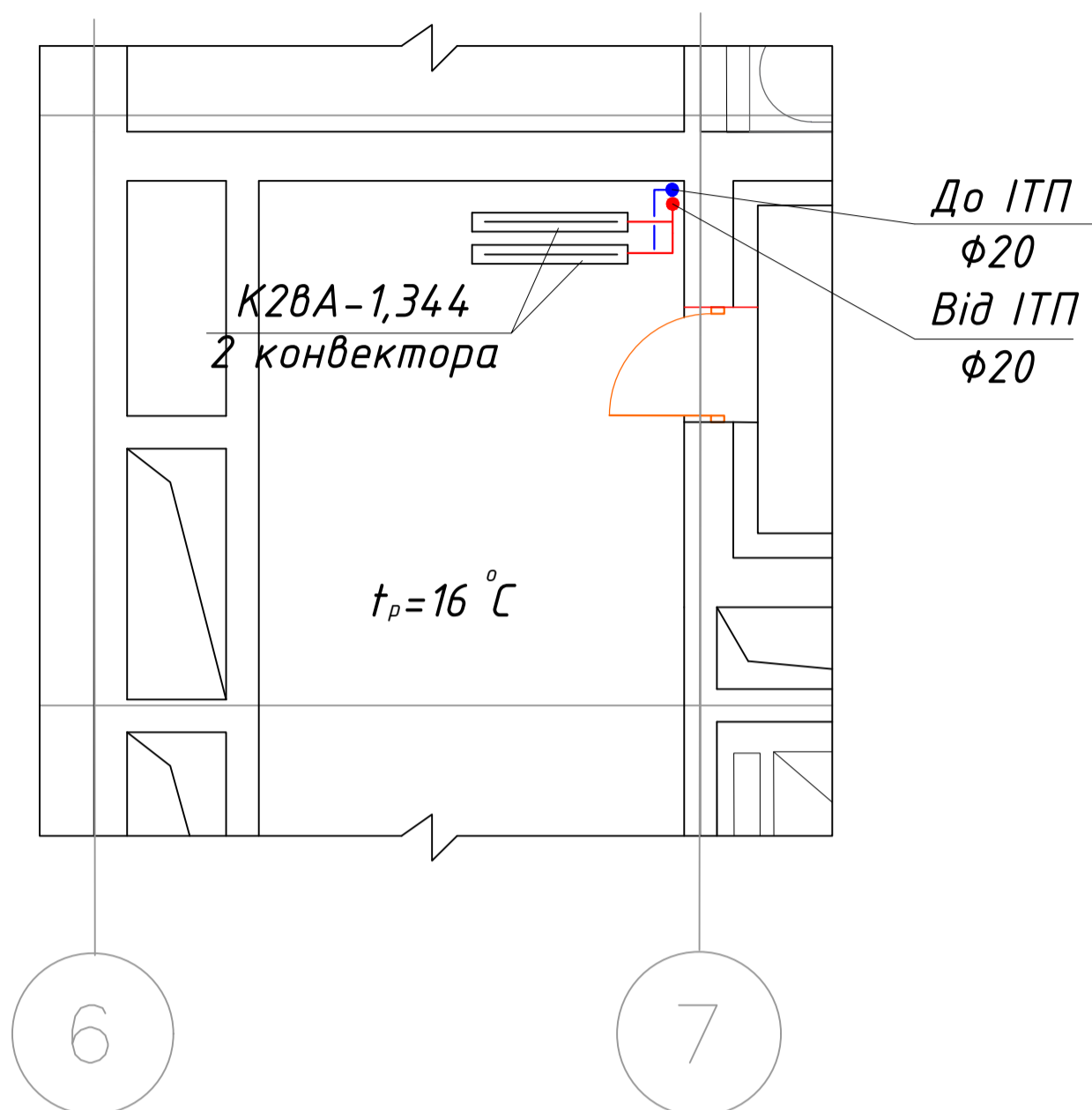
Характеристика будівельного об'єкта		стор.	лист	листв
		1	7	

КНУБА ТБ-20

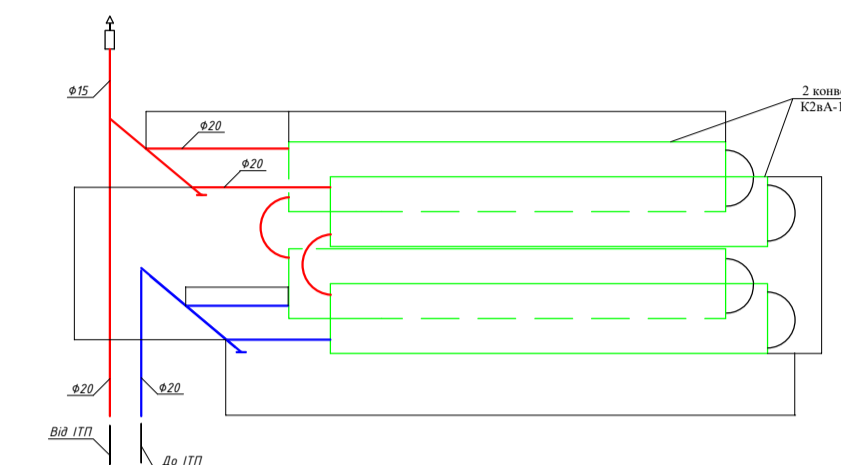
ПЛАН ТИПОВОГО ПОВЕРХУ



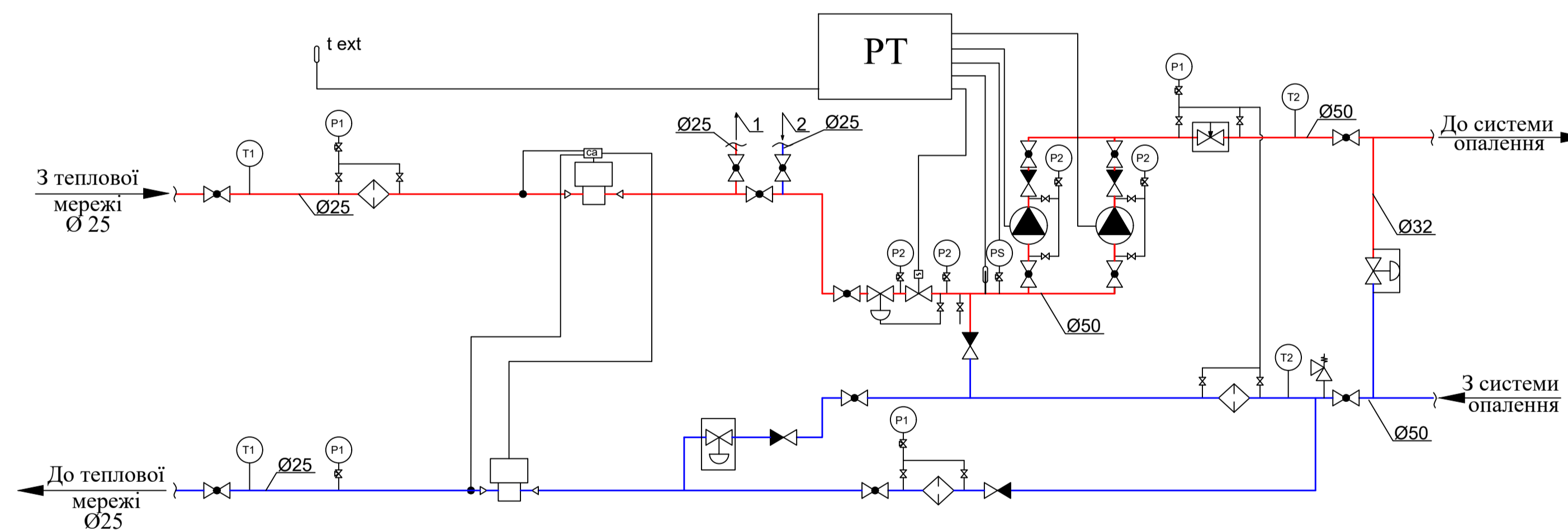
ФРАГМЕНТ ПЛАНУ ПЕРШОГО ПОВЕРХУ



ОПАЛЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД СХОДОВОГО ХОЛУ



Модульний блок системи опалення в ІТП



Примітка: 1 - До ОП сходового і ліфтового холів Ø20
2 - Від ОП сходового і ліфтового холів Ø20

ПЛАН ПІДВАЛУ



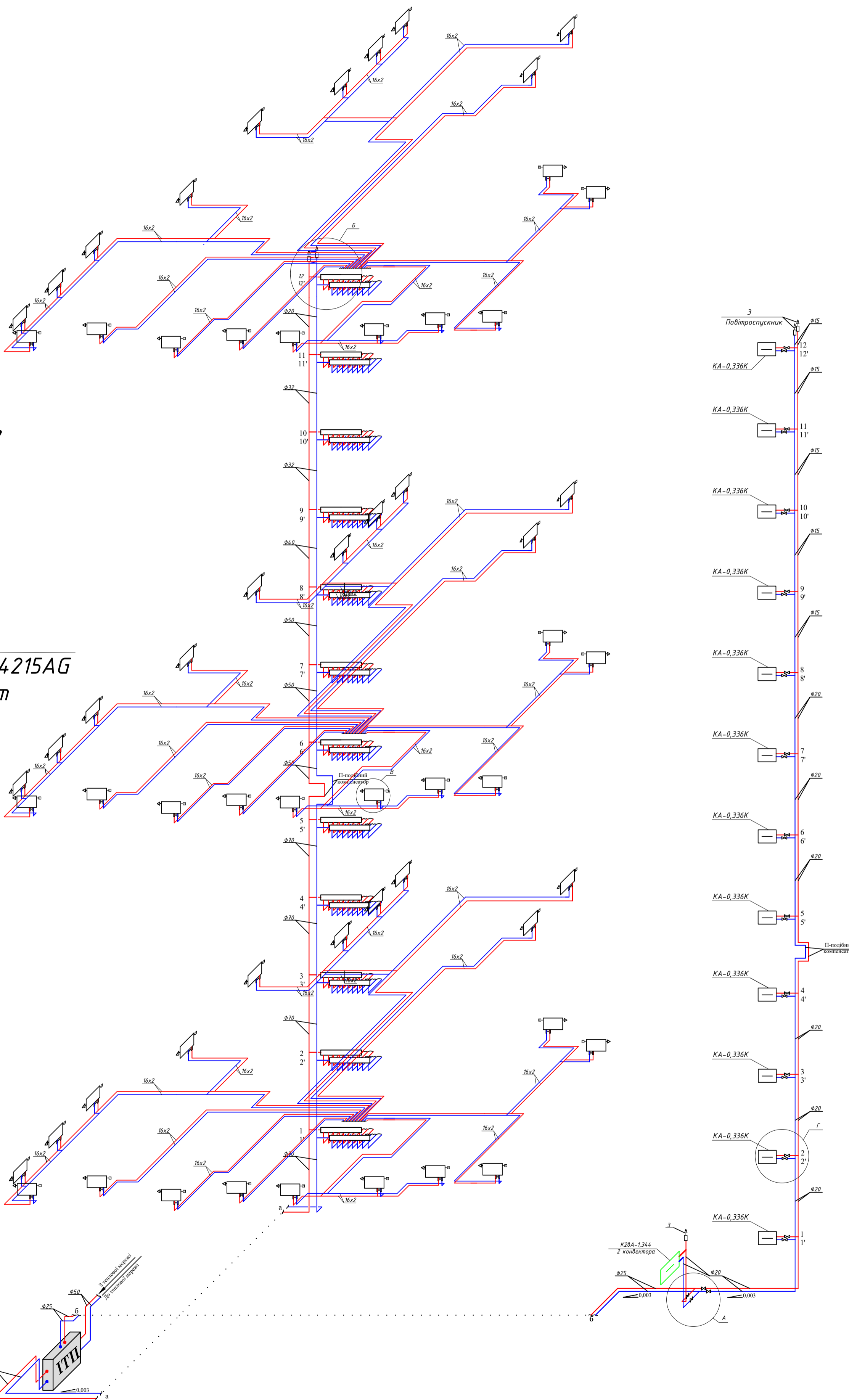
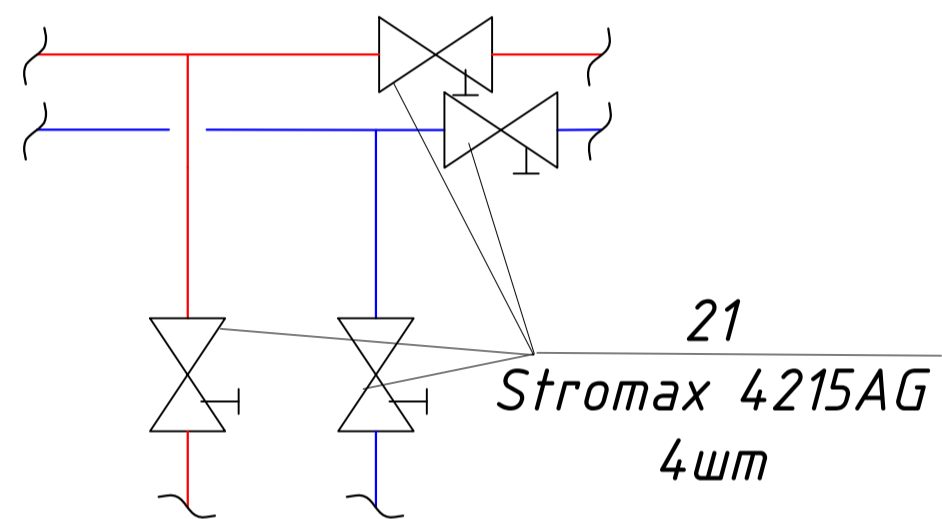
СПЕЦИФІКАЦІЯ ІТП

№	Позначення	Найменування	К-ть	Розмірність	Примітки
1	Wilo Stratos-D32M	Насос	2	шт	
2	1 4007 06	Регулятор перепаду тиску	1	шт	Ø50
3	1 4111 03	Фільтр Herz 4111	3	шт	
4	1 2622 13	Клапан зворотний	2	шт	
5	1 2228 11	Кран кульовий Herz 2228	13	шт	Ø15
6	1 4017 30	Вентиль баланс. Herz 4017 ML	2	шт	Ø50
7	F 7793 70	Контроллер Herz F-100	1	шт	
8	F 7793 60	Датчик температури зовн. повітря Herz Pt1000	1	шт	HERZ
9	F 7793 41	Датчик температури теплоносія	1	шт	HERZ
10	Metronic M 4 JS 15	Теплоічильник	1	шт	
11	1 2228 06	Кран кульовий Herz 2228	2	шт	Ø50

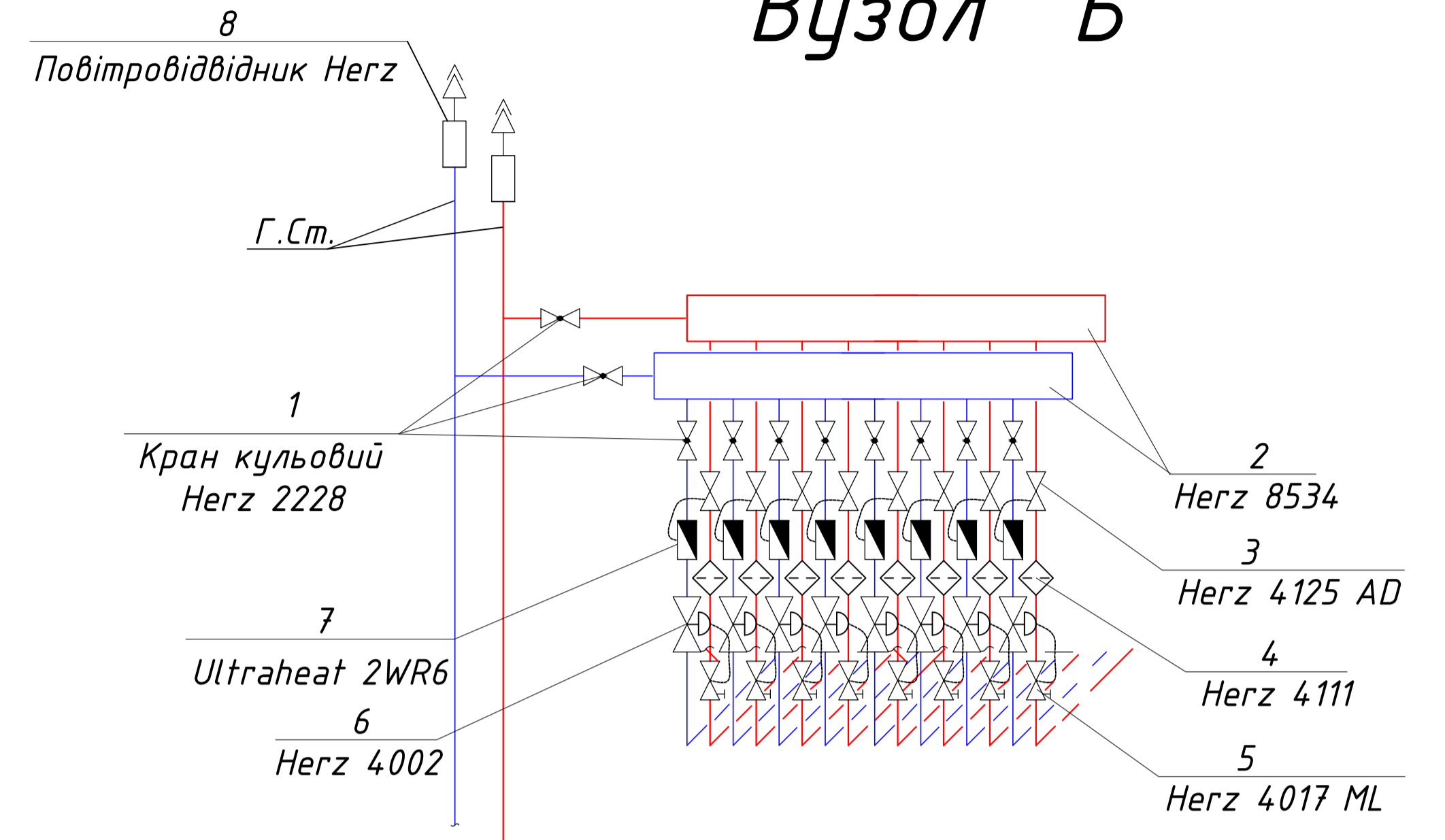
Кваліфікаційна робота						
Опалення та гаряче водопостачання 12-поверхового житлового будинку в м. Одеса						
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив	Неговська М.Б.					
Керівник	Чегурна Н.В.					
Опалення					стадія	листів
					2	7
План типового поверху та підвалу. Ассиметрична схема опалення, специфікація вузла, опалювальний прилад сходового холу. Схема ІТП, фрагмент першого поверху.					КНУБА ТВ-20	
Зав. кафедри Кириченко М.А.						

АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

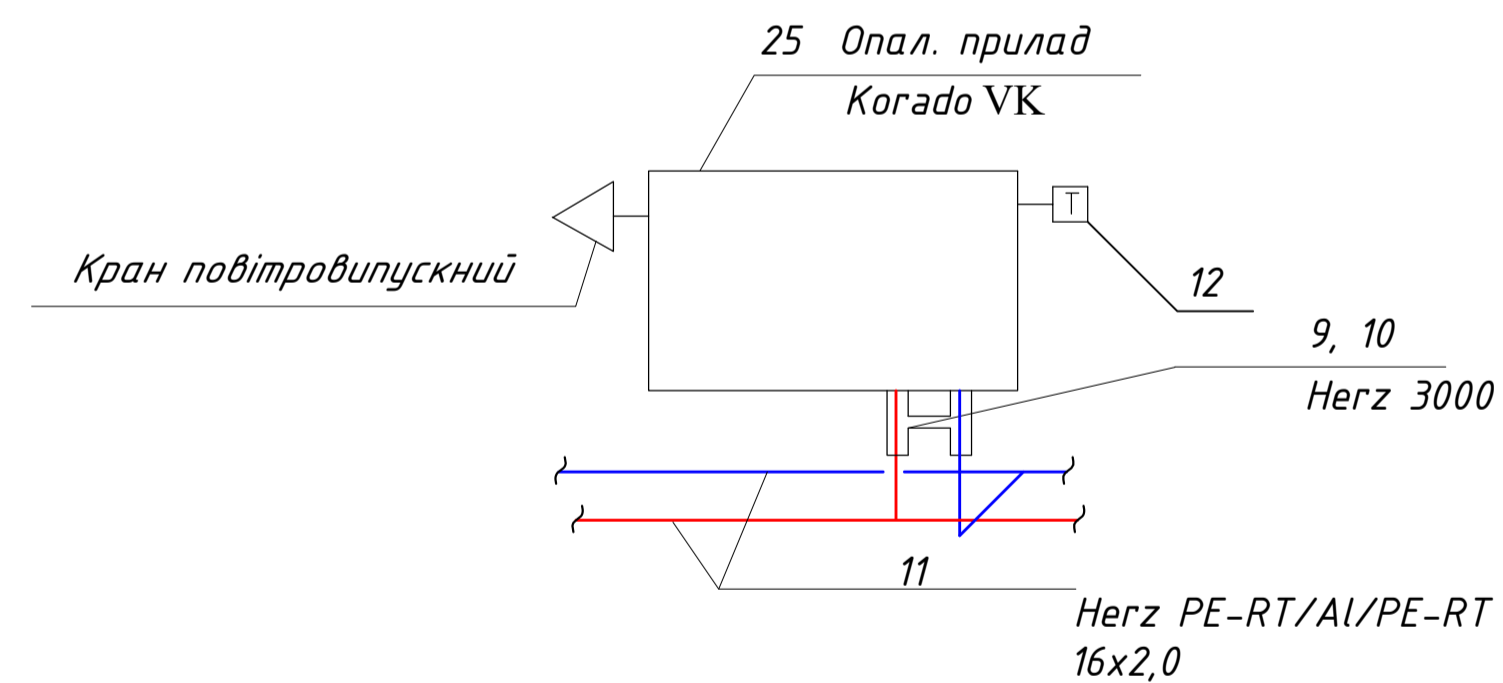
Вузол "А"



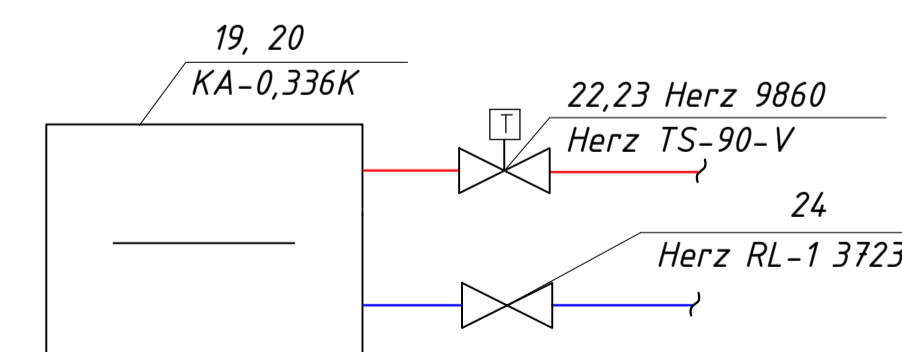
Вузол "Б"



Вузол "В"



Вузол "Г"



СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

№	Позначення	Найменування	К-ть	Розмірність	Примітки
1	1 2228 11	Кран кульбовий Herz 2228	120	шт	Ø15
2	1 8534 04	Розподільник Herz 8534	12	шт	G3/4", 4 отв.
3	1 4125 71	Вентиль запірний Herz 4125 AD	96	шт	Ø15
4	1 4111 01	Фільтр Herz 4111	96	шт	Ø15
5	1 4017 30	Вентиль баланс. Herz 4017 ML	96	шт	Ø15
6	1 4002 41	Регул. перепаду тиску Herz 4002	96	шт	Ø15
7	GROSS WMZ-UA	Тепловізичний GROSS WMZ-UA	96	шт	Ø15
8	1 0117 41	Авт.повітровипускник Herz	5	шт	Ø15
9	1 3766 41	Вузол підключення Herz 3000	240	шт	Кутювий
10	1 6098 03	Фітінг Herz 6098	480	шт	16x2,0-G _{3/4}
11	3 D160 20	Труба Herz PE-RT/Al/PE-RT	3500	м	16x2,0
12	1 7230 06	Головка термостатична Herz	240	шт	
	ДСТУ 8936:2019*	Труба сталевая водогазопровідна зварна			
13	ДСТУ 8936:2019*		d = 20	12	м
14	ДСТУ 8936:2019*		d = 25	28	м
15	ДСТУ 8936:2019*		d = 32	16	м
16	ДСТУ 8936:2019*		d = 40	28	м
17	ДСТУ 8936:2019*		d = 50	30	м
18	Термомоноспраст S	Термомонітор	114	м	в асортименті відкритий
19	КА-0,336К	Конектор "Акора"	12	шт	
20	K2A-1,646K	те ж саме	2	шт	
21	1 4125 62	Вентиль запірний Herz 4125 D	4	шт	Ø20
22	1 7723 67	РПК Herz TS-90-V	13	шт	Лінійний на складний вентиль
23	1 9860 10	Гол. термостатична "Термусел"	13	шт	в асортименті відкритий
24	Herz RL-1 3723	Вентиль радіаторний d _у = 15	13	шт	
25	VONOVA KV	Радіатор сталевий панельний	240	шт	в асортименті відкритий, кожен панельний коштує по 100
26	Herz 8569	Розподільний шкаф	12	шт	

Кваліфікаційна робота

Опалення та гаряче водопостачання
12- поверхового житлового будинку в м. Одеса

Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розробка					
Корекція					
Зав. кафедри					

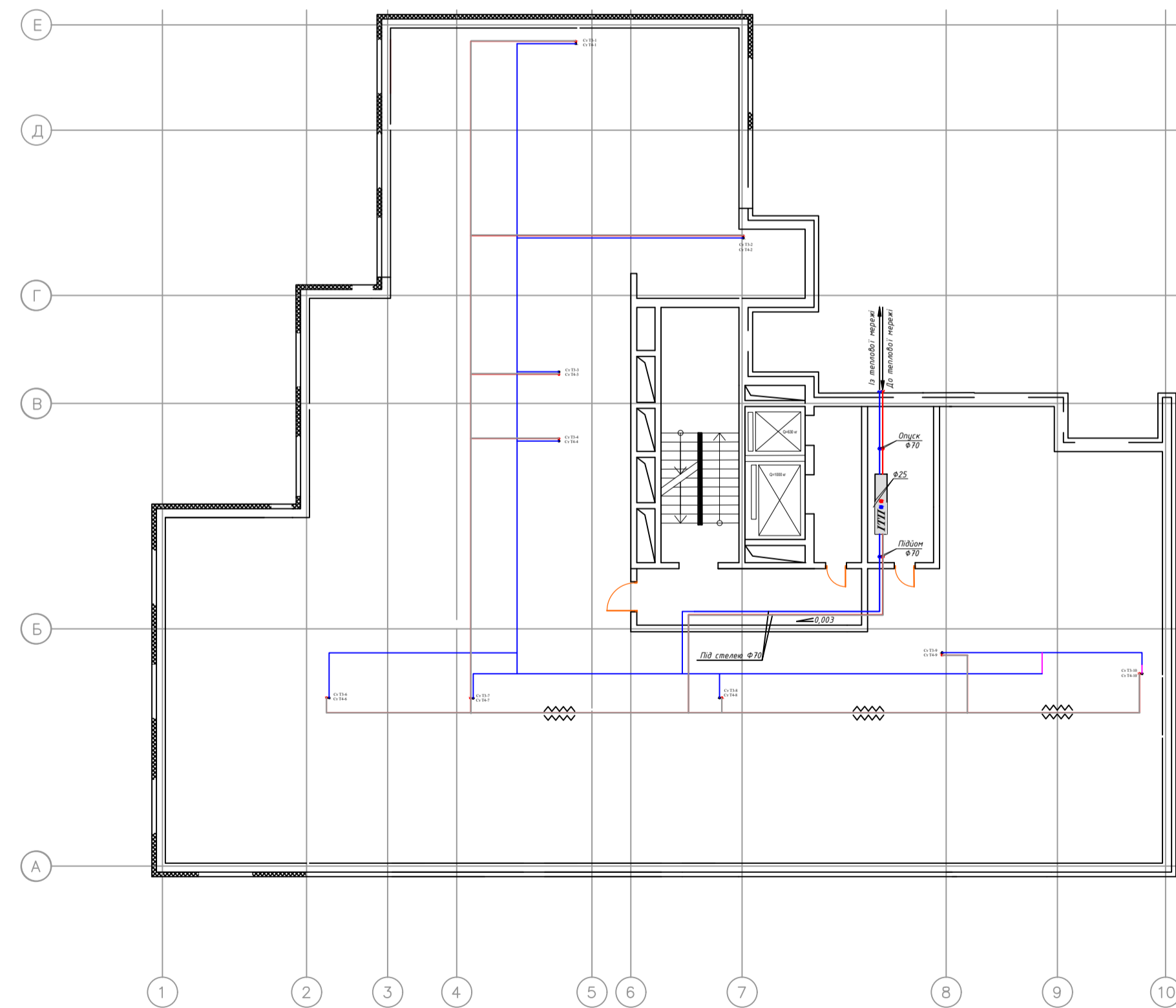
Опалення	етапів	лишт	лиштів
		3	7

КНУБА ТБ-20
Формат А1

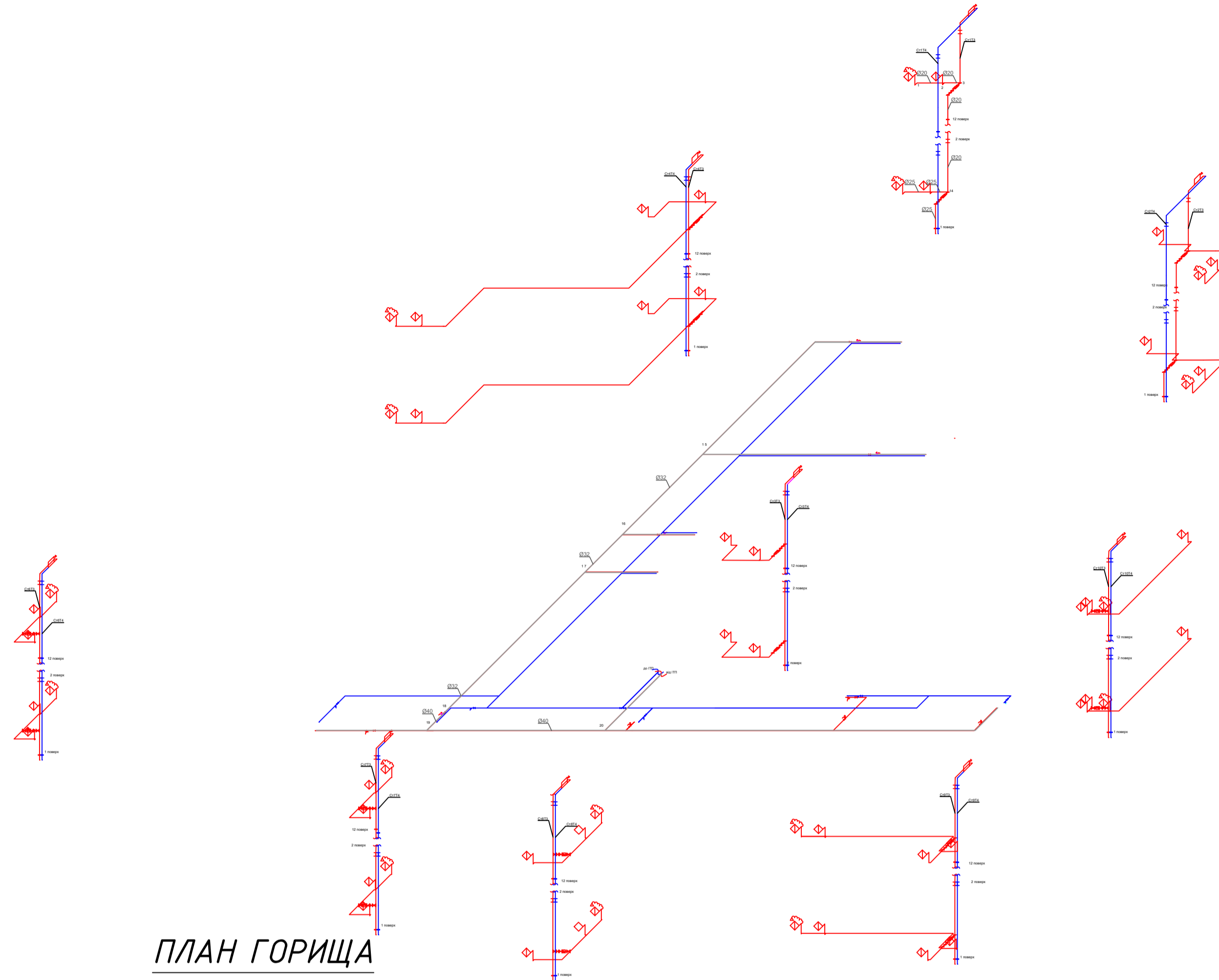
ПЛАН ТИПОВОГО ПОВЕРХУ



ПЛАН ПІДВАЛУ



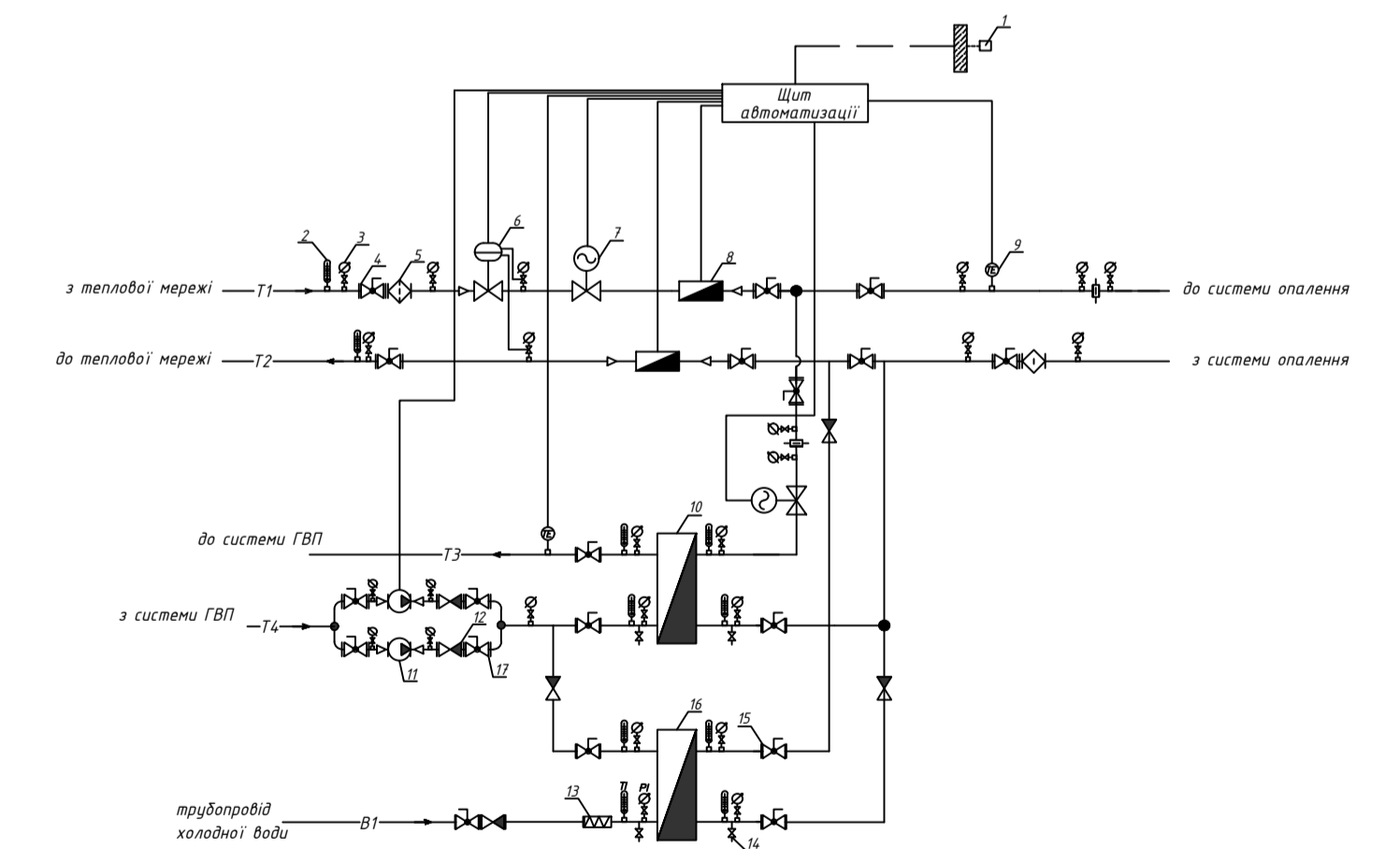
АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА Т3,Т4 М 1:100



ПЛАН ГОРИЩА

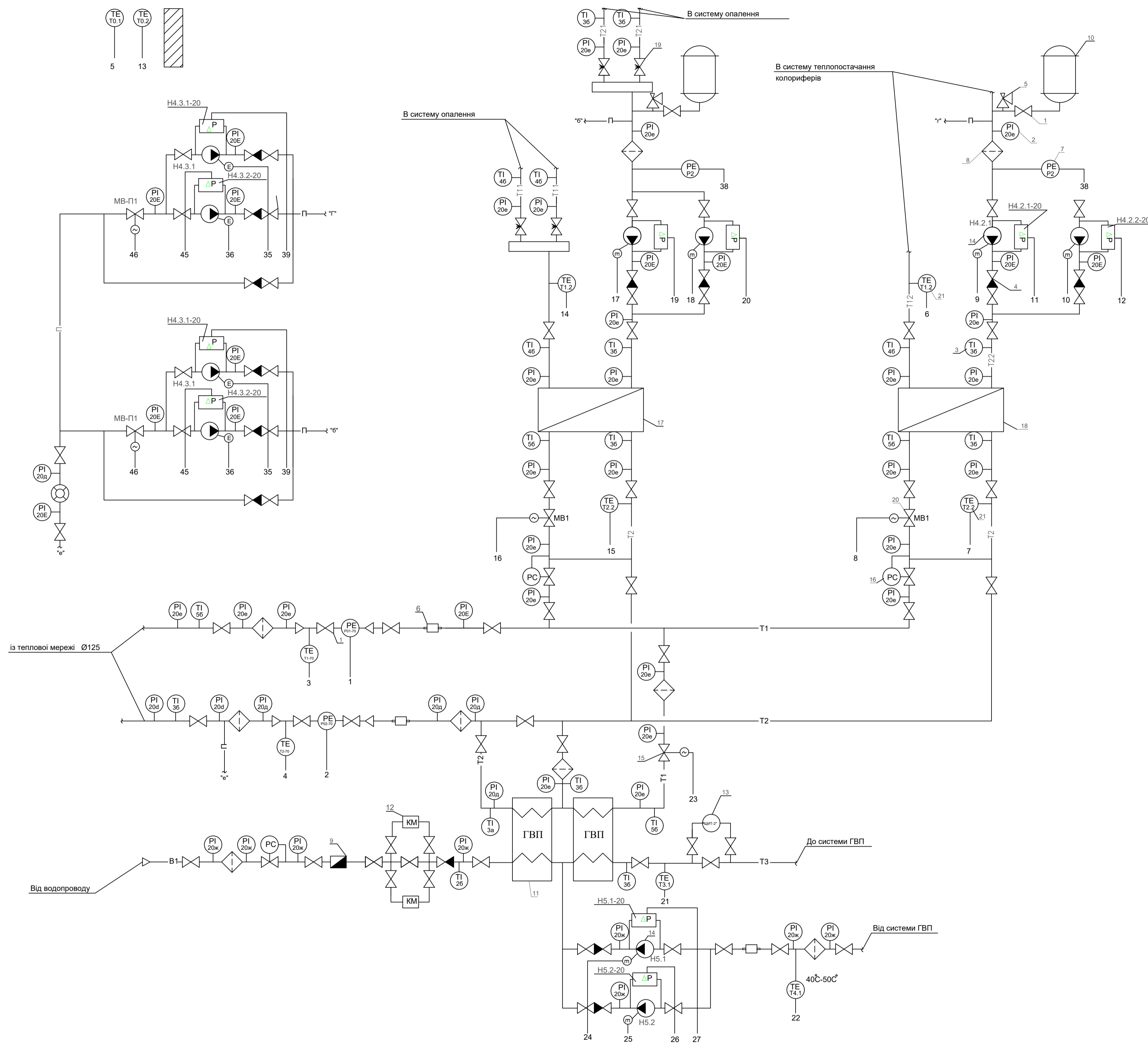


Модульний блок ІТП системи ГВП



Кваліфікаційна робота					
Опалення та гаряче водопостачання 12-поверхового житлового будинку в м. Одеса					
Зм.	Кільк.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Неожецька М.В.				
Керівник	Четурна Н.В.				
Зав. кафедрою	Кіриченко М.А.				
				стадія	лишт
				4	7
				КНУБА ТВ-20	

Блок автоматизації ІТП



- Умовні позначення:**
- Т1 — Подачний трубовід теплової мережі
 - Т2 — Зворотній трубовід теплової мережі
 - Т11 — Подачний трубовід системи опалення
 - Т12 — Зворотній трубовід системи опалення
 - Т12 — Подачний трубовід системи теплостачання системи калориферів
 - Т22 — Зворотній трубовід системи теплостачання системи калориферів
 - Т3 — Трубовід гарячого водопостачання
 - Т4 — Циркуляційний трубовід гарячого водопостачання
 - В — Трубовід господарсько-питного водопостачання
 - П — Трубовід підживлення системи опалення

Експлікація обладнання

Поз.	Найменування	Кількість	Умов. позн.
1	Шаровий кран	53	⊗
2	Манометр	55	⊖
3	Термометр	25	⊕
4	Зворотній клапан	13	⬆
5	Запобіжний клапан	2	⊗
6	Теплолічильник	2	⊖
7	Регулятор перепаду тиску	3	⊖
8	Фільтр	9	⊖
9	Лічильник води	1	⊖
10	Розширювальний бак	2	⊖
11	Теплообмінник ГВП (1 та 2ступінь)	2	⊖
12	Установка магнітної обробки води "КМ"	2	⊖
13	Установка антикорозійної обробки гарячої води "ЦИТ-2"	1	⊖
14	Циркуляційний насос	8	⊖
15	Регулюючий клапан	2	⊖
16	Регулятор тиску "після себе"	2	⊖
17	Теплообмінник системи опалення	1	⊖
18	Теплообмінник системи теплостачання калориферів	1	⊖
19	Балансувальний вентиль	4	⊖
20	Електромагнітний клапан	4	⊖
21	Термоперетворювач	6	⊖



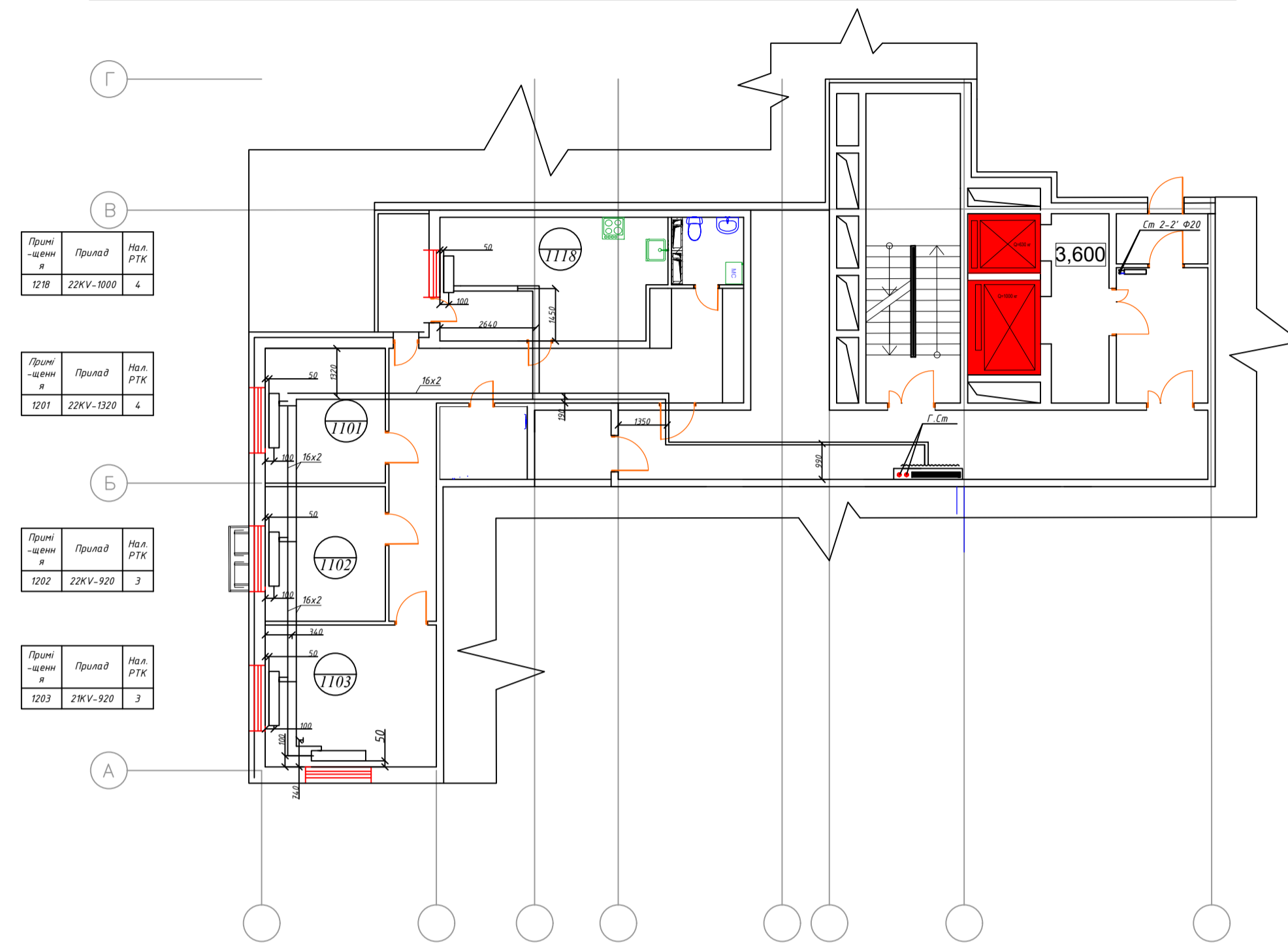
Кваліфікаційна робота

Опалення та гаряче водопостачання					
12-поверхового житлового будинку в м. Одеса					
Автоматизація індивідуального теплового пункту				стадія	лист
Автоматизація індивідуального теплового пункту, умовні позначення				5	7
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розробка	Невська М.В.				
Корекція	Корженко Н.В.				
Консультант	Соболевська Л.Г.				
Зав. кафедрою	Кириченко М.А.				

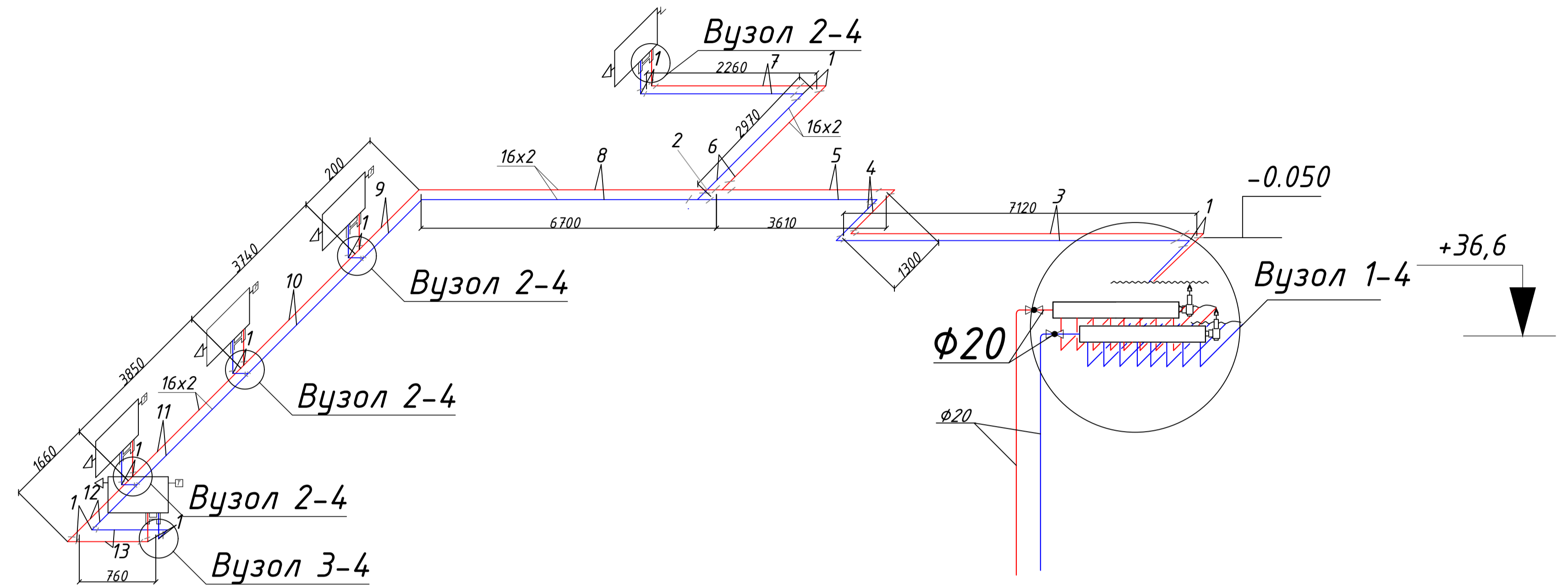
КНУБА ТВ-20

Монтажне креслення приладової вітки квартири

Монтажний план приладової вітки



Монтажна схема приладової вітки

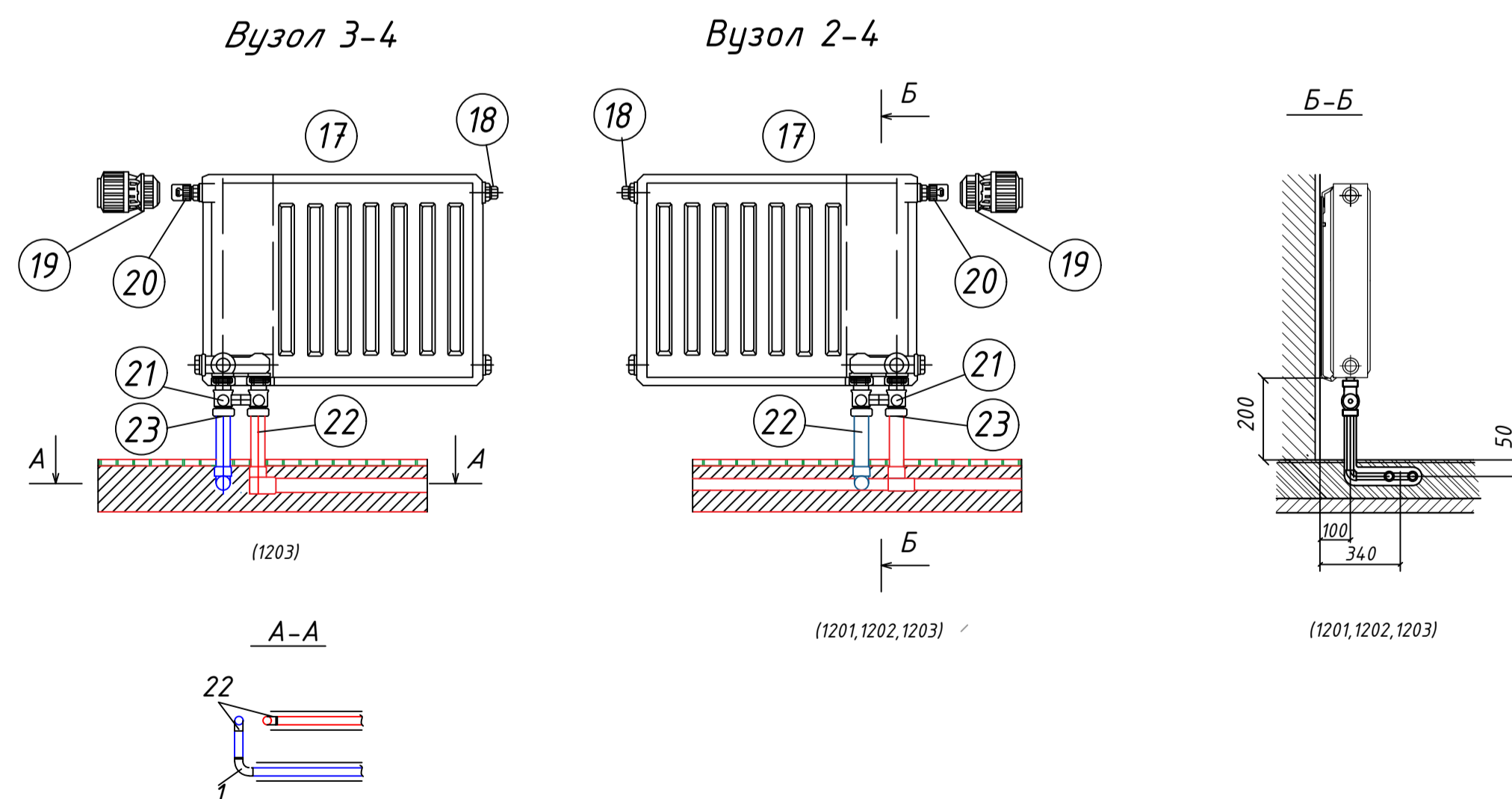


Комплектувальна відомість на типові вироби приладової вітки

№ Вузла	Назва виробу, деталі	Ескіз деталі	Один. виміру	К-ть	Код арт.	Примітки
17	Радіатор		шт	5		Vogel & Noot VONOVA
18	Кран Маєвського		шт	5	С.т.ф. 222 автомат 1/2"	Повітропускник
19	Термостатичний елемент		шт	5	013G2991	Danfoss
20	Клапан		шт	5	013G2991	Danfoss
21	Вузол нижнього підключення		шт	5	003L0281	Danfoss
22	Г-подібні трубки		шт	10	24.0931001	Rehau
23	Нижнє підключення-прес		шт	10	VTc.712E	VALTEK
Примітка моделей радіаторів по кімнатам			1203(21KV-920)-2 шт; 1202(22KV-920)-1 шт; 1201(22KV-1320)-1 шт; 1218(22KV-1000)-1 шт			

Специфікація основних матеріалів приладової вітки

N п/п	Найменування	Один. виміру	Кількість	Маса, кг		Примітка
				одиниці (1 п.м.)	загальна	
1	2	3	4	5	6	7
1	Труба металопластикова 16x2	м	34,15	0,079	2,698	Herz PE-RT/Al/PE-HD
2	теплоізоляція із спученого поліетилену Thermaflex	м	34,15	0,047	1,605	Thermaflex Ultra M, 13мм



Кваліфікаційна робота						
Опалення та гаряче водопостачання 12-поверхового житлового будинку в м. Одеса						
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив	Навасюк М.В.					
Керував	Чайковський Н.В.					
Консультант	Сенчук М.Г.					
Зав. кафедрою	Кабаченко М.А.					
Технологія та організація монтажу інженерних систем і мереж				стадія	лист	листів
Монтажний план приладової вітки Монтажна схема приладової вітки Вузели та комплектувальна відомість на вироби Специфікація основних матеріалів				6	7	
КНУБА ТБ-20						

