

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«Підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель»**

Виконав: студент 2-го курсу, групи ТГ-22М  
за спеціальністю 192 – «Будівництво та

цивільна інженерія»

В.С. Тимчук

(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. К.В. Анохіна

(науковий ступінь, вчене звання,

ініціали та прізвище)

«14» 12 2023 р.

(підпис)

Опонент к.т.н., доц. Бондар А. В.

(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)

(підпис, ініціали та прізвище)

«14» 12 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(ініціали та прізвище)

«14» 12 2023 р.



Факультет: Будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра: Інженерних систем у будівництві

Рівень вищої освіти II (магістерський)

Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Світньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри ІСБ

Ратушняк Г.С.

“ 18 ” 01 2023 року

## ЗАВДАННЯ

### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Тимчука Віталія Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель»

керівник роботи Анохіна К. В., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 18.09.2023 року №247.

2. Строк подання магістрантом роботи 01.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Фрагмент ситуаційного плану, карта місцевості, нормативна література, розмір будівлі 45,36\*25,92 м. місто Могилів-Подільський.

4. Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

Аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування конструктивних рішень підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель

Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення та вентиляції

Організаційно – технологічне забезпечення реалізації проектних рішень

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Економічна частина

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Система опалення: план підвалу, план 1-го поверху, план 2-9 поверху. Аксонометричні схеми системи опалення. Монтажні вузли системи опалення. Календарний план монтажу системи опалення, графік руху робітників, графік руху машин і механізмів



Розділ	Прізвище, ім'я консультанта	видав	приймає
1 Аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування конструктивних рішень підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель	Анохіна К. В. к.т.н., доц.	<i>АВУ</i>	<i>АВУ</i>
2 Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення та вентиляції	Анохіна К. В. к.т.н., доц.	<i>АВУ</i>	<i>АВУ</i>
3 Організаційно – технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	Анохіна К. В. к.т.н., доц.	<i>АВУ</i>	<i>АВУ</i>
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І. М. к.т.н., доцент кафедри БЖДПБ	<i>К</i>	<i>К</i>
5 Техніко-економічні показники проектних рішень	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент кафедри БМГА	<i>Л</i>	<i>Л</i>

7. Дата видачі завдання 12.10.2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	28.09.2023	<i>в</i>
2	Аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування конструктивних рішень підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель	5.10.2023	<i>в</i>
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення та вентиляції	12.10.2023	<i>в</i>
4	Організаційно – технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	21.10.2023	<i>в</i>
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	1.11.2023	<i>в</i>
6	Техніко-економічні показники проектних рішень	15.11.2023	<i>в</i>
7	Оформлення МКР	28.11.2023	<i>в</i>
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	1.12.2023	<i>в</i>
9	Попередній захист	3.12.2023	<i>в</i>
10	Рецензування	7.12.2023	<i>в</i>

Магістрант *ТМ*  
(підпис)

Тимчук В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи *АВУ*  
(підпис)

Анохіна К.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 621.132.22:620.92

Тимчук В. С., Підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2023. 94 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 28 назв; рис.:6; табл. 19.

В даній магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано розробку проекту опалення житлової будівлі.

У ході роботи було проведено аналіз процесів та конструктивних рішень систем опалення в приміщеннях, розроблено теплотехнічний розрахунок та здійснено підбір основного обладнання для монтажу, визначено склад та об'єми робіт, кількість робітників та перелік основного та допоміжного обладнання для монтажу. Описано технічний регламент і засоби для проведення випробування при здачі систем в експлуатацію, а також дані рекомендації з техніки безпеки при виконанні монтажних робіт, запропоновано заходи з експлуатації та налагодження системи опалення, визначено особливості експлуатації системи опалення, а також розділі проекту запропоновані заходи з енергозбереження та підвищення ефективності роботи систем.

Було запропоновано рекомендації по охороні праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях, пов'язаних з установкою та експлуатацією даних проектів систем.

Ключові слова: енергоефективність, тепловий режим, цивільні будівлі, теплопостачання, теплоізоляція, енергозбереження



## ANNOTATION

Tymchuk V. S., Increasing the energy efficiency of the thermal regime of civil buildings. Master's qualification work in the specialty 192-construction and civil engineering, educational and professional program-heat and ventilation. Vinnitsa: VNTU, 2023. 94 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 28 titles; Fig.: 6; table 19.

In this master's qualification work, the development of a residential building heating project is proposed

In the course of the work, an analysis of processes and constructive solutions of indoor heating systems was carried out, thermal engineering calculations were developed and the main equipment for installation was selected, the composition and scope of work, the number of workers and the list of main and auxiliary equipment for installation were determined. The technical regulations and means for testing when systems are put into operation are described, as well as recommendations on safety techniques during installation work are given, measures are proposed for the operation and adjustment of the heating system, the peculiarities of the operation of the heating system are determined, as well as the project section, proposed measures for energy saving and increasing the efficiency of the systems.

Recommendations were offered for occupational health and safety in emergency situations related to the installation and operation of these project systems.

Key words: energy efficiency, thermal regime, civil buildings, heat supply, thermal insulation, energy saving

## ЗМІСТ

Вступ	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ	8
1.1 Імітаційна математична теплова модель будівлі	8
1.2 Тепловий стан будівлі	13
1.3 Принцип саморегулювання теплового режиму будівель.	
Нестаціонарний тепловий ефект світлопрозорих та масивних огорожень	16
1.4 Вихідні положення	20
1.5 Обґрунтування проектної потужності об'єкту	20
1.6 Обґрунтування розміщення об'єкта	21
1.7 Матеріальне оцінення впливів на організм працівників та навколишнє середовище	21
1.8 Основні технологічні та будівельні рішення	22
1.9 Висновок до розділу 1	24
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ	25
2.1 Вихідні дані	25
2.2 Вибір конструкції та теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будинку	26
2.2.1 Розрахунок термічного опору стін	26
2.2.2 Розрахунок вікон	28
2.2.3 Розрахунок перекриття над підвалом	29
2.2.4 Розрахунок тепловтрат горищного перекриття	32
2.3 Розрахунок тепловтрат приміщень	34
2.4 Варіативний вибір опалювальних приладів	35



	3
2.5 Вибір обігрівальних приладів	37
2.6 Гідравлічний розрахунок системи опалення	38
2.7 Висновок до другого розділу	40
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ	41
3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту	41
3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи	42
3.3 Визначення складу робіт системи опалення	44
3.4 Визначення об'ємів та послідовності виконання робіт системи опалення	45
3.5 Монтаж опалювальних приладів	48
3.6 Монтаж магістральних трубопроводів	48
3.7 Монтаж стояків	49
3.8 Монтаж поквартирних трубопроводів системи опалення	50
3.9 Виконання ізоляційних робіт	51
3.10 Фарбування трубопроводів	51
3.11 Підбір машин, механізмів, пристосувань	52
3.12 Підбір інструментів та допоміжного обладнання	53
3.13 Засоби кріплення системи	56
3.14 Визначення потреб у матеріально-технічних ресурсах	56
3.15 Потреба в інструменті	57
3.16 Витрати на паливні та енергетичні ресурси	60
3.17 Визначення трудомісткості робіт	60
3.18 Техніко-економічне обґрунтування	63
3.19 Випробування та пуск системи	64
3.20 Висновок до розділу 3	69
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання	70
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	70

	4
4.1.2 Електробезпека	75
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	77
4.2.1 Мікроклімат	77
4.2.2 Склад повітря робочої зони	77
4.2.3 Виробниче освітлення	78
4.2.4 Виробничий шум	79
4.2.5 Виробнича вібрація	80
4.2.6 Психофізіологічні фактори	81
4.3 Розрахунок режимів радіаційного захисту	83
4.3.1 Дія іонізуючих випромінювань на людей	83
4.3.2 Розрахунок режимів радіаційного захисту	85
4.3.3 Розрахунок інтенсивності теплового випромінювання внаслідок вибуху	85
4.4 Висновки до четвертого розділу	87
<b>5 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ</b>	<b>88</b>
5.1 Локальний кошторис об'єкту	88
5.2 Загальні техніко-економічні показники	89
5.3 Висновки до п'ятого розділу	90
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>91</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>92</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	<b>95</b>
Додаток А Технічне завдання (обов'язковий)	96
Додаток Б Висновок про перевірку МКР на плагіат (обов'язковий)	99
Додаток В Гідравлічний розрахунок (довідниковий)	100
Додаток Г Аеродинамічний розрахунок (довідниковий)	106
Додаток В Зведений та локальний кошториси (довідниковий)	107
Додаток Д Графічний матеріал (обов'язковий)	116



## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Численні проєктовані, споруджувані та існуючі будівлі мають великий перелік недоліків, пов'язаних з перевитратою теплової енергії на опалення, охолодження та вентиляцію. Важливою причиною загальносвітової тенденції підвищення нормативної та реальної теплозахисної здатності огорож будівель є подорожчання енергоносіїв та стрімке виснаження запасів органічного палива, а також потепління клімату Землі через накопичення «парникових» газів в атмосфері. У багатьох країнах є великий потенціал як енергозбереження, так і підвищення рівня теплового мікроклімату в цивільних будівлях. Вирішення цієї проблеми має особливу актуальність для України у зв'язку з тим, що в країні є обмежені запаси нафти та природного газу, різко знизився видобуток вугілля, спостерігається значне підвищення вартості всіх видів енергоносіїв та слабо впроваджуються нові та прогресивні методи теплового захисту будівель. Потрібно забезпечити доцільний добовий, сезонний та цілорічний тепловий режим будівель шляхом гармонізації динамічних внутрішніх та зовнішніх теплових впливів, так і залучення природних ресурсів енергії. Необхідна оптимізація теплового ефекту Сонця та навколишнього середовища на будівлю шляхом покращення його геометричних, теплотехнічних та температурних показників. Пасивне та узгоджене залучення та запобігання впливу енергії атмосферного повітря та теплоти сонячної радіації в залежності від часу доби та сезонів року є потужним резервом підвищення енергоефективності теплового режиму будівель.

**Основна мета роботи** – розробка теоретичних основ та вивчення особливостей практичного підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель на прикладі України шляхом оптимізації їх обсягу, форми та орієнтації, показників його окремих огорож та всієї теплозахисної оболонки та забезпечення сприятливого теплового мікроклімату при максимальному залученні.

**Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі основні завдання досліджень:**

- визначення сукупності якісних та кількісних показників будівлі, що впливають на його тепловий режим;
- визначення можливих типів теплового стану будівель залежно від видів внутрішніх та зовнішніх теплових впливів;
- кількісна оцінка рівня енергоефективності поточного та сезонного теплового режиму будівлі.
- оптимізація теплового ефекту Сонця та навколишнього середовища на будівлі шляхом цілеспрямованого впливу на механізм його прояву через огороження;

**Об'єкт дослідження:** Система теплового режиму цивільної будівлі.

**Предмет дослідження:** Гідродинамічні процеси в системах формування температурного режиму приміщень цивільної будівлі.

**Новизна дослідження включає такі аспекти:**

- Удосконалення технологій та матеріалів для підвищення енергоефективності будівель.
- Удосконалення інноваційних систем опалення, які зменшують споживання енергії.
- Оцінка економічної ефективності впроваджених заходів з підвищення енергоефективності в цивільних будівлях.
- Розробка рекомендацій та стратегій для будівельної індустрії та влади з питань поліпшення енергоефективності будівельного сектору.

**Методи досліджень.** Для досягнення поставленої в роботі мети використовувались експериментально-аналітичні методи дослідження. При аналітичному розв'язанні задач рішення отримувались на основі розгляду енергетичних балансів, термодинамічних показників ефективності, рівнянь тепломасообміну, метеорологічних даних по сонячній радіації, температурі довкілля та іншої інформації.



**Апробація результатів роботи.** За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тезу конференції.

Виступ на міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України» яка відбулася 21-23 листопада 2023 року

**Публікації:**

1. В. С. Тимчук, К. В. Анохіна. Аналіз теплового режиму цивільних будівель Редевелопмент, як перспективний напрямок відновлення міських територій. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції Енергоефективність в галузях економіки України-2023, Вінниця, 21-23 листопада 2023 р. Електрон. текст. дані. 2023. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/viewFile/19373/190>

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

На практиці відсутня загальна методологія вдосконалення теплозахисних показників будівлі залежно від його обсягу, форми, орієнтації та умов примикання до ґрунту та іншої будівлі. Це пов'язано зі складністю повного обліку цілорічної, нестационарної взаємодії будівлі з ті плавною енергією Сонця та навколишнього середовища [1-3].

### 1.1. Імітаційна математична теплова модель будівлі

Будівлю пропонується розглядати [2,3] як відкриту термодинамічну систему у вигляді замкнутого об'єму з відповідною загальною масою, обмеженою межею теплозахисної оболонки. Тоді середня температура цієї маси характеризує термічний стан будівлі.

Багато інженерних завдань можна вирішувати на основі наступної теоретичної ідеї [2], представленої на базі першої або другої імітаційної теплової моделі будівлі.

У першій моделі будівля розглядається як термодинамічна система з об'ємом  $V_e$ , обмеженим зовнішньою межею теплозахисної оболонки будівлі. Загальна маса будівлі  $M_3$  має середню питому теплоємність  $c_3$ , складається з мас окремих тіл, які знаходяться в даний момент всередині цієї оболонки, включаючи огороження, повітря, меблі та ін.

Елементарна зміна температури  $\Delta t_3$  будівлі з відомою масовою теплоємністю  $M_3 c_3$  за час  $\Delta \tau$  залежить, з одного боку, від умов теплообміну зовнішньої поверхні оболонки будівлі з навколишнім середовищем, з іншого -

від результуючого ефекту окремих втрат та надходжень теплоти всередині зовнішньої межі цієї оболонки  $\sum \Delta Q_e$

Допустимо, всі зовнішні поверхні теплозахисної оболонки будівлі перебувають у контакті із зовнішнім повітрям. Отже, теплова взаємодія цієї будівлі з навколишнім середовищем за час  $\Delta \tau$  залежить від середніх за цей час температури навколишнього середовища  $t_0$  і температури  $t_{ne}$  на всіх зовнішніх поверхнях із загальною площею  $A_e$ . Інтенсивність такої взаємодії характеризується усередненим по цій поверхні коефіцієнтом теплообміну, що враховує [1-3] загальний ефект конвективного та променистого теплообміну.

Отже, для будівлі справедливе рівняння

$$M_3 c_3 \frac{dt_3}{d\tau} = \sum (dQ_e) \pm \alpha_e A_e (t_{ne} - t_0) \quad (1.1)$$

Величина  $\sum (dQ_e)$  враховує зміну за час  $d\tau$  загальної кількості виробленої і поглиненої теплоти в обсязі, обмеженому вказаною зовнішньою межею оболонки будівлі, включаючи, наприклад, теплоту нагрівання або охолодження маси, по-перше, огорож та окремих фізичних тіл, що знаходяться в будівлі, по-друге, що надходить до нього і що йде з нього газового (повітряного) середовища, а також виділення теплоти від людей, побутового та технологічного обладнання та ін.

Такий опис стає більш точним, якщо самостійно розглядати індивідуальні особливості теплообміну кожного виду зовнішньої поверхні будівлі, що має площу  $A_{ej}$  при відповідних середніх значеннях  $\alpha_{ej}$ ,  $t_{ej}$ ,  $t_{nej}$ . Тоді рівняння (1.1) набуває вигляду:

$$M_3 c_3 \frac{dt_3}{d\tau} = \sum (dQ_e) \pm \sum [\alpha_{ej} A_{ej} (t_{nej} - t_{ej})] \quad (1.2)$$

Тут будинок представлено як куряче яйце, що знаходиться в тепловій взаємодії з навколишнім середовищем через зовнішню поверхню (з площею  $A_e$ ) його шкаралупи. Але основне призначення будівлі - це створення деякого внутрішнього корисного об'єму  $V_i$ , захищеного від впливу

навколишнього середовища. Іншими словами, щодо зазначеного яйця необхідно розглянути його загальну внутрішню масу  $M_i$ , яка перебуває у тепловій взаємодії із внутрішньою поверхнею  $A_i$  захисної оболонки – шкаралупи. Корисний (населений) внутрішній об'єм будівлі з повітрям, що оновлюється, повинен забезпечити, наприклад, комфортне самопочуття людей. Відповідний тепловий мікроклімат характеризується [4,5], з одного боку, температурою  $t_i$ , відносною вологістю чи рухливістю  $v_i$  повітря в приміщенні, з іншого, середньою температурою на всіх поверхнях  $t_m$  звернених в це приміщення.

На основі вищевикладеного пропонується [4] друга імітаційна математична модель будівлі.

Зміна середньомасової температури  $\Delta t_i$  повітря в будівлі з масовою теплоємністю  $M_i c_p$  залежить, по-перше, від умов теплообміну цього повітря з поверхнями як огорож, так і меблів, обладнання та ін., по-друге, від результуючого ефекту явної теплоти маси, що надходить до нього і газового (повітряного) середовища, що йде з нього, представленого, наприклад, у вигляді  $\sum (\Delta Q_{in})$ .

Теплова взаємодія повітря в будівлі (приміщенні) із зазначеними поверхнями за час  $\Delta \tau$  залежить від середніх за цей час середньомасової температури цього повітря  $t_i$  усередненої температури на цих поверхнях  $t_{in}$ , що мають загальну площу  $A_i$ . Інтенсивність такої взаємодії характеризується середнім коефіцієнтом конвективного теплообміну цих поверхонь.

Отже, для будівлі справедливе рівняння

$$M_i c_p \frac{dt_i}{d\tau} = \sum (dQ_{in}) \pm \alpha_{ik} A_i (t_i - t_{in}) \quad (1.3)$$

Елементарне збільшення теплоти для нагрівання (або охолодження) повітря, що надходить,  $\Delta Q_B$  за елементарний проміжок часу  $\Delta \tau$  залежить від зміни величин, що входять у вираз



$$Q_B = V_i * n * \rho * c_p * (t_i - t_e) \quad (1.4)$$

де всі фізичні параметри, включаючи температуру зовнішнього повітря, що надходить  $t_e$ , а також кратність повітрообміну  $n$  і вентиляований об'єм  $V_i$ , прийнято як середні їх значення за час  $\Delta\tau$ .

Імітаційна теплова модель будівлі стає більш точною, якщо окремо враховувати індивідуальні особливості теплообміну повітря в будівлі з кожною поверхнею, яка має контакт з цим повітрям через площу  $A_{ij}$  при відповідних середніх значеннях  $\alpha_{ej}$ ,  $t_{ej}$ ,  $t_{nej}$ . Тоді рівняння (1.3) набуває вигляду:

$$M_i c_p \frac{dt_i}{d\tau} = \sum (dQ_{in}) \pm \sum [\alpha_{ik.j} A_{ij} (t_{ij} - t_{in.j})] \quad (1.5)$$

Очевидно, що середня температура на внутрішній поверхні заданого огороження  $t_{in.j}$  є величиною, встановленою в результаті впливу відповідної інтенсивності [1-4] конвективного теплообміну  $\alpha_{ik.j}$  з повітрям та променистого теплообміну  $\alpha_{in.j}$  з іншими поверхнями, зверненими на неї. Значення  $t_{in.j}$  залежить також від умов теплообміну на іншій стороні цієї поверхні, наприклад, у товщі матеріалу огорожі. Такий теплообмін переважно характеризується [1-6] коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda$ , питомої теплоємності маси матеріалу огорожі та відповідним градієнтом температури в ній.

Фактично друга теплова модель будівлі виявляється похідною першої моделі. Друга модель передбачає логічний розподіл загальної маси будівлі на маси двох взаємодіючих теплових об'єктів: 1) повітря у внутрішньому обсязі будівлі; 2) зовнішніх та внутрішніх огорож, меблів, обладнання та інших тіл, що мають контакт із зазначеним повітрям.

Звідси випливає, що друга модель дозволяє розглядати спільно такі взаємопов'язані, але самостійні та практично важливі інженерні завдання забезпечення необхідних параметрів теплового мікроклімату в будівлі (приміщенні); теплозахисних здібностей огорож.

Теплові процеси, що відбуваються зазвичай у повітрі в будівлі під дією зовнішніх і внутрішніх впливів, що циклічно повторюються, можна розглядати як квазістаціонарні. Тоді вони разом складають умовно стаціонарні процеси за добу, тижні, місяці та сезони року. У зв'язку з цим ліву частину перетвореного рівняння (1.3) у вигляді  $M_i c_p dt$  можна подати як  $\pm \Delta Q$ , а перетворені члени правої його частини вже можуть виступити як інші складові рівняння балансу теплоти, пов'язані із загальними втратами та надходженнями її, наприклад, за формулою (1.5).

Величина  $\Delta Q$ , що відноситься, як зазначено вище, до масової теплоємності  $M_i c_p$  повітря у внутрішньому обсязі будівлі, становить лише незначну частку в балансі теплоти за формулою (1.5). Але аналогічна результуюча величина у вигляді  $\Delta Q_3$ , яка з рівняння (1.1), становить відносно велике значення. У зв'язку з цим існує у відомих розрахункових методиках плутанина, пов'язана з відсутністю чіткого застереження про те, яка математична модель будівлі прийнята за основу. Вищевикладений теоретичний підхід до розгляду будівлі або за першою, або за другою його імітаційною моделлю [тобто. або за формулою (1.1), або за формулою (1.3)] дозволяє, по-перше; оцінити значення  $\Delta Q$  і  $\Delta Q_3$ , по-друге, зіставити їх як між собою, так і зі значеннями інших членів рівняння (1.5).

Через відсутність такого застереження та чіткого теоретичного підходу з'явилися на практиці терміни "вільна" та "пов'язана" теплота будівлі. Наприклад, теплота сонячної радіації, що надходить через вікно, сприймається з позицій першої імітаційної моделі будівлі (пам'ятаючи у тому, що потік енергії пройшов через зовнішню кордон), а баланс теплоти складається з позицій другої моделі, тобто. щодо маси повітря у будівлі (приміщенні). У зв'язку з цим деяка частина сонячної теплоти, що надійшла, в аналізованій малій проміжок часу виявляється «пов'язаною», наприклад, масою матеріалу підлоги, що сприймає теплоту променів Сонця. А як «вільна» теплота приймається лише та частина теплоти вказаної сонячної радіації, яка за цей проміжок часу викликає

конвективне нагрівання повітря в приміщенні. З цієї причини загальні надходження теплоти  $Q_{e.noc}$ , розраховані з позицій рівняння (1.1), помилково видаються як величина  $Q_{noc}$  прийнята в балансі теплоти повітря, складеному з позицій рівняння (1.3). Звичайно, в цьому випадку змушені були враховувати [1-5] величину  $Q_{noc}$  як зменшену величину  $Q_{e.noc}$  в вигляді  $\eta Q_{e.noc}$ . Причому величина  $\eta \leq 1$ , названа коефіцієнтом використання (утилізації) [6-8] надходжень теплоти, приймається залежно від типу конструкцій будівлі [в математичній моделі будівлі за формулою (1.1) тип цих конструкцій виражений величиною масової теплоємності цієї будівлі  $M_3 c_3$ ]. Для розрахунку місячних та сезонних надходжень теплоти [6] при співвідношеннях  $\frac{Q_{noc}}{Q_{nom}} \leq 1$  приймається

$\eta = 1$ , і тому виявляється, що  $Q_{e.noc} = Q_{noc}$

Вищезазначений спрощений практичний підхід [7-9] пов'язаний зі складністю обліку, по-перше, інтенсивності всіх нестационарних процесів теплообміну між повітрям та поверхнями фізичних тіл, звернених до приміщення [відповідно до першого члена правої частини рівнянь (1.3) та (1.5)]; по-друге, змін температури цих тіл і повітря, що відбуваються як у просторі, так і в часі.

## 1.2 Тепловий стан будівлі

Будь-який тепловий ефект, що викликає зміну середньомасової температури будівлі  $t_3$  або повітря в ньому  $t_i$  (див. п. 1.1), характеризує тепловий вплив на будівлю. Ці дії можуть бути представлені як зовнішні та внутрішні; природні та штучні; позитивні та негативні; постійні та уривчасті.

Якщо будівля не відчуває у собі теплових впливів, наприклад, штучних джерел енергії, покупців, безліч теплокровних тварин, воно має природний тепловий стан [8,9]. У цьому випадку будівля, як якась відкрита термодинамічна система, знаходиться під результируючим впливом тільки

зовнішніх природних теплових впливів. Складові цих впливів динамічні і характеризуються, зрештою, тепловим ефектом Сонця та навколишнього середовища.

Природний тепловий вплив відчуває на собі, наприклад, дачний будинок, що не опалюється і ненаселений взимку, коли він не має джерел виділень теплоти, пов'язаних з життєдіяльністю тварин, людини і роботою приладів та обладнання.

Природний тепловий стан будівлі формує відповідно природний тепловий мікроклімат, що активно некерується. В реальності природний тепловий стан будівлі часто виявляється порушеним через внутрішні теплові впливи.

Обурено-природний тепловий стан будівлі характеризується, з одного боку, тепловим ефектом Сонця та навколишнього середовища, з іншого – внутрішніми тепловими впливами, які випадкові та спеціально не спрямовані на підтримку необхідного мікроклімату.

Його пропонується розуміти як штучний тепловий стан будівлі як той випадок, при якому температура будівлі  $t_3$  або  $t_i$  контролюється за рахунок цілеспрямованого підведення або відведення теплоти за допомогою її штучного джерела. Воно забезпечується роботою штучних систем опалення, охолодження та вентиляції. В інтересах зниження енерговитрат доцільно максимально скорочувати тривалість штучного теплового стану будівлі. Повітря в будівлі зазнає впливу наступних основних потоків явної теплоти:

- внутрішніх: приплив теплоти від людей, побутових та технологічних приладів, ламп освітлення та ін.,  $Q_6$  (зазначимо, що на практиці рідкісні та малі зміни теплоти будівлі, пов'язані, наприклад, з випаровуванням, конденсацією та іншими фазовими переходами стану рідин);

- зовнішніх: приплив теплоти сонячної радіації  $Q_c$ , що надходить через променепрозорі та масивні огороження; приплив або втрати теплоти шляхом теплопередачі через огороження,  $\pm Q_o$ ; приплив або втрати теплоти при



повітрообміні,  $\pm Q_B$ ; подача (нагрівання) або знімання (охолодження) теплоти засобами активного регулювання мікроклімату (приладами опалення, кондиціонером та ін.),  $\pm Q_M$ .

Для створення заданих умов мікроклімату потрібне забезпечення приблизного погодинного балансу надходжень та втрат теплоти,

$$Q_{\dot{b}} + Q_c + Q_o \pm Q_g \pm Q_m \approx 0 \quad (1.6)$$

Математичний запис балансу теплоти повітря в будівлі виявиться коректнішим, якщо розглянути реальний динамічний тепловий стан цього повітря. Його середньогодинна температура постійно змінюється. Показником такої зміни є наявність певної кількості теплоти  $\pm AQ$ . За інших рівних умов величина  $AQ$  пов'язана, по-перше, з процесами нагрівання та охолодження всіх тіл, що знаходяться в контакті з повітрям, по-друге, зі зміною інтенсивності повітрообміну в приміщенні та ін. за формулою (1.3) представляє рівняння виду

$$\dot{Q}_{\dot{b}} + \dot{Q}_c \pm \dot{Q}_o \pm \dot{Q}_g \pm \dot{Q}_m \pm \Delta \dot{Q} = 0 \quad (1.7)$$

Добовий баланс теплоти повітря в будівлі необхідно розглядати з позиції забезпечення, наприклад, в окрему добу сезону умов мікроклімату. Квазистаціонарність добових циклічних [9,10] теплових процесів дозволяє отримати досить точний добовий баланс теплоти повітря у будівлі. Ступінь його точності залежить, зокрема, від ступеня відхилення між собою параметрів теплового збурення на стиках по слідових часових циклів.

У загальному випадку тепловий баланс будівлі можна подати за аналізований період:

$$Q_{\dot{b}} + Q_c \pm Q_g \pm Q_o \pm Q_m \pm \Delta Q = 0 \quad (1.8)$$

При розгляді довгострокового теплового стану частка складового  $AQ$  у рівнянні (1.8) стає незначною. Тому сезонний баланс теплоти повітря в будівлі можна уявити, з достатньою точністю, як

$$Q_{\dot{b}} + Q_c \pm Q_g \pm Q_o \pm Q_m = 0 \quad (1.9)$$

У річному розрізі для будь-якого приміщення (і будинки в цілому) існують періоди, коли спостерігаються умови з  $Q_M = 0$ . У періоди року, коли рівняння величина  $Q_M$  має негативний знак, потрібно опалення, коли позитивний – охолодження.

### 1.3. Принцип саморегулювання теплового режиму будівель. Нестационарний тепловий ефект світлопрозорих та масивних огорожень

Важливою теоретичною основою теплозахисту будівлі є за інших рівних умов створення можливостей максимальної реалізації принципу добового саморегулювання теплового режиму його приміщень [1-7].

Для такого саморегулювання теплового режиму будівлі (приміщень), що спостерігається при природно-обуреному його стані (наприклад, безпосередньо перед початком та після завершення опалювального сезону), рівняння (1.7) та (1.8) відповідно набувають вигляду:

$$\dot{Q}_o + \dot{Q}_c - \dot{Q}_e - \dot{Q}_o = \Delta \dot{Q} \quad (1.10)$$

$$Q_o + Q_c - Q_e - Q_o = \Delta Q \quad (1.11)$$

Для отримання найбільшого ефекту від такого саморегулювання доцільно в рівнянні (1.11) максимально знизити величину правої частини  $\Delta Q$  при найбільшому, але збалансованому, по-перше, збільшенні суми  $Q_o + Q_c$  по-друге, зменшення суми  $Q_e + Q_o$  у лівій частині.

Добовий тепловий ефект світлопрозорих огорож є надзвичайно складним процесом. У нічний час доби, наприклад, вікно відіграє роль теплопровідного включення зовнішньої стіни, а в денні години, навпаки, воно виконує функцію джерела теплоти у вигляді теплішої поверхні для нагрівання приміщення. У період приблизно від заходу до сходу сонця з тривалістю  $z_n$  коли  $Q_c \approx 0$ , наприклад, для вікна з достатньою точністю справедлива закономірність [3-9]

$$Q_{ок.н} = k_{ок} A_{ок} (t_{ij} - t_{ej}) \quad (1.12)$$

Для зазначеного періоду цієї доби  $z_n = \sum z_{e.n.j}$  знаючи усереднені за приватні проміжки часу  $z_{e.n.j}$  значення  $t_{ij}$  та  $t_{ej}$ , можна визначити загальні втрати теплоти  $Q_{ок.н}$ . Тоді формула для визначення втрат теплоти через вікно за сумарний «нічний» період [3,4] набуває наступного вигляду:

$$Q_{ок.н} = k_{ок} A_{ок} \sum [(t_{ij} - t_{ej}) z_{e.n.j}] \quad (1.13)$$

Основу добової теплової взаємодії будівлі з довкіллям через світлопрозорі огороження характеризує схема зміни результуючого теплового потоку  $Q_{ок}$ , представлена [4] на рис. 1.1 а. Тепловий ефект сонячного нагрівання приміщення протягом  $\Delta z_0$  сильніший ближче до сонячного полудня. До цього моменту, незважаючи на значне добове підвищення  $t_e$  (див. рис. 1.1, б), посилюється результуючий негативний (охолоджуючий) вплив холодного зовнішнього повітря на вікно через істотне підвищення температури на зовнішній поверхні скла.

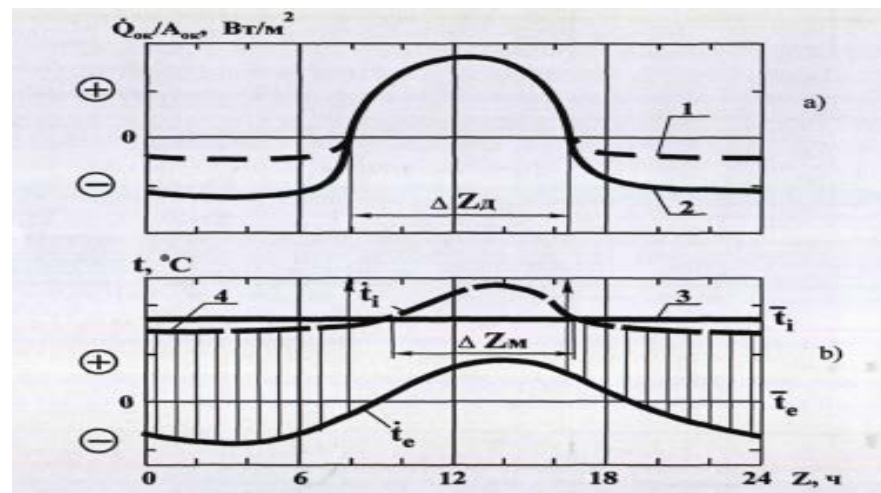


Рис. 1.1 – Схеми зміни теплового потоку через вікно, орієнтоване на південь (а), температури зовнішнього  $t_e$  і внутрішнього  $t_i$  повітря (б) по годинниках без хмарної доби:

- 1 – за наявності нічного утеплення; 2 – за відсутності нічного утеплення;
- 3 – за підтримки постійної  $t_i$ ; 4 – за відсутності регулювання  $t_i$

Скло вікна, орієнтованого, наприклад, на екватор, скажімо, в години біля сонячного полудня, підвищує свою температуру настільки, що воно вже нагріває як внутрішнє, так і зовнішнє повітря (див. рис. 1.2, б). Відповідно, часто в денні години близько полудня втрати теплоти будівлі через вікно, що розглядається, повністю припиняються.

Якщо враховувати середню інтенсивність теплообміну поверхні вікна з боку приміщення з  $A_{ок}$  через коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha_{i.ок}$ , представлений як сума коефіцієнтів променистої (довгохвильової)  $\alpha_{in}$  і конвективної  $\alpha_{ik}$  тепловіддачі цієї поверхні, то загальний відповідний потік теплоти від поверхні вікна можна уявити [4-11] у вигляді

$$Q_{ок} = \alpha_{i.ок} A_{ок} (t_{i.n.ок} - t_n) = \theta A_{i.cm} q_c. \quad (1.14)$$

де  $\theta$  – коефіцієнт припливу теплоти сумарної сонячної радіації через скло з  $A_{i.cm}$  який визначається залежно від коефіцієнтів її відображення  $\rho$ , пропускання та поглинання а сонячних променів. Як відомо, ці коефіцієнти пов'язані між собою як  $\rho + \tau + \alpha = 1$ .

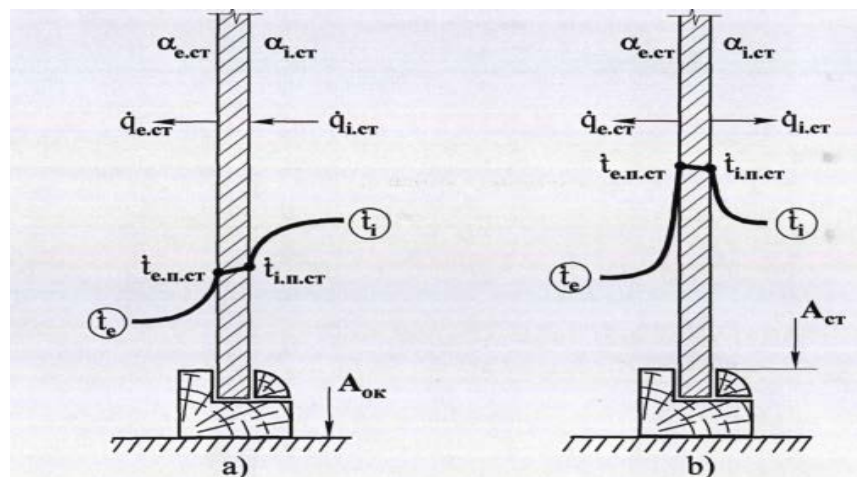


Рис. 1.2 – Схема розподілу температур та напрямків потоків теплоти для одинарного скління вікна при «нічному» (а) та «денному» (б) режимі тепло обміну



Обидва складові правої частини цього рівняння коливаються від нуля до свого максимального значення в залежності від часу доби. Причому перший доданок змінює також свій знак: існують періоди променисто конвективного потоку теплоти, спрямованого у бік приміщення (коли температура приміщення [11]  $t_n \leq t_{i.n.cm}$ ) і від нього (коли  $t_n \geq t_{i.n.cm}$ ) «Нічний» режим такого теплового ефекту теоретично характеризується умовою  $q_c = 0$ . Причому будь-яке вікно має [14] свій «поріг чутливості» до інтенсивності сумарної сонячної радіації, що надходить, наприклад, що дорівнює  $q_{c.ч.}$ , нижче якої ще не спостерігається ефект конвективно-променистого (довгохвильового) надходження у приміщення теплоти сонячної радіації від поверхні цього вікна.

При високій інтенсивності сонячної радіації, коли температура на зовнішньої поверхні огорожі, що опромінюється сонцем, перевищує температуру повітря в приміщенні, висока теплозахисна здатність цього огороження викликає наступний негативний ефект: по-перше, перешкоджає бажаному надходженню потоку теплоти сонячної радіації в приміщення; по-друге, викликає більше підвищення температури, наприклад, шару зовнішньої штукатурки стіни, збільшуючи цим втрати саккумульованої теплоти сонячної радіації в навколишнє середовище через цю поверхню опромінення.

Звідси можна зробити практично важливий висновок, що за умовами «денного» теплового режиму огороження, що опромінюється сонцем, доцільно, щоб його маса мала мінімальну теплоємність і максимальну теплопровідність.

При охолодженні огорож нічним провітрюванням приміщень виникає інша, не менш важлива вимога до теплотехнічних властивостей всіх огорож цього приміщення: вони повинні мати високу теплопровідність і максимальну здатність, що теплоакумулює.

Вирішення проблеми підвищення енергоефективності теплового режиму будівлі має бути засноване на розгляді (нестационарних теплових процесів як у зовнішніх, так і у внутрішніх огороженнях. При цьому, в окремих випадках

диктуючими умовами можуть виявитися особливості «денних» або «нічних» процесів теплопередачі через огороження або в холодний, або в теплий (перехідний) період року, ці висновки мають бути враховані при розробці як енергоефективних будівель, так і енергоефективних огорож див. розділ 2).

#### 1.4. Вихідні положення

В даній МКР передбачено розроблення системи опалення 9-поверхової житлової будівлі в м. Могилів-Подільському. Будівля займає площу 408 м<sup>2</sup>.

Метою розроблення систем є:

- забезпечення комфортних умов проживання людей;
- можливість економії енергоресурсів;

Надмірна витрата тепла в системах централізованого тепlopостачання, ресурсний знос магістральних і розподільчих теплових мереж, не забезпечених надійними теплоізоляційним, антикорозійним і гідроізоляційним покриттями, високі експлуатаційні витрати змушують сьогодні при зведенні будівель та споруд шукати нетрадиційні джерела тепlopостачання, що дозволяють максимально скоротити витрати в процесі експлуатації, в першу чергу, за рахунок зниження витрати енергоресурсів і збільшення терміну дії інженерних комунікацій.

#### 1.5. Обґрунтування проектної потужності об'єкту

Кліматичні умови району [12]:

- сейсмічна потужність – менше 7 балів;
- середня температура найбільш холодної п'ятиденки -21°C;
- снігове та вітрове навантаження прийняті для І кліматичного району.

Планується влаштування в приміщеннях горизонтальної двохтрубної системи опалення зі сталевих та металопластикових трубопроводів. Параметри

теплоносія повинна становити 70-90°C, що не перевищує допустимих 115°C; загальна потужність системи опалення становить 240 кВт (за укрупненими показниками).

Система вентиляції представляє собою розгалужену схему повітропроводів та вентиляційного обладнання. В приміщеннях офісів першого поверху передбачено систему централізованої вентиляції, яка влаштована в кожному офісі окремо. Підігрів повітря відбувається в припливних машинах (водяні калорифери).

### 1.6. Обґрунтування розміщення об'єкта

Ділянка для зведення будівлі обрана міською адміністрацією м. Могилів-Подільського. Будівництво даного об'єкта планується на незабудованій ділянці, на якій до теперішнього часу не відбувалось ніякої діяльності.

Загальна площа Могилів-Подільського району складає приблизно 3221 км<sup>2</sup>. Інфраструктура, а саме система тепlopостачання, електропостачання, система водopостачання та водовідведення також розташовані близько до ділянки, де планується будівництво, що також значно скоротить витрати будівництва.

Майданчик будівництва розташований на відстані приблизно 2 км до найближчої існуючої котельної.

### 1.7. Матеріальне оцінення впливів на організм працівників та навколишнє середовище

В приміщенні будівлі відсутні шкідливі впливи на організм мешканців та навколишнє середовище. Роботи, що виконуються працівниками будинку (в офісах першого поверху), відносять до легкої категорії, кількість тепла, що виділяється до 560 кДж/год.

Для нормального самопочуття людей в приміщеннях необхідно підтримувати комфортні умови, що забезпечуються за допомогою системи опалення.

### 1.8. Основні технологічні та будівельні рішення

Запроектована система опалення 9-ти поверхового житлового будинку є поквартирною з горизонтальною нижньою розводкою. На кожному поверху будівлі передбачено розподільчу гребінку. Магістральні трубопроводи виконано із сталевих водопровідних труб.

Магістральні трубопроводи ізолюються мінераловатним утеплювачем в місцях проходження в підвалі будівлі [13].

Для поквартирного зливу води з системи опалення передбачено дренажний трубопровід (К8), а на кожному поверху – зливні воронки. Це виконано для того, щоб не зливати систему при заміні окремих елементів (трубопроводів, радіаторів, запірної арматури та ін.) системи в квартирах [13].

Поквартирні трубопроводи виготовлені з поліетилену з антидифузійним шаром: РЕ-Хс діаметром 14-25 мм, виробник «KAN». Для дренажних повітровипускних трубопроводів застосовуються оцинковані труби.

Трубопроводи системи опалення ізолюються ізоляцією «ISOVER», типу «ISOTEC KK-ALC». Антикорозійне покриття ізольованих труб виконується покраскою ЕП-140 у 2 шари по ґрунту ХС-010 в 1 шар. Монтаж системи опалення виконано у відповідності з вимогами СНиП 3.05.01-85.

Центральні стояки прокладаються у закритому приміщенні сходової клітки (6 стояків). Вертикальні стояки теплоізолюються. Трубопроводи в місцях перетину перекриттів, внутрішніх стін та перегородок прокладаються в металевих гільзах з прокладкою із м'яких негорючих матеріалів [13].

В даній системі опалення використовують секційні сталеві радіатори фірми КОРАДО моделі з нижнім підключенням 22VK RADIC [14].

Для гідравлічного регулювання та повного відключення окремих горизонтальних гілок та спуску теплоносія.

Встановлено автоматичні балансувальні клапани ASV-PV та ASV-M фірми «Danfoss», які крім функції підтримання постійного перепаду тиску. Для забезпечення гідравлічної стійкості системи виконують функції спускної арматури [14].

На підведеннях до нагрівальних приладів встановлюються клапани з підвищеною пропускною спроможністю, типу RTD-G кутовий, з термостатичним елементом RTD та запірні клапани RLV фірми «Danfoss» [14].

Випуск повітря з системи опалення здійснюється повітровідвідниками, що встановлюються на кожному радіаторі горизонтальних гілок та повітрозбірниками у найвищих точках системи опалення.

Джерелом теплопостачання служить ІТП (індивідуальний тепловий пункт) з параметрами теплоносія – вода 90-70 0С. ІТП складається з теплообмінників (пластинчастих) корпорації "Укрітеплоенерго" та системи трубопроводів; джерелом тепла для ІТП служать теплові мережі. ІТП розміщується в підвальному приміщенні будівлі.

Автоматичне регулювання витрати теплоносія в системах в залежності від температури зовнішнього повітря здійснюється за допомогою регулюючих клапанів, встановлених на подавальному трубопроводі тепломережі.

Для підтримки гідравлічної стійкості систем опалення передбачено встановлення регуляторів перепаду тиску.

Трубопроводи систем опалення і мережної води в межах тепловпункту прийнято з труб сталевих електрозварних, трубопроводи дренажу – з труб сталевих водогазопроводних звичайних. Трубопроводи в теплових пунктах, крім трубопроводів дренажу, ізолюються матами із скловолкна IZOVER  $\delta=30\text{--}50$  мм з покривним шаром з негорючої тканини з кручених комплексних ниток. Обладнання, арматура і фланцеві з'єднання ізолюються з'ємною ізоляцією.

### 1.9. Висновок до розділу 1

Висунута теоретична ідея створення енергозберігаючих загороджень у огорож націлена на вирішення завдань як посилення, так і послаблення цього ефекту в залежності від часу доби та пори року з урахуванням допустимих коливань параметрів внутрішнього мікроклімату.

Запропоновані показники у вигляді сукупності «теплозахисних якостей будівлі» їхньої оптимізації, а також реалізація нового принципу саморегулювання теплового режиму приміщень дозволили визначити доцільні шляхи підвищення енергоефективності динамічного теплового режиму будівель з урахуванням нестационарних теплових впливів світлопрозорих та масивних огорож.

В даному розділі МКР було наведено техніко-економічні причини використання централізованого опалення дев'яти поверхової житлової будівлі у м. Могилів-Подільському.

Обґрунтовано вибір проектної потужності об'єкту яка складає за укрупненими показниками 240 кВт, схеми влаштування системи водяного опалення, розміщення об'єкту, основних технологічних та будівельних рішень. Також визначено матеріальну оцінку впливів на навколишнє середовище.

## РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

### 2.1 Вихідні дані

Місце розташування об'єкта будівництва: м. Могилів-Подільський.

1. Кліматологічна характеристика району будівництва [12]:

1) середня температура:

- найбільш холодної п'ятиденки  $t_5^{0,92} = -21^\circ\text{C}$ ;

- найбільш холодної доби  $t = -26^\circ\text{C}$ ;

середня швидкість вітру  $v_{\text{сiч}} = 8 \text{ м/с}$ .

2. Конструкція зовнішніх стін: цегляна кладка зі звичайної глиняної цегли на цементно-піщаному розчині, внутрішня та зовнішня цементно-піщана штукатурка, утеплювач.

3. Тип будівлі: 9-поверхова житлова будівля.

Схема системи опалення: двотрубна з горизонтальним розведенням магістралей.

Джерело теплозабезпечення: централізовані теплові мережі.

Тип будівлі: житлова із вбудованими приміщеннями.

Схема системи опалення: горизонтальна з по-квартирним розведенням.

Висота поверху: 2,6 м.



## 2.2. Вибір конструкції та теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будинку

### 2.2.1. Розрахунок термічного опору стін

Згідно початкових даних вибираємо теплофізичні характеристики матеріалів:

цегла глиняна звичайна:

$$\delta_1 = 0,64 \text{ м}; \lambda_1 = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}} \text{ [15];}$$

мінераловатні плити IZOVAT 80:

$$\lambda_2 = 0,037 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}} \text{ [15];}$$

3. штукатурка із цементно-піщаного розчину:

$$\delta_3 = 0,02 \text{ м}; \lambda_3 = 0,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}} \text{ [15].}$$

Термічний опір визначаємо за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \tag{2.1}$$

де  $\delta$  – товщина конструкції або шару, м;

$\lambda$  – теплопровідність матеріалу,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

Визначаємо термічний опір штукатурки із цементно-піщаного розчину:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,01}{0,76} = 0,013 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right)$$

Визначаємо термічний опір цегляної кладки на цементно-піщаному розчині:

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,64}{0,7} = 0,91 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right)$$

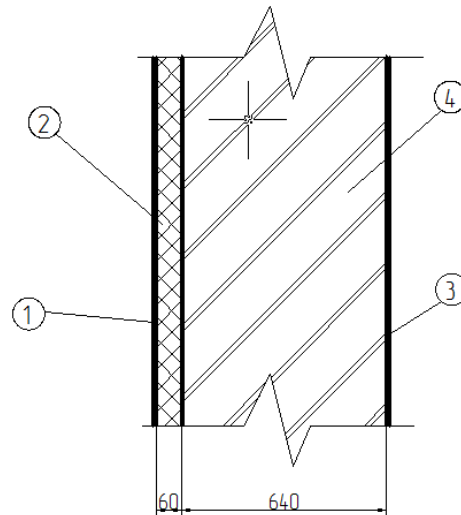


Рис. 2.1 – Схема до теплотехнічного розрахунку стіни

1 – штукатурка, 2 – мінераловатні плити IZOVAT 80, 3 – цегла глиняна звичайна, 4 - вапняно-піщана штукатурка

Мінімальне допустиме значення опору передачі огорожувальної конструкції житлової будівлі, розташованій в I кліматичній зоні, становить  $R_0^H = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$  [15]. Будова стіни показана на рисунку 2.1.

Тоді рахуємо необхідний опір теплопередачі утеплювача:

$$R_{ym} = R_{\Sigma}^B - \left[ \frac{1}{\alpha_6} + R_1 + R_2 + \frac{1}{\alpha_3} \right] = 4,0 -$$

$$-(0,115 + 0,013 + 0,91 + 0,043) = 2,91 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right),$$

де  $\frac{1}{\alpha_6} = R_6$  – опір теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

$\frac{1}{\alpha_3} = R_3$  – опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни;

$\alpha_6$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції  $\alpha_6 = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції  $\alpha_3 = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

Необхідна товщина шару утеплювача:

$$\delta_{ym} = R_{ym} \cdot \lambda_{ym} = 2,91 \cdot 0,037 = 0,108(\text{м}).$$

Приймаємо одну мінераловатну плиту товщиною 10 см та одну мінераловатну плиту товщиною 2 см. Отже загальна товщина утеплювача складає 0,12 м. Перераховуємо, і отримуємо приведений термічний опір стіни:

$$R_0^\phi = \sum R + \frac{\delta'_{ym}}{\lambda_{ym}} = 1,1 + \frac{0,12}{0,037} = 4,3 \left( \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}} \right).$$

Отже, розрахунковий термічний опір стіни становить  $R_0^\phi = 4,3 > R_0^H = 4,0 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)} / \text{Вт}$ , значить запроектована конструкція стіни задовольняє вимоги по теплопровідності.

Знаходимо коефіцієнт теплопередачі стіни:

$$k = \frac{1}{R_0^\phi} = \frac{1}{4,3} = 0,23 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right).$$

### 2.2.2. Розрахунок вікон

Внутрішня розрахункова температура становить:

- для офісних приміщень:  $t_{\text{вн}} = 20^\circ\text{C}$ ;

- для сходової клітки:  $t_{\text{вн}} = 12^\circ\text{C}$ .

Для м. Могилів-Подільського розрахункова температура зовнішнього повітря (найбільш холодної п'ятиденки) становить  $t_3 = -22^\circ\text{C}$ .

Визначаємо різниці температур внутрішніх і зовнішньої температур для визначення необхідного опору теплопередачі вікон:

для офісного приміщення:

$$\Delta t = t_{\text{вн}} - t_3 = 20 - (-22) = 42 \text{ (}^\circ\text{C)};$$

для сходової клітки:

$$\Delta t = 12 - (-22) = 34 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Усім отриманим значенням відповідає одне значення опору теплопередачі вікон, яке складає  $R_0 = 0,4 \left( \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}} \right)$ . Отже, згідно цього значення обираємо вікна з трійним заскленням і опором теплопередачі  $R_0 = 0,9 \left( \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}} \right)$ .

Знаходимо коефіцієнт теплопередачі вікна:

$$k = \frac{1}{R_0^{\phi}} = \frac{1}{0,9} = 1,11 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right).$$

### 2.2.3. Розрахунок перекриття над підвалом

Виберемо теплотехнічні показники кожного шару перекриття над підвалом (рис.2.2).

1.Перший шар – залізобетонна плита ( $\lambda_3 = 1,63 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}, \delta_3 = 0,22 \text{ м}$ ). Тоді

термічний опір складає:

$$R_3 = \frac{0,22}{1,63} = 0,135 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right);$$

2. Другий шар – утеплювач виконуємо з мінеральної вати ( $\lambda_{ym} = 0,047 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ ).

3. Третій шар – гідроізоляція, її термічний опір складає:

$$R_3 = 0,035 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right);$$

4.Четвертий шар – цементне покриття ( $\lambda_4 = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}, \delta_2 = 0,02 \text{ м}$ ).

Термічний опір:

$$R_4 = \frac{0,02}{0,81} = 0,026 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Wm} \right).$$

5.П'ятий шар – виконуємо із листів фанери товщиною 20мм ( $\lambda_5 = 0,18 \frac{Wm}{m \cdot ^\circ C}, \delta_5 = 0,02m$ ). Термічний опір:

$$R_5 = \frac{0,2}{0,18} = 0,11 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Wm} \right).$$

6.Шостий шар – виконуємо з паркетної дошки з коефіцієнтом теплопровідності і товщиною відповідно  $\lambda_6 = 0,15 \frac{Wm}{m \cdot ^\circ C}, \delta_6 = 0,025m$ ; а в

ванних кімнатах та туалетах – з керамічної плитки:

$\lambda_6 = 0,89 \frac{Wm}{m \cdot ^\circ C}, \delta_6 = 0,01m$ . Термічний опір паркетної дошки і плитки

складає відповідно:

$$R_6^1 = \frac{0,025}{0,15} = 0,17 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Wm} \right).$$

$$R_6^2 = \frac{0,01}{0,89} = 0,012 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Wm} \right).$$

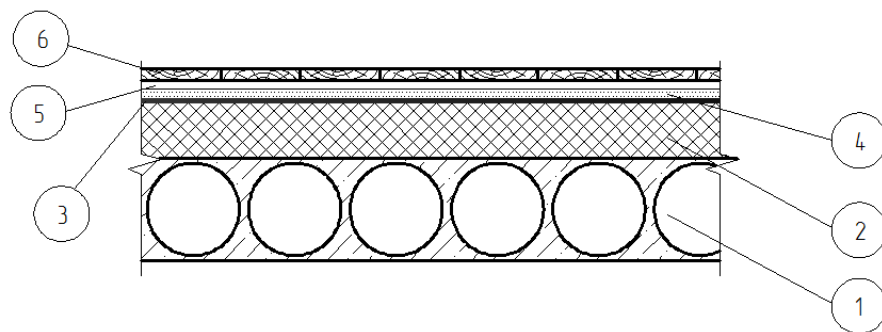


Рис. 2.2 – Схема до теплотехнічного розрахунку перекриття над підвалом:

- 1 – багатопустотна залізобетонна; 2 – утеплювач; 3 – гідроізоляція ;  
4 – цементне покриття; 5 – фанера 20мм; 6 – паркетна дошка.

Сумарний термічний опір перекриття складає:

$$R_{пер} = R_1 + R_{ум} + R_3 + R_4 + R_5 + R_6, \quad (2.2)$$

де  $R_3$  – загальний опір теплопередачі з/б плити з врахуванням опору теплосприймання внутрішньої та опору тепловіддачі зовнішньої поверхонь;

$R_{ум}$  – коефіцієнт опору утеплювача.

Визначаємо термічний опір шару утеплювача:

$$R_{ум} = R_{\Sigma}^B - (R_1 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6),$$

для перекриття з верхнім шаром паркетна дошка:

$$R_{ум} = 5,0 - (0,048 + 0,177 + 0,035 + 0,026 + 0,11 + 0,17 + 0,012) = 4,42 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right);$$

Визначаємо необхідну товщину утеплювача, використовуючи необхідний термічний опір  $R_{ум} = 4,42 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right)$ :

$$\delta_{ум} = R_{ум} \cdot \lambda_{ум}, \quad (2.3)$$

$$\delta_{ум} = 4,42 \cdot 0,037 = 0,164(м).$$

Приймаємо товщину утеплювача 170 мм. Виконуємо перерахунок термічного опору для перекриття:

$$R_0^\phi = \frac{0,17}{0,037} + 0,048 + 0,135 + 0,019 + 0,02 + 0,0045 = 5,12 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right).$$

Отже, розрахунковий термічний опір стіни становить  $R_0^\phi = 5,12 > R_0^H = 5,00 \left( m^2 \cdot K \right) / Вт$ , отже конструкція перекриття задовольняє вимоги по теплопровідності.

Знаходимо коефіцієнт теплопередачі перекриття:

$$k = \frac{1}{R_0^\phi} = \frac{1}{5,12} = 0,195 \left( \frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C} \right).$$

#### 2.2.4. Розрахунок тепловтрат горищного перекриття

В зв'язку з тим, що горище не опалюється, то визначення товщини шару утеплювача для горищного перекриття (рис. 2.3) будемо проводити, враховуючи опори теплосприйняття і тепловіддачі.

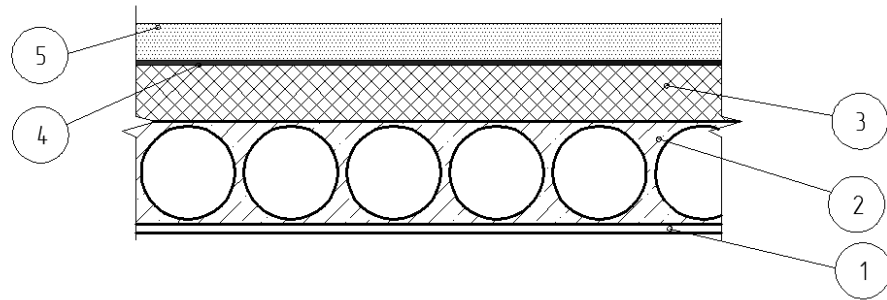


Рис. 2.3 – Схема до теплотехнічного розрахунку горищного перекриття:

1 – гіпсокартонні листи; 2 – залізобетонна панель перекриття; 3 – утеплювач мінераловатний; 4 – гідроізоляція з двох шарів руберойду; 5 – цементно-пісчане покриття.

Визначаємо теплотехнічні показники кожного шару горищного перекриття.

Перший шар – гіпсокартонні листи.

$$R_1 = \frac{0,01}{0,15} = 0,067 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right)$$

Другий шар – залізобетонна панель перекриття термічний опір якої:

$$R_2 = 0,177 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right)$$

Третій шар – утеплювач із мінераловатних плит  $\lambda_3 = 0,047 \left( \frac{Bm}{m \cdot ^\circ C} \right)$ ,  $\delta_3 = x$ ,

термічний опір якого:



Четвертий шар – гідроізоляція з двох шарів руберойду

$\lambda_4 = 0,17 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$ ,  $\delta_4 = 0,006 м$ , термічний опір якого:

$$R_4 = \frac{0,006}{0,17} = 0,035 \left( \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right)$$

П'ятий шар – виконуємо з цементно-піщаного розчину

$\lambda_5 = 0,76 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$ ,  $\delta_5 = 0,04 м$ , термічний опір якого:

$$R_5 = \frac{0,04}{0,76} = 0,053 \left( \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right)$$

Сумарний термічний опір горіщного перекриття складає:

$$R_{пер} = R_1 + R_2 + R_{ум} + R_4 + R_5, \quad (2.4)$$

$R_{ум}$  – коефіцієнт опору утеплювача.

Визначаємо термічний опір шару утеплювача:

$$\begin{aligned} R_{ум} &= R_{\Sigma}^B - (R_1 + R_2 + R_4 + R_5) = 6,00 - (0,067 + 0,177 + 0,035 + 0,053) = \\ &= 5,668 \left( \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right). \end{aligned}$$

Визначаємо необхідну товщину утеплювача:

$$\delta_{ум} = R_{ум} \cdot \lambda_{ум} = 5,668 \cdot 0,047 = 0,27 (м).$$

Прийmemo товщину утеплювача 0,27 м, тобто візьmemo дві мінераловатні плити по 0,12 м та 0,15 м. Виконаємо перерахунок термічного опору конструкції:

$$R_0^{\phi} = \frac{0,27}{0,047} + 0,067 + 0,177 + 0,035 + 0,053 = 6,07 \left( \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right).$$

Отже, розрахунковий термічний опір стіни становить  $R_0^{\phi} = 6,07 > R_0^u = 6,00 (м^2 \cdot K) / Вт$ , значить конструкція запроєктованого перекриття задовольняє вимоги по теплопровідності [15].

Знаходимо коефіцієнт теплопередачі перекриття:

$$k = \frac{1}{R_0^{\phi}} = \frac{1}{6,07} = 0,17 \left( \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \right).$$

### 2.3. Розрахунок тепловтрат приміщень

Система опалення повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через огорожувальні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає в приміщення в результаті інфільтрації.

Загальні тепловтрати  $Q_{заг}$  складаються з головних  $Q_{г}$  та додаткових  $Q_{д}$ .

До головних тепловтрат відносяться тепловтрати через огорожуючі конструкції та тепловтрати на нагрівання повітря в приміщеннях (інфільтрацію).

$$Q_{г} = Q_1 + Q_е - Q_{ноб} (Вт),$$

$$Q_1 = k \cdot \lambda \cdot F \cdot \Delta t$$

$Q_е = 0,337 \cdot F_{нидл} \cdot h \cdot \Delta t$ , де  $k$  – поправочний коефіцієнт, 0,6 для перекриття над підвалом, 1 – для інших конструкцій,

$\lambda$  – приведений коефіцієнт теплопередачі огорожуючої конструкції, Вт/м К,

$F$  - площа огорожуючої конструкції, м<sup>2</sup>,

$\Delta t$  – різниця між температурою приміщення і температурою найбільш холодної п'ятиденки, °С,

$F_{нидл}$  – площа підлоги, м<sup>2</sup>,

$h$  – висота приміщення.

Додаткові тепловтрати складаються з втрат на орієнтацію огорожувальної конструкції відносно сторін світу, втрати на вітер і інші тепловтрати.

Умовне позначення огорожувальних конструкцій в таблиці Б.1.: ЗС – зовнішня стіна; В – вікно з подвійним склінням; Д – двері. Орієнтація: Зх – захід; Сх – схід; Пд – південь; Пн – північ.

Додаткові тепловтрати приймаються відповідно до [16].

Величини теплового навантаження на опалювальні прилади наносимо на креслення розрахункових схем системи опалення [аркуші 1,2].

#### 2.4. Варіативний вибір опалювальних приладів

Сталеві листові радіатори Corrado використовуються для опалення будівель.

Чавунні сегментні батареї - застаріла система опалення. Їх поверхня теплопередачі невелика, теплопровідність металу низька, і приміщення обігріваються в основному випромінюванням, 20% тепла передається конвекцією. Також вони довше нагріваються і довше остигають через високу інерційність камери нагріву.

Сталеві панельні радіатори Corrado призначені для установки в житлових і громадських системах опалення для закритих одно- і двотрубних систем опалення з природною і примусовою циркуляцією.

Додаванням невеликої кількості води в радіатор можна гнучко адаптувати систему опалення до потреб приміщення в теплі (див. таблиці 2.1 - 2.3).

Переваги радіаторів з комірчастою панеллю

- Менше води в радіаторі
- Швидкий нагрів
- Сучасний дизайн та естетичний вигляд
- Висока якість обробки поверхні
- Покращена тепловіддача завдяки компактності сталевих радіаторів;
- Прихована підводка труб, легкий і простий монтаж.
- Радіатори мають невелику вагу.

Таблиця 2.1

## Параметри панельного радіатора

Модель	Глибина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса на 1 метр довжини, кг.	Тепловий потік, Вт.	Об'єм води, л/м	Вартість, грн. на 01.11.2023
Korado type 22	50	400	400	20	600	3,85	850
		500	500	25	900	4,54	980
		600	600	30	1266	5,28	1350

Таблиця 2.2

## Перелік типів і потужність секційних біметалевих радіаторів

Модель	Глибина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Між осьова відстань	Маса 1 секції, кг.	Тепловий потік, Вт.	Ємність секції, л	Вартість, грн.
Global Style 500	80	80	575	500	1,97	168	0,2	345
Global Style 350	80	80	425	350	1,56	125	0,16	345
Global Style Plus 500	95	80	575	500	1,94	185	0,19	380
Global Style Plus 350	95	80	425	350	1,5	140	0,17	380

Таблиця 2.3

## Параметри чавунних радіаторів

Марка приладу	Розміри однієї секції				Поверхня нагріву 1 секції, м <sup>2</sup>	Показники	
	H	H1	b	l		Маса, кг	Ємність л
M – 140	582	500	140	96	0,524	23,5	4,6
M – 140 – АО	582	500	140	96	0,299	25,4	4,07
M – 140 – АО-300	382	300	140	96	0,17	25,63	5,07

Тому панельні радіатори є кращою системою опалення через їх надійність, довговічність, ціну та інші переваги.

Будівля має двосхилий дах, що не дозволяє розмістити котельню на даху. Вона не може бути забезпечена електроенергією від центральної тепломережі. У цьому житловому будинку можна використовувати автоматичне поквартирне опалення або центральне опалення.

Переваги автоматичних систем опалення.

- Простота системи і пов'язана з цим надійність;
- Висока ефективність завдяки високому ККД автоматичних опалювальних котлів;
- Весь будинок може обігріватися без необхідності обслуговування котла;
- Відсутність взаємозалежності між системами;
- Обладнання та інші компоненти системи можна індивідуально конфігурувати та підбирати за потребою.

З цих причин ми обрали сталеві радіатори Corrado.

## 2.5. Вибір обігрівальних приладів

Для опалення будинку застосовують двотрубну систему опалення із нижньою розводкою, яка підключається до ІТП (див. аркуш 1). Марка обігрівальних приладів панельні радіатори типу 22VK KORADO [14].

Поверхня нагрівання приладів  $F_{np}$  визначається за формулою:

$$F_{np} = Q_n / q_n \quad (2.9)$$

де  $Q_n$  – розрахункове теплове навантаження приладу;

$q_n$  – поверхнева густина теплового потоку приладу.

## 2.6. Гідравлічний розрахунок системи опалення

Гідравлічний розрахунок системи опалення складається з трьох етапів:

Розбиття системи на ділянки та визначення діаметру труб на ділянці.

Визначте загальний тиск тертя системи, визначивши швидкість теплоносія на ділянці, питомі втрати тиску та втрати тиску в місцевих опорах з таблиці.

Перевіряємо: Якщо запас тиску не перевищує 10%, діаметр труби обрано правильно.

Перший крок полягає в наступному:

Розділіть систему на різні ділянки і визначте витрату на кожній ділянці. Нанесіть витрату кожної ділянки на осьову діаграму.

Загалом, розрахунковий циркуляційний тиск визначається за наступним рівнянням:

$$P_p = P_{ш} + P_{пр}, (H / м^2) \quad (2.10)$$

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

$$P_{ш} = (80 \pm 100) \sum l, (H / м^2) \quad (2.11)$$

де  $\sum l$  – довжини циркуляційного кільця, м.

$P_{пр}$  – природній тиск, який є в циркуляційному кільці за рахунок охолодження води в елементах системи:

$P_{н.п.}$  – природній тиск, який виникає в циркуляційному кільці від охолодження води в обігрівальних приладах (див. аркуш 4):

$$P_{н.п.} = \beta \times g \times h \times (t_g - t_{ох}), (H / м^2) \quad (2.12)$$

де  $h$  – відстань за висотою між горизонтальними осями обігрівального приладу і виходу котла, м;

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

$t_{ох}$  – температура охолодженої води,  $^{\circ}C$ ;

$\beta$  – коефіцієнт, що приймається рівним 0,64 [16].

$\Delta P$  – природній тиск, який виникає в циркуляційному кільці від охолодження води в трубопроводі.

Розрахунок починаємо із самого найвіддаленішого циркуляційного кільця.

Витрати води визначаються за виразом:

$$G = 0.86 \cdot \frac{Q}{t_2 - t_{ox}}, \quad (2.13)$$

$R_d$  – визначають за виразом:

$$R_d = \frac{0,5 \cdot P}{\sum L} \quad (2.14)$$

Другий етап виконується так:

Орієнтуючись на витрату води та швидкості її руху визначаємо діаметр трубопроводів, питомі витрати тиску на тертя на 1 м і швидкість руху води в трубопроводі (див. аркуш 3).

Втрати на місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \sum \xi * h \quad (2.15)$$

Третій етап виконується так:

Просумувавши втрати тиску в системі порівнюємо його з розрахунковим. При розрахунках величиною природного тиску нехтуємо, тоді  $P_p = P_w = (80 \pm 100) \sum l$ .

Результати гідравлічного розрахунку системи опалення приведені в додатку В.  $\Delta_{зап}$  визначається за виразом (див. аркуш 4):

$$P_{зап} = (P_p - \Sigma(R \cdot l + Z)) / P_p \cdot 100\% \quad (2.16)$$

При гідравлічному розрахунку визначили швидкості течії і діаметри труб, запас тиску склав 5,9 %. Оскільки, запас циркуляційного тиску  $\Delta_{зап}$  знаходиться в межах 5-10%, то розрахунок на цьому закінчується.



## 2.7. Висновок до другого розділу

У технічній частині проведено основні розрахунки системи опалення житлового будинку, проведено тепловий розрахунок, розраховано тепловтрати будинку 238,5 кВт, підбрано та розраховано обладнання системи опалення.

Проведено заходи щодо створення комфортних умов мікроклімату для працівників та людей, які проживають у цьому будинку. В результаті гідравлічних розрахунків були обрані діаметри труб і стояків. При перевірці отриманих розрахунків результати розрахунків узгоджуються, тому розрахунки виконані правильно.

Надаються варіанти, які використовують перероблену теплову енергію. На основі проведених технічних розрахунків розроблено аксонометричну схему системи відповідно до технічних умов.

Запропонований варіант енергоутилізації тепла шляхом використання рекуперації. На основі проведених технічних розрахунків розроблено аксонометричні схеми систем у відповідності до нормативів.

Проведені розрахунки і виконаний підбір обладнання дозволяють приступити до виконання монтажу систем.

Вибір обчислень і пристроїв дозволяє розпочати встановлення системи.

## **РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ**

### **3.1. Аналіз конструктивних особливостей об'єкту**

Дозволено встановлювати плоску систему опалення з горизонтальною розводкою. На кожному поверсі будівлі є водорозподільні стільники. Основний трубопровід - сталева труба. Основний трубопровід ізолюваний мінераловатною ізоляцією в підвалі будівлі.

На кожному поверсі передбачено дренажний трубопровід (K8) з дренажною лійкою для відведення води з системи опалення до квартир. Це робиться для того, щоб не допустити осушення системи при заміні окремих елементів системи (трубопроводів, радіаторів, клапанів тощо) в кожній квартирі.

Трубопроводи в квартирах виконані з дифузійно-стійкого шару: PE-Xc (діаметр  $\varnothing$  14-25 мм) виробництва компанії KAN.

Труби системи опалення ізолювані ізоляцією ISOTEC KK-ALC типу ISOVER. Антикорозійний захист ізолюваних труб забезпечується двома шарами EP-140 і одним шаром HC-010 на ґрунті. Система опалення встановлена відповідно до вимог чинних стандартів.

Центральні стояки встановлюються в закритому просторі сходової клітки (шість стояків). Вертикальні стояки повинні бути ізолювані. Труби в місцях перетину стель, внутрішніх стін і перегородок прокладені в металевих гільзах, покритих м'яким негорючим матеріалом.

В системі опалення використовуються сталеві радіатори KORADO моделі 22VK RADIC з нижнім підключенням [17].

Для гідравлічного контролю та повного закриття окремих горизонтальних гілок і зливу теплоносія встановлені автоматичні зрівняльні клапани ASV-PV та ASV-M компанії Danfoss, які не тільки підтримують

постійний перепад тиску, але й функціонують як зливні клапани для забезпечення гідравлічної стабільності системи.

На лінії подачі в систему опалення встановлені клапани високої пропускної здатності, такі як кутовий клапан RTD-G компанії Danfoss з термостатичним елементом RTD і запірний клапан RLV.

Повітря з системи опалення відводиться через повітровідводи на кожному радіаторі в горизонтальній гілці та повітрозабірник у найвищій точці системи опалення.

Джерелом теплопостачання є індивідуальний тепловий пункт (ІТП) з параметрами водяного теплоносія 90-70°C. ІТП складається з теплообмінника (пластинчастий теплообмінник) та системи трубопроводів виробництва "Укултепро Енерго", яка подає тепло з теплової мережі ІТП встановлений в підвалі будівлі ІТП встановлений в підвалі будівлі.

Автоматичне регулювання витрати теплоносія в системі в залежності від температури зовнішнього повітря досягається за допомогою регулюючих клапанів, встановлених на подавальних трубопроводах тепломережі.

Для підтримання гідравлічного балансу системи опалення передбачено встановлення регуляторів перепаду тиску.

Трубопроводи системи опалення та водопостачання всередині теплової підстанції виконані з електрозварювальних сталевих труб, тоді як дренажні трубопроводи виконані зі звичайних сталевих водогазопровідних труб. Трубопроводи всередині теплової підстанції, за винятком дренажних трубопроводів, ізолювані мінераловатними матами  $\delta = 30-60$  мм з покривним шаром з комплексної нитяної крученої вогнетривкої тканини.

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

Перед початком монтажних робіт установка повинна бути прийнята відповідно до законодавства про будівельні та монтажні роботи. Установку або

її частини приймають до монтажу після завершення таких робіт: готові підлоги, сходові клітки, внутрішні стіни та перегородки. Коридори і проходи повинні бути звільнені від будівельного сміття і сторонніх предметів.

Перед прийняттям до монтажу обладнання повинні бути проведені підготовчі роботи, які фіксуються в акті:

а) свердління отворів у стінах, перегородках і стелях для прокладання трубопроводу;

б) свердління отворів для розміщення компонентів;

в) штукатурка стін і стель, де будуть прокладені трубопроводи та встановлена система опалення

г) прокладання ліній електропередач для проведення монтажних робіт

д) підготовка доріжок для транспортування великогабаритного обладнання, яке буде встановлюватися;

е) розміщення "чистої підлоги" на стінах

ж) підготувати фундамент під розширювальний бак і систему водопідготовки.

Перед початком монтажу системи необхідно підготувати наступне:

- приміщення для майстра та робітників;

- достатнє освітлення;

- будівлі складальної майстерні; місця для зберігання заготовок, стандартних деталей, матеріалів та обладнання в робочій зоні транспортного засобу;

- електро- та водопостачання для виробничих та побутових потреб;;

- протипожежні та охоронні служби;

- приоб'єктного можливість переміщення та підйому опалювального обладнання транспортними засобами.

Акт готовності обладнання підписується представником генерального підрядника (замовника) і представником монтажної організації (головним інженером).

### 3.3. Визначення складу робіт системи опалення

Монтаж систем опалення здійснюється в наступній послідовності:

- транспортування та складування компонентів до місця монтажу;
- прокладка трубопроводів опалення з поліетилену з дифузійно-захисним шаром: труби РЕ-Хс діаметром 14 мм;
- монтаж трубопроводів опалення з поліетилену з дифузійно-захисним шаром: труби РЕ-Хс діаметром 14 мм;
- прокладання трубопроводів опалення з поліетилену з дифузійно-захисним шаром: труби РЕ-Хс діаметром 18 мм;
- прокладання трубопроводів опалення з поліетилену з дифузійним захисним шаром: труби РЕ-Хс діаметром 18 мм;
- прокладання трубопроводів опалення з поліетилену з дифузійним захисним шаром: труби РЕ-Хс діаметром 25 мм;
- прокладання трубопроводів опалення з поліетилену з дифузійним захисним шаром: труби РЕ-Хс діаметром 25 мм;
- прокладання сталевих водо- та газопроводів опалення діаметром 15 мм;
- прокладання теплопроводів із сталевих водогазопровідних труб діаметром 20 мм; - прокладання теплопроводів із сталевих водогазопровідних труб діаметром 20 мм;
- прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних труб діаметром 25 мм; - прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних труб діаметром 25 мм;
- прокладання трубопроводів опалення для сталевих водогазопровідних труб діаметром 32 мм;
- прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних труб діаметром 40 мм;
- встановлення сталевих радіаторів.
- встановлення запірно-регулюючої арматури;

- встановлення фільтрів для води
- монтаж дренажних трубопроводів
- встановлення дренажних воронок
- встановлення повітрозабірників
- монтаж лічильників
- гідравлічне випробування трубопроводів діаметром до 50 мм;
- фарбування трубопроводів
- транспортування допоміжного обладнання

### 3.4. Визначення об'ємів та послідовності виконання робіт системи опалення

1.Транспортування та складування матеріалів і виробів.

Загальна вага усіх деталей 3989,7 кг, V = 4,0т.

2.Прокладання трубопроводів опалення із сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб складається з таких робіт:

- розмітка місць встановлення кріплень;
- прокладання трубопроводів з готових вузлів або окремих деталей на зварюванні з підтриманням при прихватці;
- вивірювання трубопроводів;
- встановлення муфтової арматури і фасонних частин;
- встановлення і заробляння гільз в готові отвори в місцях проходу трубопроводів в стінах і перекриттях.

Довжина сталевих трубопроводів Ду 15 мм складає 90 м;

Довжина сталевих трубопроводів Ду 20 мм складає 120 м;

Довжина сталевих трубопроводів Ду 25 мм складає 20 м;

Довжина сталевих трубопроводів Ду 32 мм складає 40 м;

Довжина сталевих трубопроводів Ду 40 мм складає 100 м.

Довжина трубопроводів з поліетилену з антидифузійним шаром PE-Xc Dy  
14 мм складає 210 м

Довжина трубопроводів з поліетилену з антидифузійним шаром PE-Xc Dy  
18 мм складає 290 м

Довжина трубопроводів з поліетилену з антидифузійним шаром PE-Xc Dy  
25 мм складає 100 м

3. Встановлення радіаторів сталевих (див. п 3.6):

- піднімання і навішування приладів на кронштейн;
- кріплення приладів з вивірюванням по рівню і відвісу.

Кількість радіаторів – 171 шт (зідно до нормативних одиниць виміру  
238,5кВт).

4. Встановлення запірно-регулюючої арматури.

Засувки встановлюють в такій послідовності:

піднімання і встановлення засувок;

центрування фланців;

встановлення готових прокладок і болтів;

з'єднання фланців з затяжкою болтів за допомогою ручного гайкового  
ключа.

Встановлюється: засувок – 8 шт.

Встановлюється вентилів – 219 шт.

5. Встановлення фільтрів для очистки води. Кількість фільтрів – 24 шт.

6. Встановлення повітрозбірників складається з таких робіт:

розмітка місць встановлення кріплень;

встановлення кріплень;

встановлення повітрозбірника і закріплення його хомутами;

під'єднання повітрозбірника до трубопроводів.

Встановлюється 9 повітрозбірників.

7. Встановлення лічильників. Кількість лічильників – 24 шт.

8. Влаштування зливних воронок . Кількість воронок – 16 шт.



9. Встановлення автоматичних балансувальних клапанів «Danfoss».

Кількість клапанів – 9 шт.

10. Гідравлічне випробовування трубопроводів виконують в такій послідовності:

- зовнішній огляд трубопроводу;
- встановлення заглушок і манометрів;
- приєднання водопроводу і гідравлічного пресу;
- наповнення окремих частин системи водою до заданого тиску;
- огляд трубопроводу з відміткою дефектних місць;
- спуск води з трубопроводу і усунення дефектів;
- повторне наповнення системи в цілому до заданого тиску;
- огляд і перевірка системи, зниження тиску і усунення дефектів;
- здача системи;
- спуск води системи;
- зняття заглушок, манометра і від'єднання пресу.

Об'єм робіт при випробовуванні трубопроводів становить 100 м.

11. Масляне фарбування трубопроводів.

Об'єм трубопроводів визначається за формулою:

$$F = \Pi \times d \times L \quad (3.1)$$

де F – площа поверхні трубопроводу, який підлягає фарбуванню, м<sup>2</sup>;

d – діаметр трубопроводу, м;

L – довжина ділянки трубопроводу, м.

Площа трубопроводів, які фарбуються складає  $V = 196,6 \text{ м}^2 = 200 \text{ м}^2$ .

12. Виконання ізоляційних магістральних трубопроводів діаметром  $\varnothing$  50мм на основі циліндрів мінераловатних товщиною ізоляційного шару 60мм довжиною 100м. З наступним складенням актів прихованих робіт.

13. Кількість допоміжних матеріалів та сміття, яке потрібно відвести становить 0,5т.

### 3.5. Монтаж опалювальних приладів

В системі опалення використовуються панельні сталеві радіатори KORADO моделі 22VK RADIC.

Опалювальні прилади слід встановлювати на чисту підлогу або доріжки після того, як місце встановлення було оштукатурено. Опалювальні прилади RADIC слід встановлювати на висоті не менше 100 мм від підлоги і 30 мм від оштукатуреної поверхні стіни.

Обігрівачі слід встановлювати в наступному порядку

- позначте монтажне положення;
- просвердлиți отвори для кронштейна;
- позначити місце встановлення;
- просвердлиți отвори для кронштейна;
- встановити радіатор в такому положенні, щоб на нього не впливала поверхня штукатурки стіни;
- повісити радіатор;
- встановити клапан термостата;

Підключення до опалювального приладу обладнується клапаном зі збільшеною пропускною здатністю, наприклад, RTD-G квадратного типу (внутрішній) з термостатичним елементом RTD або запірним клапаном Danfoss RLV [14].

### 3.6. Монтаж магістральних трубопроводів

У цій системі опалення магістральний трубопровід розташований на технічному поверсі. Мінімальний ухил при прокладанні становить 0,002.

Ухил трубопроводу - в бік виходу повітря.

Відгалуження від магістрального трубопроводу до стояка - під прямим кутом. Відгалуження від магістрального трубопроводу до стояка має коліно зі

зварної труби і заглушки для випуску повітря і зливу його зі стояка після крана. Магістральні трубопроводи діаметром до 50 мм мають зварні або різьбові з'єднання, а діаметром понад 50 мм - зварні або фланцеві. На технічному поверсі магістральні трубопроводи монтуються на опорах для переміщення труб при тепловому розширенні. Магістральні трубопроводи, що проходять через будівельні конструкції, прокладаються з використанням гільз.

Магістральні трубопроводи прокладають у такій послідовності [13]

- розмітка осі магістральної труби та встановлення підвісів і кронштейнів;
- укладання трубопроводів, компонентів і заготовок уздовж розмічених осей; і
- збірка магістралі та підключення монтажних вузлів і повітрозбірників
  - перевірити та відрегулювати заданий ухил;
  - встановити та зафіксувати гільзи;
  - встановити та зафіксувати магістраль
  - закріпити сітку на опорах і підвісах;
  - встановіть і закріпіть мережу;
  - встановіть і відрегулюйте монтажний блок і повітрозбірник;
  - вставити і закріпити гільзу;
  - вставити і закріпити мережу.

### 3.7. Монтаж стояків

Система опалення складається з шести стояків і встановлюється в закритій сходовій клітці. Перед монтажем всі трубопроводи оглядаються і очищаються від сміття (за необхідності). Головний стояк встановлюється вертикально і кріпиться до надійної опори знизу. Стояки монтуються за допомогою зварювання.

У місцях перетину з внутрішніми стінами і перегородками стояки розміщуються в гільзах.

Оскільки висота між поверхами менше 3 м, стояки не призначені для вертикального монтажу.

Монтують стояки в такій послідовності [13]:

- розмітити положення стояків на поверсі;
- з'єднати стояки між поверхами за допомогою зварювання;
- змонтувати та вирівняти вузли з приєднаними з'єднаннями вздовж підводок квартири;
- змонтувати стояки так само, як і поверхові стояки; д) змонтувати стояки так само, як і поверхові стояки
  - з'єднання з'єднань підводок ущільнювальним матеріалом;
  - маркування положення стояків;
  - з'єднання стояків із землею за допомогою зварювання
  - вирівнювання стояків і фіксація хомутами
  - після встановлення стояка та підводки перевірте вертикальність стояка, ухил підводки та міцність труб і радіаторів.

### 3.8. Монтаж поквартирних трубопроводів системи опалення

Система опалення квартири складається з поліетиленового трубопроводу з терморегулятором та системи опалення. Трубопровід виготовлений з дифузійно-захищеного шаруватого поліетилену: РЕ-Хс діаметром  $\varnothing$  14-25 мм і відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-143-2007\*. Трубопровід прокладається в захисних канавках в товщі ґрунту. Рівень стяжки над трубопроводом повинен бути не менше 50 мм. Трубопровід кріпиться за допомогою пластикових гаків РЕХ. У місці підключення до радіатора передбачений напірний відведення зі шлангом.

Трубопровід слід встановлювати в такій послідовності [16]:

- а) Позначити положення трубопроводу та кронштейна;
- б) прокласти захисний гофрований трубопровід у зазначених місцях; і
- в) з'єднати всі ділянки трубопроводу необхідними фітингами та відгалуженнями; г) прокласти трубопровід у ґрунті
- г) після укладання трубопроводу на підлогу залити підлогу водою
- е) залишити вихід у місці підключення радіатора; ф) встановити трубопровід у відповідному місці; г) встановити трубопровід у відповідному місці
- д) після завершення монтажних робіт намалювати ескіз плану ОСББ для фактичного прокладання трубопроводу з прив'язкою до будівельних конструкцій (це робиться на випадок необхідності демонтажу трубопроводу).

### 3.9. Виконання ізоляційних робіт

Теплоізоляція на даному об'єкті застосовується на магістралях технічного поверху та на вертикальних стояках. Теплопроводи діаметром до 50 мм ізолюють шнурами з мінеральної вати [15].

Товщина шнурів від 30 до 90 мм. Гранична температура використання в залежності від виду оболонки  $t=150-600$  °С. Ізоляція монтується щільною спіральною навивкою в один, два, або три шари. Зовні теплоізоляція покривається захисним шаром.

### 3.10. Фарбування трубопроводів

Трубопроводи, що транспортують кондиціоновану чисту воду з максимальною температурою 950°С, ззовні фарбуються олійною фарбою. [16] Зовнішня поверхня трубопроводу фарбується під колір приміщення після монтажу системи.

Висихання відбувається протягом 2-3 годин при температурі навколишнього середовища 15-200°C. Фарбування проводиться в приміщенні з температурою нижче 8°C і відносною вологістю повітря нижче 70%.

Технологічний процес нанесення антикорозійного покриття на металеві поверхні опалювального обладнання складається з наступних операцій:

- Підготовка металевої поверхні до нанесення покриття.
- Ґрунтування очищеної поверхні.
- Нанесення покриття на заґрунтовану поверхню.

Підготовка поверхні полягає в очищенні металу від бруду, окалини, іржі та масла до металевого блиску. Після ретельного очищення, знежирення і просушування на поверхню наноситься ґрунтовка. Щоб запобігти утворенню нового корозійного шару на поверхні, ґрунтовку слід нанести протягом 8 годин після висихання.

### 3.11. Підбір машин, механізмів, пристосувань

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною Mercedes Bens Sprinter 324L3H2, яку підібрано на основі аналізу потреби в матеріалах та механізмах з врахуванням їх маси та габаритів (макс. габарити трубопроводів труби l=3м).

Технічні характеристики автомобіля Mercedes Bens Sprinter 324L3H2 наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

#### Технічні характеристики автомобіля Mercedes Bens Sprinter 324L3H2

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Вантажопідйомність	кг	3000
Вантажна висота	мм	2820

Продовження табл. 3.2

1	2	3
Тип приводу		задній
Колія колес:		
передні	мм	2000
задні	мм	2100
Витрата палива	л/100 км (змішаний цикл)	13,0
Габаритні розміри:		
довжина	мм	6945
ширина	мм	1993
висота	мм	2820
Повна маса	кг	3500

### 3.12. Підбір інструментів та допоміжного обладнання

Набір інструментів для монтажу системи опалення наведений в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

### Набір інструментів та пристосувань для монтажу системи опалення

Найменування	Кількість
1	2
Ключ гайковий двухсторонній	
M17x19 мм	4
M19x22 мм	4
Плоскогубці комбіновані	4
Викрутки	4
Молоток слюсарний	4
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	4
Молоток гумовий	4
Стрічка вимірювальна, 20 м	4
Рівень металевий	2

Продовження табл. 3.3

1	2
Висок	2
Пружина згинальна	4
Різак для металопластикових тр-дів	4
Ящик переносний для інструменту	4
Будівельно – монтажний пістолет	2
Перфоратор Makita	2
Шуруповерт Makita	2
Компресор для обжиму труб	1
Компресор Makita	1

Набір інструментів та пристосувань для зварювальних робіт наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Набір інструментів та пристосувань для зварювальних робіт

Найменування	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3
Інверторне зварювання ПАТОН	шт	1
Газогенератор ацетиленовий	шт	1
Пальник комбінований	шт	1
Різак ацетиленовий	шт	1
Редуктор ацетиленовий	шт	1
Редуктор кисневий	шт	1
Плоскогубці комбіновані	шт	2
Ключ гайковий розвідний	шт	1
Молоток слюсарний, 800г	шт	2
Зубило слюсарне довжиною 200мм	шт	2
Рашпіль круглий	шт	2
Щітка сталева	шт	2
Ніж мідний	шт	1
Електротримач пружинний	шт	1
Дріт для електродугової зварки, переріз 40 мм <sup>2</sup>	м	450
Ящик переносний для інструменту	шт	1



Для випробовування трубопроводів на міцність та щільність використовується прес гідравлічний REMS Push.

Для повноцінного функціонування фарборозпилювача та пневматичного пістолета ПЦ-52 використовується компресор. Його технічні характеристики наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

## Технічні характеристики компресора

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Повітровидатність	л/хв	650
Максимальний тиск	бар	11
Об'єм ресивера	л	270
Маса	кг	154
Енергоспоживання	кВт	4,1

Для фарбування сталевих трубопроводів використовуємо фарборозпилювач КР-20. Його технічні характеристики наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

## Технічні характеристики фарборозпилювача КР-20

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Видатність	м <sup>2</sup> /год	160-218
Витрата фарби	г/хв	18-23
Витрата повітря	м <sup>3</sup> /год	13,6-18
Маса	кг	0,5

### 3.13. Засоби кріплення системи

Сталеві трубопроводи з'єднуються між собою та фасонними частинами зварюванням, а з арматурою – за допомогою фланцевих з'єднань [13].

Для кріплення сталевих трубопроводів до будівельних конструкцій використовують кронштейни. Для кріплення металопластикових трубопроводів використовують пластмасові фіксатори на дюбелях.

### 3.14. Визначення потреб у матеріально-технічних ресурсах

В зв'язку з тим, що ми отримаємо фасонні частини трубопроводів в готовому вигляді, то ми маємо потребу тільки в монтажних інструментах [18].

Вимірювальні інструменти:

- рулетка (стрічка) вимірювальна, 20м;
- виски;
- рівні.

Ударні інструменти:

- молотки слюсарні;
- кувалди;
- зубила слюсарні.

Інструменти для зборки:

- ключі гайкові одно- та двосторонні;
- викрутки;
- плоскогубці;
- ковзани для переміщення вантажу до місця монтажу.

Молоток слюсарний тип 2 застосовуємо при зборці трубопроводів для кільцевої зачистки зварних швів від шлаку та насадки фланців.

Кувалда застосовуємо для робіт, які потребують більш значної прикладеної маси, наприклад, для забивання в стіни та стелю кронштейнів для кріплення трубопроводів

### 3.15. Потреба в інструменті

Набір інструментів для бригади монтажників системи опалення в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Набір інструментів для бригади монтажників системи опалення .

Найменування	Кількість
Ключ гайковий двосторонній	
М12-17-19 мм	2
М16-22-21 мм	2
Плоскогубці комбіновані	2
Молоток слюсарний	2
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	2
Стрічка вимірювальна, 20 м	2
Рівень металевий	1
Висок	1
Ящик переносний для інструменту	2

Таблиця 3.8

Матеріали, необхідні для монтажу магістральних трубопроводів системи опалення

Матеріали	Одиниця виміру	Об'єм
1	2	3
Електроди, діаметр 4мм	т	0,00138
Оліфа натуральна	кг	0,04
Прокладки гумові (пластина технічна пресована)	кг	0,25
Болти з гайками та шайбами, діаметр 16мм	т	0,00802

Продовження табл. 3.8

1	2	3
Фланці плоскі приварні із сталі ВСтЗсп2, ВСтЗсп3, тиск 1Мпа, діаметр 50мм	шт.	1
Фланці плоскі приварні із сталі ВСтЗсп2, ВСтЗсп3, тиск 1Мпа, діаметр 65мм	шт.	1
Фланці плоскі приварні із сталі ВСтЗсп2, ВСтЗсп3, тиск 1Мпа, діаметр 80мм	шт.	1
Вода	м <sup>3</sup>	1,4
Очіс льняний	т	0,00004
Пароніт	т	0,0031

Матеріали, які потрібні для монтажу системи опалення приведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

## Відомість витрат матеріалів

№ п/п	Найменування	Одиниці виміру	К-сть	Вага, кг
1	2	3	4	5
Трубопроводи				
1	Труби сталеві водо-газопровідні, і ду 40/50	м	40/100	292/810
2	Те ж ду 32	м	20	70,2
3	Те ж ду 25	м	120	585,2
4	Те ж ду 15	м	90	214,8
5	Трубопроводи по квартирні ду 14	м	210	42
6	Те ж ду 18	м	290	67
7	Те ж ду 25	м	100	35
8	Фланці сталеві Р=1,6 Мпа ду 50	шт	9	4,5
Кріплення трубопроводів				
9	Кронштейни металеві	шт	100	135,96
Арматура на трубопроводах				
10	ду 15, 25, 32	шт	30	5,9
11	Фільтри сітчасті ду 15	шт	12	12,9
12	Вентиль запірний ду 25	шт	28	6,7
13	Засувки чавунні ду 50	шт	2	14

Продовження табл. 3.9

1	2	3	4	5
Контрольно-вимірювальні прилади				
14	Лічильник тепла du 15	шт	54	50,3
Прокладочні матеріали				
15	Гума листова $\delta = 0,4\text{мм}$	кг	6,28	—
16	Азбест шнуровий	кг	3,5	—
17	Стрічка ФУМ шириною 10,15мм	м	1058	—
Обладнання системи опалення				
18	Радіатори сталеві	шт	171	470,88
19	Повітрозбірники	шт	12	
Ізольовальні матеріали				
19	Шнур з мінеральної вати $\delta = 30\text{мм}$ для du 40	м	17,1	—
20	Те ж для du 32	м	3,9	—
21	Те ж для du25	м	4,2	—
22	Те ж для du 20	м	4,3	
23	Те ж для du 15	м	2,1	
Допоміжні матеріали при прокладанні сталевих трубопроводів				
24	Кисень технічний газоподібний	м <sup>3</sup>	2	
25	Дріт зварювальний легований, d 4мм	кг	1,38	
26	Електроди, d 4мм	кг	5,4	
27	Проволока електродна для зварювання	м	1,9	
28	Оліфа натуральна	кг	2,59	
29	Очіс льняний	кг	0,3	
30	Сурик свинцевий	кг	0,3	
31	Болти з шайбами та гайками	кг	8,7	
Фарбування трубопроводів				
31	Фарба масляна густо терта МА-015	кг	25,9	
32	Грунт ГФ - 020	кг	25,9	
33	Розчинник: уайт-спірит	кг	5,2	
34	Солідол синтетичний	кг	0,22	
Всього		кг	3989,6	

### 3.16. Витрати на паливні та енергетичні ресурси

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою

$$E = \Sigma( P \times \tau \times k ), \quad (3.3)$$

де  $P$  – потужність приладу чи механізму, кВт;

$\tau$  – термін роботи приладу, год;

$k$  – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

$$E_1 = 16,57 \times 152 \times 0,5 = 1259 \text{ (кВт·год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів:

- відстань, км;
- кількість ходок  $n = 1$ ;
- витрата пального  $Q = 13 \text{ л/100км}$ .

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою

$$Q = Q \times 2 \times n \times l = 0,13 \times 2 \times 1,5 \times 40 = 15,6 \text{ (л)}.$$

### 3.17. Визначення трудомісткості робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою:

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

де  $V$  – об'єм робіт;

$H_{\text{ч}}$  – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

$B$  – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою

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

де  $Q$  – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт систем опалення

Обгр. по РЕКН	Найменування робіт	Од. ви- міру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год.	Трудо- місткість, люд/дні	Виконавці		Трив. днів
						кіль- кість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
С311-4-2	Доставка деталей до місця монтажу та їх складування	т	4,0	2,71	1,355	2	Водій -1 робітники 2р. -1	1
Е16-6-6	Прокладання тру- бопроводів опа-ення із сталевих водогазопровід. неоцинкованих труб діаметром ø50 мм	100 м	1,0	61,01	7,626	2	монтажн. 3р.-2,	4
Е16-6-5	труб діаметром ø 40 мм	100 м	0,4	48,71	2,432	2	монтажн. 3р-2	1,5
Е16-6-4	– „ – діаметром ø32 мм	100 м	0,2	48,7	1,218	2	монтажн. 3р-2	1
Е16-6-3	– „ – діаметром ø25 мм	100 м	1,2	48,71	7,307	3	монтажн. 3р-3	2,5
Е16-6-2	– „ – діаметром ø15 мм	100 м	0,9	48,71	5,480	3	монтажн. 3р-3	2
Е16-14-13	Прокладання тру- бопроводів опа- ення із поліетиленових труб ø 25 мм	100 м	1,0	92,4	11,550	2	монтажн. 3р-2	6

Продовження табл. 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
E16-14-12	– „ – діаметром до ø20 мм	100 м	0,5	89,9	5,619	3	монтажн. 3р-3	2
E18-6-2	Встановлення радіаторів сталевих	100 кВт	2,0	96,92	24,23	4	монтажн. 4р.-2, 4р.- 2	6
E18-21-1	Встановлення фільтрів для очистки води	10 шт.	10	12,3	15,375	3	монтажн. 4р.-3,	5,5
E16-15-2	Встановлення вент., засувок та ін.	шт.	30	2,41	9,038	3	монтажн. 4р.-3	3
E26-1-7	Ізоляція трубопроводів	10м.	10	11,84	14,8	3	монтажн. 3р.-3	5
E16-21-7	Встановлення воронок водозливних	шт.	16	4,23	8,46	3	монтажн. 2р.-3	3
E16-29-1	Гідравлічне випробовування	100 м	1,0	8,22	1,028	1	монтажн. 3р.-1	1
E16-30-1	Зароблення отворів проходження труб	шт.	4	2,95	1,475	2	монтажн. 3р.-2	1
E13-16-1 E13-26-1	Ґрунтування і фарбування сталевих поверхонь труб.	100м.	2 2	2,53 2,35	0,883 0,587	2	монтажн. 2р.-2	1



Продовження табл. 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
П7-60-1	Визначення готовності системи до регулювання	сист.	1	6,6	0,825	2	Інженер - 1 кат. монтажн. 2р.-1	0,5
П7-61-1	Регулювання внутрішньої системи опалення	сист.	1	25,8	3,225	2	Інженер 1 кат. -2	1,5
С311-10- Е	Перевезення сміття та обладнання для монтаж	т	0,5	2,73	0,171	2	Водій -1 робітники 2р. -1	0,5

### 3.18. Техніко-економічне обґрунтування

Розрахунок техніко-економічних показників виконується в такій послідовності:

Визначається середня кількість працюючих за формулою

$$R_C = \frac{Q_{заг}}{T_{заг}} \text{ (люд)}, \quad (3.6)$$

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

$T_{заг}$  – загальна тривалість будівництва, дні

Середня кількість працюючих:

$$R_C = \frac{137,99}{41} \approx 3 \text{ люд.}$$

Коефіцієнт нерівності використання людей визначається за формулою

$$\alpha_1 = \frac{R_C}{R_{\max}}, \quad (3.7)$$

де  $R_{\max}$  – максимальна кількість працюючих, люд (див. аркуш 6)

Тоді коефіцієнт нерівномірності використання людей:

$$\alpha_1 = \frac{3}{6} = 0,5$$

Коефіцієнт нерівномірності по трудовитратах визначається за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{Q_{над}}{Q_{заг}} , \quad (3.8)$$

Тоді коефіцієнт нерівномірності по трудовитратах :

$$\alpha_2 = \frac{41,4}{137,99} = 0,3$$

Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання робіт визначається за формулою:

$$\alpha_3 = \frac{T_{вст}}{T_{заг}} , \quad (3.9)$$

де  $T_{вст}$  – тривалість виконання робіт при  $R \geq R_{max}$ , (див. аркуш 6)

$$\alpha_3 = \frac{23,5}{41} = 0,57.$$

Рівень механізації визначається за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{мех}}{Q_{\Sigma}} . \quad (3.10)$$

$$\eta = \frac{63,8}{137,99} = 0,46.$$

### 3.19 Випробування та пуск системи

Після закінчення монтажу системи опалення та іншого обладнання, виконується випробування системи опалення. Розглянемо випробування системи опалення на ділянці поквартирного підключення. Схема проведення випробувань показана на рисунку 3.1.

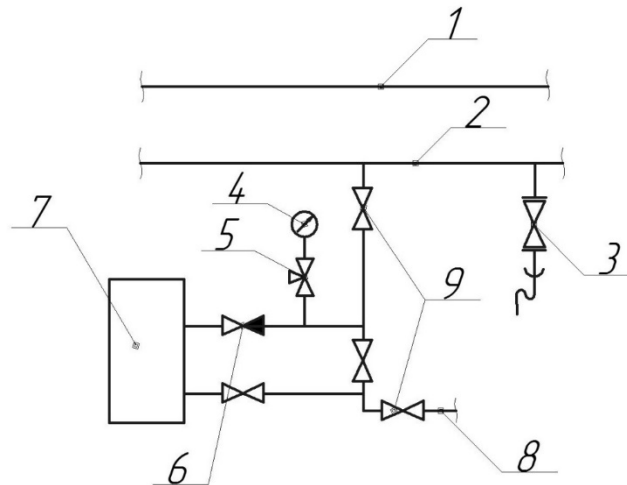


Рис. 3.1 – Принципова схема випробування системи опалення:

- 1, 2 – подаючий та зворотній трубопроводи системи опалення; 3 зливний кран; 4 – манометр; 5 – спускний кран; 6 – зворотній клапан;  
7 – гідравлічний прес; 8 – від водопроводу; 9 – кран кульовий.

Система пройшла гідростатичне випробування, якщо падіння тиску не перевищує 0,02 МПа протягом 5 хвилин і немає витоків у з'єднаннях труб, стиках, опалювальних системах або обладнанні.

Під час випробування необхідно використовувати манометр з класом точності 0,4 - МТІФ (прецизійний вимірювальний манометр - діапазон до 600 кПа).

Дефекти, виявлені під час перевірки, вказуються у звіті, що подається генеральному підряднику. Дефекти можуть бути усунені до початку пусконаладжувальних випробувань.

Пусконаладжувальні та експлуатаційні випробування на конкретному об'єкті повинні проводитися в такій послідовності

- Зовнішній моніторинг системи
- Гідростатичні або манометричні випробування
- Гідравлічні випробування та випробування на тепловий вплив.
- Випробування на максимальну температуру теплоносія.

Зовнішній огляд системи визначає, чи відповідають виконані монтажні роботи проекту і технічним специфікаціям. Особливу увагу слід звернути на наступні моменти

- a) Правильність прокладання трубопроводів (перевірка отворів, ухилів і з'єднань);
- b) Визначення необхідної площі обігріву системи опалення;
- v) розташування дренажів і вентиляційних отворів; відсутність протікання в з'єднаннях труб, фітингів і арматури
- г) надійність з'єднань трубопроводів і приладів;
- е) точність установки і зручність ремонту запірної арматури, регулюючої арматури, запобіжних пристроїв, контрольно-вимірювальної апаратури та вимірювальних приладів
- ф) рівномірність прогріву всього обладнання в будівлі.

Наступним кроком є промивка системи опалення для видалення бруду.

При цьому система заповнюється водою з водопроводу і ця вода швидко випускається в каналізацію через спеціальний штуцер в нижній частині системи за допомогою шланга.

Під час заповнення системи водою в неї щонайменше двічі подається повітря, поки потік води не вийде через повітрозабірник або повітряний кран. Основне завдання при експлуатації системи опалення - забезпечити роботу якомога більшої кількості приладів і обігрів якомога більшої кількості приміщень. Тому всі незначні дефекти (протікання, свищі і тріщини в трубах) усуваються простими заходами першої допомоги, такими як обмотування ізоляційною стрічкою або установка хомутів з гумовими прокладками, а ділянки, де протікання було зупинено, закріплюються таким чином.

Після візуального огляду перед початком фарбування або інших оздоблювальних робіт перевіряють міцність і герметичність системи опалення. Для більш точного виявлення дефектів на окремих ділянках, кожна система

перевіряється з'єднання за з'єднанням, а потім обстежується вся система в цілому.

Для виявлення дефектів, викликаних тепловим розширенням, система заповнюється водою, нагрівається до проектної температури протягом одного дня, а потім охолоджується перед випробуванням. Потім систему від'єднують від трубопроводу і заповнюють водопровідною водою зі зворотного трубопроводу системи опалення.

Гідравлічне випробування вимірює інтенсивність механічної міцності трубопроводів, фітингів та обладнання. При тиску, що в 1,25 рази перевищує робочий, але не менше 0,2 МПа в найнижчій точці системи, випробувану систему водяного опалення від'єднують від джерела теплопередачі за допомогою гідростатичного методу. Випробувальний тиск для індивідуальних опалювальних приладів становить 1,2 МПа.

Система заповнюється повітрям під надлишковим тиском 0,15 МПа, і після виявлення помилок монтажу на слух тиск знижується до атмосферного для усунення помилок. Потім систему заповнюють повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і залишають на 5 хвилин.

Якщо падіння тиску протягом 5 хвилин не перевищує 0,02 МПа при гідравлічному випробуванні і 0,01 МПа при випробуванні повітрям і не виявлено течі у зварних швах, трубах або корпусах арматури, система опалення витримала випробування [13].

Випробування тиском води проводять на ділянках системи з металопластикових труб. Випробування на герметичність проводяться при тиску, що в 1,5 рази перевищує робочий тиск, але не менше 0,6 МПа при постійній температурі води. Підготовчі роботи перед гідравлічними випробуваннями передбачають наступне.

Тимчасово зняти запобіжні клапани, регулюючі клапани та датчики, якщо допустимий тиск цих клапанів нижчий за випробувальний;

Замінити зняті елементи заглушками або запірною арматурою, допустимий тиск яких вищий за випробувальний;

Підключити до системи манометр з точністю вимірювання 0,01 МПа.

Гідравлічне випробування системи проводиться в два етапи: 1 етап - збільшуйте тиск до проектного значення двічі через кожні 10 хвилин протягом 30 хвилин. Протягом наступних 30 хвилин слідкуйте, щоб падіння тиску в системі не перевищувало 0,06 МПа. Етап 2 - протягом наступних 2 годин падіння тиску (від тиску, отриманого на етапі 1) не повинно перевищувати 0,02 МПа [13].

Якщо під час випробування системи опалення виявлено витік, систему спускають, усувають несправність і повторюють гідравлічне випробування. Після гідравлічного випробування водопровідна вода з системи опалення скидається в каналізацію.

Ефективність роботи системи опалення визначається після 7 годин безперервної роботи теплоносія в подавальному трубопроводі при температурі нижче 50 0 С і робочому тиску [13].

Завершальним етапом приймання системи опалення є теплові випробування. Введену в експлуатацію систему опалення необхідно прогріти протягом 24 годин, а потім провести теплові випробування шляхом зовнішнього огляду. За необхідності використовується спеціальне обладнання (наприклад, тепловізор, електронний термозонд). В результаті перевірки визначається і регулюється рівномірність нагріву всього опалювального обладнання. Перевіряються розрахункові параметри теплоносія і температура повітря в приміщенні, а також контролюється безшумність роботи системи і відсутність протікання в з'єднаннях.

Під час введення системи опалення в експлуатацію подається повний комплект заявочної документації (робочі креслення та їх уточнені креслення), всі квитанції на приховані роботи, паспорти обладнання, сертифікати гідравлічних і теплових випробувань системи.

### 3.20. Висновок до розділу 3

В даному розділі розроблено технологію монтажу системи опалення житлового будинку.

В результаті розробки проекту визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення, потребу в допоміжних матеріалах, визначено склад та об'єм робіт, обрано методи виконання робіт, підібрані необхідні машини і механізми для виконання монтажних робіт, визначено трудомісткість монтажних робіт, на основі якої складено календарний графік виконання робіт, загальної тривалості робіт та складу бригад, також виконано техніко-економічні розрахунки, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт - 80 люд/дні та тривалість виконання робіт – 41 день.

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської дипломної роботи розроблені заходи з охорони праці та цивільного захисту під час практичної реалізації заходів з підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель.

На будівельно-монтажний персонал, який здійснює практичну реалізацію заходів з підвищення енергоефективності: опорядження фасадів будівель, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [19, 20]:

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо).

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі переважно фіброгенної дії (нетоксичний пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

### 4.1. Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

#### 4.1.1. Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час виконання опоряджувальних робіт необхідно дотримувати вимоги ДБН «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» [21]; під час



виконання фарбувальних робіт – вимоги ДСТУ Б А.3. 2-7, НАПБ А.01.001; під час улаштування фасадних систем - вимоги ДБН В.2.6-33, ДСТУ Б В.2.6-34, ДСТУ Б В.2.6-35, ДСТУ Б В.2.6-36. Фасадні системи за конструктивним рішенням і класифікацією повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.6-34.

Суміші та мастики під час виконання опоряджувальних робіт необхідно готувати, як правило, централізовано. Приготування їх, а також розчинової суміші за ДСТУ Б В.2.6-36 на будівельному майданчику необхідно здійснювати у приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією для запобігання перевищенню гранично-допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Виконавці робіт повинні бути забезпечені нешкідливими миючими засобами і теплою водою. Не дозволяється застосовувати лакофарбові матеріали та розчинники невідомого складу, а також речовини й матеріали, на яких нема показників пожежної і токсичної небезпеки. Експлуатація мобільних малярських станцій для приготування фарбувальних сумішей, не обладнаних примусовою вентиляцією, не допускається.

Робочі місця для виконання опоряджувальних робіт, улаштування фасадних систем на висоті повинні бути обладнані засобами підмоцвання та сходами-драбинами для піднімання на них. Засоби підмоцвання, що застосовуються під час штукатурних, малярних робіт, улаштування фасадних систем у місцях, під якими виконуються інші роботи чи є прохід, повинні бути з настилами без зазорів. Внутрішні штукатурні роботи, а також монтаж збірних карнизів і ліпних елементів внутрішніх приміщень необхідно виконувати тільки з помостів або пересувних столиків, встановлених на підлогу, або на суцільні настили. Зовнішні штукатурні роботи необхідно виконувати з інвентарних вертикальних або підвісних риштовань.

Під час виконання робіт на внутрішніх сходових клітках необхідно застосовувати спеціальні помости (столики) з різною довжиною опорних підпорок, які встановлюються на сходинок. Робочий настил повинен бути горизонтальним та мати парпетні огорожі. Під час роботи зі шкідливими та

пожежо- вибухонебезпечними матеріалами, що утворюють вибухонебезпечну пару, приміщення необхідно постійно провітрювати, а також протягом 1 год після закінчення роботи, застосовуючи природну або штучну вентиляцію.

Електропроводка й електроустаткування повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Робота з використанням вогню в цих приміщеннях заборонена.

Місця, над якими виконуються скляні чи облицювальні роботи, повинні бути огорожені. Заборонено скління або облицювальні роботи на кількох ярусах по одній вертикалі одночасно. У разі застосування повітрянагрівачів (електричних або таких, що працюють на рідкому паливі) для просушування приміщень будинків і споруд необхідно дотримуватися вимог ДБН В.1.1-7. Заборонено обігрівати та сушити приміщення жаровнями та іншими пристроями, що виділяють у приміщення продукти згоряння палива.

Під час виконання робіт із розчинами, що містять хімічні добавки, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (гумові рукавички, захисні мазі, окуляри) відповідно до інструкції заводу-виробника, зважаючи на склад речовин, що використовуються. Під час сухого очищення поверхонь та інших роботах, пов'язаних із виділенням пилу і газів, а також під час механізованого шпаклювання і фарбування необхідно користуватися респіраторами із захисними окулярами. Під час очищення поверхонь за допомогою кислоти чи каустичної соди необхідно працювати у захисних окулярах, гумових рукавичках і кислотостійкому фартуху з нагрудником. Під час нанесення розчину на стельову чи вертикальну поверхню необхідно користуватися захисними окулярами.

Перед початком кожної зміни повинна бути перевірена справність розчинонасосів, шлангів, дозаторів та іншого обладнання, що застосовується під час штукатурних робіт. Манометри повинні бути випробувані та опломбовані (пройти державну перевірку). Якщо тиск на манометрах розчинонасосів перевищує допустимі значення, зазначені у паспорті,

працювати на розчинонасосі не дозволяється. Розбирання, ремонт і чищення штукатурних машин, форсунок та іншого устаткування, що застосовується під час механізованих штукатурних робіт, проводяться після зниження в машинах тиску до атмосферного і відключення машин від електромережі. Продування шлангів стисненим повітрям допускається тільки після виведення людей за межі небезпечної зони (10 м і більше). Не допускається перегинати шланги під гострим кутом і у вигляді петлі, а також затягувати сальники під час роботи штукатурних машин.

Переносні струмоприймальники (інструмент, машини, світильники тощо), що використовуються для виконання штукатурних робіт, повинні бути розраховані на напругу не більше ніж 25 В. Під час виконання робіт із приготування і нанесення фарбувальних сумішей, включаючи імпортні, необхідно дотримувати вимоги інструкцій підприємств-виробників з безпеки праці.

На усі вихідні компоненти, що надходять, і готові фарбувальні суміші повинні бути гігієнічні сертифікати із зазначенням пожежо-вибухонебезпечності, строків і умов зберігання, наявності в них шкідливих речовин, рекомендацій щодо методу нанесення, необхідності застосування засобів колективного та індивідуального захисту. Не допускається застосовувати розчинники на основі бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу.

Під час виконання фарбувальних робіт із застосуванням пневматичних агрегатів необхідно: до початку роботи перевірити справність устаткування тиском, що зазначений у паспорті, сигналізації, наявність захисного заземлення; під час виконання робіт не допускати перегинання шлангів і їх дотику до сталевих канатів, що рухаються; відключати подачу повітря та перекривати повітряний вентиль під час перерви в роботі або у разі виявлення несправностей механізму агрегату.

Відігрівати замерзлі шланги необхідно у теплому приміщенні. Не допускається відігрівати шланги відкритим вогнем чи парою.

Тару з вибухонебезпечними матеріалами (лаками, емалями, нітрофарбами тощо) під час перерви у роботі необхідно закривати пробками або кришками, а відкривати інструментом, що не спричиняє іскроутворення. Лакофарбові матеріали необхідно зберігати на робочих місцях у щільно закритій тарі, у кількості, що не перевищує змінну потребу, або в кількості, яка не перевищує ємність фарбо- нагнітального бака або стандартної фляги (40 л). На кожній тарі з лакофарбовим матеріалом, розчинником повинна бути наклейка або бирка з точною назвою матеріалу та зазначенням пожежонебезпечних властивостей. Порожня тара з-під лакофарбових матеріалів повинна бути щільно закритою і зберігатися на спеціально відведених місцях.

Для вентиляторів необхідно застосовувати електродвигуни у вибухобезпечному виконанні, а вимикачі виносити в безпечне місце.

Вогневі роботи (зварювальні тощо) необхідно проводити на відстані не ближче ніж 15 м від відчинених отворів приміщень, в яких виконуються роботи із застосуванням лакофарбових матеріалів, що містять у собі леткі органічні розчинники.

Фарборозпилювачі та шланги в кінці робочої зміни повинні бути очищені й промиті від залишків лакофарбових матеріалів. На робочому місці, де використовується фарборозпилювач, що знаходиться під високим тиском лакофарбового матеріалу, повинні бути попереджувальні написи «Вогненебезпечно», «Високий тиск!». Сітчасті фільтри установок безповітряного розпилення необхідно вилучати та промивати не рідше одного разу на тиждень.

Піднімання і перенесення скла до місця його встановлення необхідно виконувати механізованим способом у спеціальній тарі. Зона піднімання повинна бути огорожена. Розкрояння скла необхідно здійснювати в окремих

опалюваних приміщеннях у горизонтальному положенні на спеціальних столах. Місця, над якими проводиться скління, необхідно огородити та захистити від падіння скла козирками або суцільними настилами.

#### 4.1.2. Електробезпека

Живлення силового обладнання та системи освітлення будівельного майданчика здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220 В (фазна напруга (фаза – "0") – 220 В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380 В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю в приміщеннях, де монтується система опалення, підвищеної вологості.

Під час роботи з ручним електроінструментом класу I працівники повинні використовувати ЗІЗ (діелектричні рукавички, діелектричні калоші, діелектричні гумові килимки) відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.21-98. У посудинах, апаратах та інших металевих спорудах з обмеженою можливістю переміщення і виходу з них дозволяється виконувати роботи з електроінструментом класів I та II за умови, що тільки один електроінструмент живиться від автономної генераторної установки, роздільного трансформатора або перетворювача частоти з роздільними обмотками, а також електроінструментом класу III. При цьому джерело живлення (трансформатор, перетворювач тощо) повинно знаходитись поза металевою посудиною, а його вторинне коло повинно залишатись незаземленим.

Не дозволяється натягувати, перекручувати та перегинати кабель, що живить електроінструмент, ставити на нього вантаж, а також допускати перетинання цього кабелю з тросами, кабелями та рукавами для газозварювання. Установлювати робочу частину електроінструменту в патрон та вилучати її з патрона, а також регулювати електроінструмент дозволяється тільки після повного зупинення та вимкнення його штепсельної вилки з

електричної мережі. Під час роботи електроінструменту стружку необхідно видаляти спеціальними гачками або щітками після повного зупинення електроінструменту. Не дозволяється видаляти стружку або тирсу руками.

Не дозволяється виконувати роботи з електроінструментом з приставних драбин. Під час виконання робіт з електродрилем предмети, що підлягають свердлінню, необхідно надійно закріплювати. Не дозволяється торкатись руками до різального інструменту, що обертається. Не дозволяється обробляти електроінструментом мокрі та обмерзлі деталі. Не дозволяється виконувати роботи з електроінструментом, в якому відсутній захист від дії крапель або бризок (при виконанні робіт за умов дії крапель та бризок, а також на відкритих майданчиках під час снігопаду або дощу).

У разі раптового зупинення електроінструменту (зникнення напруги в мережі, заклинювання рухомих частин тощо) його необхідно від'єднати від електричної мережі вимикачем. У разі перенесення електроінструменту з одного робочого місця на інше, а також під час перерви в роботі та після її закінчення електроінструмент необхідно від'єднати від електричної мережі за допомогою штепсельної вилки.

Під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його вмиканню. Під час монтажу обладнання з використанням домкратів необхідно вжиття заходів, що запобігають перекосу чи перекиданню домкратів.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [22,23]: персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основні (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками; додаткові: діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

## 4.2. Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

### 4.2.1. Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [24] встановлюють нормовані параметри мікроклімату, які наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [13]:

Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні допустимих параметрів мікроклімату не повинна перевищувати 2°C.

Якщо температура поверхонь вище або нижче допустимої температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.

Для забезпечення нормованих значень швидкості руху повітря проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

### 4.2.2. Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м<sup>3</sup> [24]. Нормовані параметри забруднення повітря в робочій зоні наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Можливі забруднювачі повітря можуть і їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середньодобова	
Оксид вуглецю		20	4
Пил нетоксичний	4	4	4

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця [13]. Нагромадження пилу в будь-якій області вказує на необхідність у вживанні заходів з очищення забруднених поверхонь. Потрібно підкреслити, що будь-яке нагромадження пилу може привести до загоряння. Чим дрібніше пил (менша зернистість), тим вище небезпека.

Тому необхідно здійснювати наступні заходи: очищувати металевий пил якнайчастіше, щодня протирати гарячі поверхні, при високих концентраціях пилу обробляти запилені поверхні по частинам. Низька вологість збільшує потенційну небезпеку, це повинне прийматися в увагу під час прибирання.

#### 4.2.3. Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [25] розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Допустимі рівні виробничого освітлення наведені в таблиці 4.3.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних



ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів).

Таблиця 4.3

#### Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

#### 4.2.4 Виробничий шум

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [26]. Нормовані параметри виробничого шуму в робочій зоні наведено в таблиці 4.4.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту – «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація». Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщеннях на будівництві, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні. Для зниження шуму необхідно: безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі; для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

Таблиця 4.4

## Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

## 4.2.5. Виробнича вібрація

На будівництві присутня вібрація типу За [27]. Нормовані параметри виробничої вібрації в робочій зоні наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

## Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	$\frac{1,3^*}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	$\frac{2,8}{115}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$

\* В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с•10<sup>-2</sup>, в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

## 4.2.6. Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [28]. Робота монтажника будівельних конструкцій потребує великих фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кґ/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кґ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні ( за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кґ – до 30 кґ;

стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаємного розташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

## 2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи – рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності

Сенсорні навантаження: зосередження (% за зміну) – більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) – більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

### 4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Оцінка можливих наслідків вибуху газу в разі аварії в котельні

#### 4.3.1. Розрахунок надмірного тиску вибуху газоповітряної суміші

Густина газу при розрахунковій температурі  $t_p = 25 \text{ }^\circ\text{C}$  (за завданням) визначається за формулою:

$$\rho_{\Gamma} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367t_p)} = \frac{16}{22,413(1 + 0,0036 \cdot 25)} = 0,65 \text{ (кг} \times \text{м}^{-3}\text{)}$$

де  $M$  – молярна маса речовини ( $M(\text{C}_x\text{O}_y\text{H}_z) = x \cdot M_{\text{C}} + y \cdot M_{\text{O}} + z \cdot M_{\text{H}}$ ),  $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$  (для природного газу  $\text{CH}_4$  –  $M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16$ );

$V_0$  – мольний об'єм, що дорівнює  $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$ .

Стехіометрична концентрація ГГ або парів ЛЗР та ГР, % (об.), що визначається за формулою [28]:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 2} = 9,36$$

де  $\beta = n_c + \frac{n_n - n_x}{4} - \frac{n_o}{2} = 1 + \frac{4}{4} = 2$  – стехіометричний коефіцієнт кисню в

реакції згоряння (при розрахунку  $\beta$  атоми азоту не враховуються);

$n_c=1$ ,  $n_n=4$ ,  $n_o=0$ ,  $n_x=0$  – число атомів С, Н, О та галогенів у молекулі ГГ або парів ГР (робоче паливо – газ метан).

Об'єм газу, що вийшов з апарата

$$V_a = \frac{P_1}{P_0} \cdot V = 0,01 \cdot P_1 \cdot V = 0,01 \cdot 600 \cdot 2,75 = 16,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

де  $P_1=600$  – тиск в апараті, кПа (за завданням);

$V = 2,75$  – об'єм апарата (за завданням), м<sup>3</sup>;

$P_0$  – атмосферний тиск, що дорівнює  $101,3$  кПа.

Об'єм газу, що вийшов з трубопроводів

$$V_T = V_{1T} + V_{2T} = 10 + 7,77 = 17,77 \text{ (м}^3\text{)}$$

де  $V_{1T}$  – об'єм газу, що вийшов з трубопроводу до його перекривання, м<sup>3</sup>;

$V_{2T}$  – об'єм газу, що вийшов з трубопроводу після його перекривання, м<sup>3</sup>.

$$V_{1T} = q \cdot \tau = 0,2 \cdot 50 = 10 \text{ (м}^3\text{)}$$

де  $q=0,2 \text{ м}^3\cdot\text{с}^{-1}$  – витрата газу при максимальному навантаженні, яку визначають згідно з технологічним регламентом залежно від тиску у трубопроводі, його діаметру, температури газового середовища тощо(за завданням);

$\tau = 50 \text{ с}$  – час перекривання у автоматичному режимі

$$V_{2T} = 0,01\pi \cdot P_2(r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n) = 0,01 \cdot 3,14 \cdot 250 \cdot 0,11 \cdot 9 = 7,77 \text{ (м}^3\text{)},$$

де  $P_2 = 250$  – максимальний тиск у трубопроводі за технологічним регламентом, кПа;

$r_1 = 0,11$  – внутрішній радіус трубопроводів, м;

$L_1 = 9$  – загальна довжина трубопроводів від аварійного апарата до засувки, м;

$P_0 = 101,3$  – атмосферний тиск, кПа.

Масу газу, що потрапив до приміщення під час розрахункової аварії, визначаємо за формулою:

$$m_T = (V_a + V_T) \cdot \rho_T = (16,5 + 17,77) \cdot 0,65 = 22,3 \text{ (кг)}$$

Надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$  для індивідуальних горючих речовин, які складаються з атомів С, Н, О, N, Cl, Br, I, F визначається за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta P &= (P_{max} - P_0) \cdot \frac{m_T \cdot Z}{V_{вільн} \cdot \rho_T} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_H} = \\ &= (900 - 101) \cdot \frac{22,3 \cdot 0,5 \cdot 100}{(8 \times 15 \times 4) \cdot 0,65 \cdot 9,36 \cdot 3} = 407 \text{ (кПа)} \end{aligned}$$

де  $P_{max}$  – максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної або пароповітряної суміші у замкнутому об'ємі (приймається 900 кПа);

$P_0$  – початковий тиск, кПа (приймається 101 кПа);

$m_{\Gamma}$  – маса ГГ або парів ЛЗР та ГР, що потрапили в результаті розрахункової аварії до приміщення, яку визначають для ГГ;

$Z = 0,5$  – коефіцієнт участі ГГ або парів у вибуху, який може бути розрахований на підставі характеру розподілення газів і парів в об'ємі приміщення;

$V_{\text{вільн}} = 480$  – вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>(за завданням);

$K_n$  – коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення й неадіабатичність процесу горіння (приймається  $K_n = 3$ ).

#### 4.3.2. Визначення розмірів зони поширення полум'я

Горизонтальні розміри зони, м, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я ( $C_{\text{НКМП}}$ )

$$R_{\text{НКМП}} = 14,5632 \cdot \left( \frac{m_{\Gamma}}{\rho_{\Gamma} \cdot C_{\text{НКМП}}} \right)^{0,333} = 14,5632 \cdot \left( \frac{22,3}{0,65 \cdot 14} \right)^{0,333} = 19,62 \text{ (м)}$$

де  $m$  – маса ГГ, що надійшли до відкритого простору під час аварійної ситуації, кг;

$\rho_{\Gamma}$  – густина ГГ при розрахунковій температурі й атмосферному тиску, кг·м<sup>-3</sup>;

$C_{\text{НКМП}}$  – нижня концентраційна межа поширення полум'я ГГ 14 % (об.).

За початок відліку горизонтального розміру зони приймають зовнішні габаритні розміри апаратів, установок, трубопроводів тощо. У всіх випадках значення  $R_{\text{НКМП}}$  повинно бути не менше 0,3 м для ГГ і ЛЗР.

#### 4.3.3. Розрахунок інтенсивності теплового випромінювання внаслідок вибуху

Інтенсивність теплового випромінювання розраховуємо для пожежі «вогненна куля».

Ефективний діаметр «вогняної кулі»  $D_s$ , м, визначаємо за формулою [28]:

$$D_s = 5,33 m_0,327 = 5,33 \cdot 22,30,327 = 2,76 \text{ (м)}$$

Висоту центра «вогняної кулі» визначаємо

$$H = D_s / 2 = 2,76 / 2 = 1,38 \text{ (м)}$$

Час існування «вогняної кулі»  $t_s$ , с, визначаємо за формулою

$$t_s = 0,92 m_0,303 = 0,92 \cdot 22,30,303 = 2,6 \text{ (с)}$$

Відстань від зовнішніх меж кулі до точки на поверхні землі безпосередньо під центром «вогняної кулі»

$$r = \sqrt{D_s^2 + H^2} = \sqrt{2,76^2 + 1,38^2} = 3,08 \text{ (м)}$$

Коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу  $\psi$  розраховуємо за формулою:

$$\begin{aligned} \psi &= \exp \left[ -7 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s / 2) \right] = \\ &= \exp \left[ -7 \cdot 10^{-4} \cdot \left( \sqrt{(3,08^2 + 1,38^2)} - 2,76 / 2 \right) \right] = 0,99 \end{aligned}$$

Кутовий коефіцієнт опромінення

$$\begin{aligned} F_q &= \frac{H / D_s + 0,5}{4 \cdot \left[ (H / D_s + 0,5)^2 + (r / D_s)^2 \right]^{1,5}} = \\ &= \frac{1,38 / 2,76 + 0,5}{4 \cdot \left[ (1,38 / 2,76 + 0,5)^2 + (3,08 / 2,76)^2 \right]^{1,5}} = 0,103 \end{aligned}$$

Інтенсивність теплового випромінювання обчислюємо за формулою:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi = 450 \cdot 0,103 \cdot 0,99 = 45,9 \text{ (кВт} \cdot \text{м}^{-2}\text{)},$$

де  $E_f$  – середньповерхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я,  $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ , величину  $E_f$  приймаємо рівною  $450 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ .



#### 4.4 Висновок до розділу 4

Внаслідок прогнозованого вибуху газоповітряної суміші у випадку аварії надмірний тиск ударної хвилі буде достатнім для сильного руйнування котельні, тому необхідно:

- забезпечити дотримання норм експлуатації обладнання;
- забезпечити дотримання всіх норм пожежної безпеки;
- встановити додаткові системи запобігання витоку газу з трубопроводів;
- робоче місце оператора розмістити за межами зони поширення полум'я;
- спроектувати конструкцію будівлі так щоб надмірний тиск ударної хвилі компенсувався за рахунок руйнування даху та віконних прорізів;
- запобігти розміщення в зоні поширення полум'я речовин, що можуть спалахнути за розрахованої інтенсивності теплового випромінювання;
- забезпечити виконання всіх внутрішніх норм і інструкцій безпеки.

## **РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ**

### **5.1 Кошторисна документація**

Для визначення кошторисної вартості системи опалення для запроектованого будинку розробляється кошторисна документація.

Кошторисна документація до магістерської кваліфікаційної роботи складена у відповідності до КНУ Настанова з визначення вартості будівництва. (від 01.11.2021 зі змінами).

Локальні кошториси складаються в поточному рівні цін на трудові і матеріально-технічні ресурси. В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загальновиробничі витрати.

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій. Загальновиробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Для розрахунку загальновиробничі витрати групуються в три блоки:

- а) засоби на заробітну плату робітників;
- б) відрахування на соціальні заходи;
- в) інші статті загально - виробничих витрат.

Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у третьому розділі роботи. Основою для розробки кошторису є креслення та технічні розрахунки (розділ 2,3).

Кошторисна документація складена за допомогою програмного комплексу Будівельні Технології: Кошторис.

Локальний кошторис на влаштування системи опалення наведений в додатку Д1. Кошторисна вартість робіт становить 602,655 тис. грн.

Локальний кошторис на влаштування системи вентиляції наведений в додатку Д2. Кошторисна вартість робіт становить 286,391 тис. грн.

Об'єктний кошторис наведений в додатку Д3. Загальна кошторисна вартість робіт влаштування систем вентиляції та опалення становить 889,046 тис. грн.

Загальна кошторисна вартість влаштування системи опалення визначається за зведеним кошторисним розрахунком (додаток Д4) становить 1577,507 тис. грн., в якому враховується кошторисний прибуток – 15,06 тис. грн, адміністративні витрати – 7,9 тис. грн, кошти на покриття ризиків учасників інвестиційного процесу – 24,411 тис. грн, кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами, вартість проектних робіт – 290,796 тис. грн, кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом – 8,416 тис. грн.

## 5.2. Загальні техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники роботи визначаються сумарними характеристиками. Основним показником є кошторисна вартість монтажу системи, яка визначається відповідно діючим нормам із врахуванням встановлених надбавок на накладні витрати та планові накопичення. Значення основних техніко-економічних показників наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

### Техніко-економічні показники

Назва показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	2	3
Кошторисна вартість	тис. грн	1577,507
Загальна кошторисна трудомісткість	люд-год	6227

Продовження табл. 5.1

1	2	3
Середній розряд робіт	розряд	3,6
Трудомісткість на влаштування системи опалення	люд-дні	1079
Середня чисельність робочих виконання робіт	люд.	13
Кошторисна вартість матеріалів на опалення	грн	476891
Загальна кошторисна зарплата	тис. грн	130,751

### 5.3 Висновки до розділу 5

В даному розділі роботи було визначено основні величини техніко-економічних показників, складена кошторисна документація: локальні кошториси, об'єктний кошторис, зведений кошторисний розрахунок. Загальна кошторисна вартість проведення робіт, враховуючи вартість матеріалів, становить 1577,507 тис. грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель» було вирішено наступні задачі.

Проведено аналіз сучасних методів дослідження процесів в огороженнях, приміщеннях та інженерному обладнанні.

Оцінено сучасні способи енергозбереження та їхню ефективність.

Підібрано та визначено необхідні матеріали, механізми для монтажу системи опалення.

Виконано необхідні креслення.

Обґрунтовано і розроблено архітектурні та інженерні принципи, заходи щодо підвищення ефективності опалювальних систем житлових будівель.

Створено проектне рішення системи теплового режиму з урахуванням архітектурно-планувальних рішень.

В МКР були розроблено заходи з організації та технології монтажу. Визначено склад і об'єми робіт; потреба в машинах, механізмах та матеріальних ресурсах; трудомісткість монтажу. Розраховано терміни монтажних робіт для системи опалення – 41 день. Складено календарні плани виконання монтажних робіт систем опалення, вентиляції та кондиціонування.

Загальна кошторисна вартість проведення робіт, враховуючи вартість матеріалів, становить 1577,507 тис. грн.

Була досягнута мета роботи, а саме створення системи забезпечення теплового режиму приміщень будівель та виконано необхідні креслення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Directive 2002/91/EC of the European parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Communities. 04.01.2003. 65p.
2. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) // Official Journal of the European Communities. 2010, L153. 13p.
3. Directive 2012/27/eu of the European parliament and of the council of 25 October 2012 on the energy performance of buildings // Official Journal of the European Communities. 2012, L315.
4. В. С. Тимчук, К. В. Анохіна. Аналіз теплового режиму цивільних будівель Редевелопмент, як перспективний напрямок відновлення міських територій. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції Енергоефективність в галузях економіки України-2023, Вінниця, 21-23 листопада 2023 р. Електрон. текст. дані. 2023. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/viewFile/19373/19024>
5. EN 15603:2008. Overall energy use and definition of energy ratings. CEN. – European Committee for Standardization. 2008. 43p.
6. EN 13790:2008. Calculation of energy use for space heating and cooling. CEN. European Committee for Standardization. 2008. 53 p.
7. EN 12831:2003. Heating system in buildings. Method for calculation of the design heat load. CEN. European Committee for Standardization. 2003.
8. EN 13829:2000. Thermal performance of buildings – Determination of air permeability of buildings. Fan pressurization method. CEN. 2000.
9. EN 14501:2005. Blinds and shutters. Thermal and visual comfort. Performance characteristics and classification. CEN. 2005. 28p.

10. EN 13779:2007. Ventilation for non-residential buildings. Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems. CEN. European Committee for Standardization. 2008. 76 p.
11. EN 15217:2007. Energy performance of buildings Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings. CEN. 2007. 31 p.
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 127 с.
13. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування: [Чинний від 2014-01-01]. К.: Мінрегіон України, 2013,-141 с.
14. Каталог регулюючої арматури URL: <http://www.danfoss.com/> (дата звернення: 05.12.2023)
15. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2021-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 30 с.
16. І. А. Пономарчук, А.Ф. Пономарчук, О. Б. Волошин. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Опалення» для студентів напряму підготовки 0921 – «Будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2005. 56с.
17. Радіатори KERMI URL: <http://kermi.net.ua/category/stalnye-radiatory-kermi-ftv-tip-22/> (дата звернення: 24.11.2023)
18. Каталог будівельних машин і інструментів. Характеристика пристрою для зварювання «Калібр СВА-1600Т», «СТЕ-24У», характеристика фарборозпилювача «КР-20». URL: <http://www.vseinstrumenti.com/> (дата звернення: 24.11.2023)
19. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=58073](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073).
20. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних

матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

21. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

22. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

23. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

24. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

25. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

26. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

27. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

28. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.



## ДОДАТКИ

ДОДАТОК А – Технічне завдання  
Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

Затверджено:  
Завідувач кафедри ІСБ  
проф. к.т.н. Ратушняк Г.С.  
«12» 2023 року

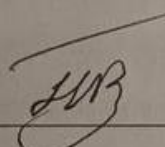
**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи:

«ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ  
ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ»

Розробив

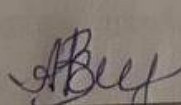
ст.гр.ТГ-22м



Тимчук В. С.

Керівник

к.т.н., доцент



Анохіна К. В.

Вінниця 2023

### 1. Призначення розробки та місце застосування.

Системи створення і регулювання мікроклімату призначені для забезпечення раціональних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях офісної будівлі.

### 2. Основа для виконання робіт.

МКР виконується згідно теми, затвердженої наказом ректора № 247 від «18».09.2023 р., на підставі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу.

### 3. Мета та призначення розробки :

Мета роботи – розробка варіанту проектного рішення систем опалення житлової будівлі.

### 4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні рішення типового приміщення, технологічне завдання та нормативно-технічна література.

### 5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до забезпечення раціональних параметрів системи мікроклімату для довготривалого зберігання біологічно активної продукції в сховищах наведені в такій нормативній літературі :

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДБН В.2.6 – 31:2021 «Теплова ізоляція будівель»;
- ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва».

### 6. Вимоги до стандартизації.

При розробці систем вентиляції необхідно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та їх можливість ремонту чи заміни в разі поломки.

### 7. Вимоги до систем вентиляції та опалення

Санітарно – гігієнічні – забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур та якості атмосферного повітря.

Економічні – забезпечення мінімуму приведених затрат.

Будівельні – ув'язка з будівельними конструкціями.

Монтажні – забезпечення монтажу систем вентиляції та опалення індустріальними методами.

Експлуатаційні – простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність і безперебійність їх роботи.

Естетичні – гармонійне співвідношення із внутрішнім архітектурним дизайном приміщення.

Обов'язковими є такі показники надійності :

- середня виробка обладнання на відмову, яке складає не менше 10 років.
- середній повний строк служби не менше 20 років.
- на виробі повинні бути встановлені строки експлуатації.

Ергономічні вимоги :

- розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду протягом денної та нічної частини доби.

- виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробуваннях.

Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в періоді експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО; строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати зі строками обслуговування базового обладнання.

8. Порядок розробки випробування, приймання систем вентиляції та кондиціонування.

Стадії розробки встановлюють згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва».

9. Основними етапами науково-конструкторської роботи є :

- розроблення та затвердження із замовником функціональних принципових схем, конструктивних компоновок та робочих креслень;
- розробка та узгодження програми та методики випробувань;
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій та інструкцій.

Дане технічне завдання може узгоджуватися та доповнюватися в процесі проектування.

10. Етапи при виконання МКР.

Етапи виконання робіт наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Етапи виконання робіт МКР

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	28.09.2023
2	Аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування конструктивних рішень підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель	5.10.2023
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи опалення та вентиляції	12.10.2023
4	Організаційно – технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	21.10.2023
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	1.11.2023
6	Техніко-економічні показники проектних рішень	15.11.2023
7	Оформлення МКР	28.11.2023
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	1.12.2023
9	Попередній захист	3.12.2023
10	Рецензування	7.12.2023

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення енергоефективності теплового режиму цивільних будівель

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра ІСБ

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 83,5%

Схожість 16,5%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

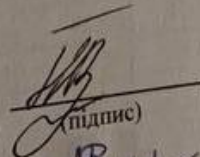
  
(підпис)

Слободян Н.М.

(прізвище, ініціали)

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

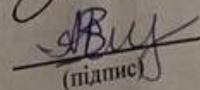
Автор роботи

  
(підпис)

Тимчук В.С.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Анохіна К. В.

(прізвище, ініціали)

## Додаток В - Гідрравлічний розрахунок

Вид труби	Номер	L, м	d, мм	Q1,Вт	Q,Вт	G, кг/год	$\omega$ , м/с	R, Па/м	$\xi$	$\Delta P$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ст1 - Перший поверх										
П	1	4,52	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	2,5	170,0406
П	2	6,44	20	701	1987	85,441	0,28	63,012	1	444,0356
П	3	3,41	25	1286	3273	140,739	0,30	52,464	1,5	242,6446
П	4	6,25	25	1169	4442	191,006	0,40	91,526	1	650,3077
П	5	3,27	25	1286	5728	246,304	0,42	99,464	1	410,9607
П	6	3,38	25	1403	7131	306,633	0,47	122,28	2	627,9664
П	7	5,99	32	818	7949	341,807	0,38	60,83	1,5	469,615
П	18	2,65	20	3339	3339	143,577	0,42	131,46	2	519,8031
П	8	6,11	32	0	11288	485,384	0,45	82,913	1,5	654,1931
П	9	1,72	40	818	12106	520,558	0,41	52,886	1,5	213,4843
П	10	1,84	40	0	12106	520,558	0,43	57,041	2,5	326,7258
П	11	3,56	40	935	13041	560,763	0,44	60,196	1	308,3688
П	12	2,84	40	1169	14210	611,03	0,46	65,317	1,5	339,7238
П	13	3,48	40	1169	15379	661,297	0,48	70,634	1	357,7582
П	14	5,32	40	1637	16016	688,688	0,50	76,148	1,5	587,3218
3	1 а	4,52	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	1	146,0161
3	2 а	6,44	20	701	1987	85,441	0,28	63,012	1	444,0356
3	3 а	3,41	25	1286	3273	140,739	0,30	52,464	2	263,8919
3	4 а	6,25	25	1169	4442	191,006	0,35	71,276	1,5	534,7598
3	5 а	3,27	25	1286	5728	246,304	0,42	99,464	2	496,6734
3	6 а	3,38	25	1403	7131	306,633	0,45	112,89	1,5	529,1444
3	7 а	5,99	32	818	7949	341,807	0,37	57,938	1,5	446,8255
3	18 а	2,65	20	3339	3339	143,577	0,42	131,46	2,5	562,6594
3	8 а	6,11	32	0	11288	485,384	0,49	96,97	1	709,15
3	9 а	1,72	40	818	12106	520,558	0,35	39,609	1,5	157,4116
3	10 а	1,84	40	0	12106	520,558	0,39	48,261	2	236,6114
3	11 а	3,56	40	935	13041	560,763	0,40	50,549	1,5	296,5702
3	12 а	2,84	40	1169	14210	611,03	0,41	52,886	1,5	272,7171
3	13 а	3,48	40	1169	15379	661,297	0,44	60,196	2,5	444,6584
3	14 а	5,32	40	1637	16016	688,688	0,48	70,634	1	487,725
Ст1 - Другий поверх										
П	20	4,23	20	1169	1169	50,267	0,17	24,241	2,5	135,627
П	21	3,68	20	1169	2338	100,534	0,33	84,667	1	364,5132
П	22	2,53	20	818	3156	135,708	0,45	146,51	1,5	515,3596
П	23	5,42	32	1169	4325	185,975	0,24	26,114	1	169,1802
П	24	2,97	32	1169	5494	236,242	0,30	40,267	1	164,1977
П	25	3,05	32	1169	6663	286,509	0,32	44,471	2	235,1486
П	26	5,67	32	1403	8066	346,838	0,36	55,112	1,5	406,9416
П	27	2,3	32	1169	9235	397,105	0,42	73,056	2	339,4537
П	28	2,8	32	0	9235	397,105	0,42	73,056	1,5	333,1252
П	29	3,12	32	1286	10521	452,403	0,46	86,33	1,5	423,5739
П	30	2,46	40	1286	11807	507,701	0,38	46,023	2,5	288,6271
П	31	3,48	40	1286	13093	562,999	0,40	50,549	1	253,6543
П	32	1,2	40	1169	14262	613,266	0,43	57,71	1,5	204,0165
П	33	1,42	40	1286	15548	668,564	0,47	67,951	1	203,8254
П	35	8,1	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	1,5	256,9887
П	34	3,05	40		15185	652,955	0,49	73,367	1	340,433
П	15	4,21	50	31201	31201	1341,643	44,00	349724	2,5	3824092
П	19	1,75	20	3339	3339	143,577	0,47	162,5	1	392,343

Додаток В - Гідравлічний розрахунок

Вид труби	Номер	L, м	d, мм	Q1,Вт	Q,Вт	G, кг/год	$\omega$ , м/с	R, Па/м	$\xi$	$\Delta P$ , Па
П	16	2,41	50	34540	34540	1485,22	0,50	57,613	1,5	321,0606
П	17	4,5	90		34540	1485,22	0,24	7,2946	1	61,00141
З	20 а	4,23	20	1169	1169	50,267	0,17	24,241	1	115,7751
З	21 а	3,68	20	1169	2338	100,534	0,33	84,667	2	417,4515
З	22 а	2,53	20	818	3156	135,708	0,45	146,51	1,5	515,3596
З	23 а	5,42	32	1169	4325	185,975	0,24	26,114	2	196,8225
З	24 а	2,97	32	1169	5494	236,242	0,30	40,267	1,5	186,5
З	25 а	3,05	32	1169	6663	286,509	0,32	44,471	1,5	210,2705
З	26 а	5,67	32	1403	8066	346,838	0,36	55,112	2,5	469,9142
З	27 а	2,3	32	1169	9235	397,105	0,42	73,056	1	253,7409
З	28 а	2,8	32	0	9235	397,105	0,42	73,056	1,5	333,1252
З	29 а	3,12	32	1286	10521	452,403	0,46	86,33	1	372,1657
З	30 а	2,46	40	1286	11807	507,701	0,38	46,023	1,5	218,4631
З	31 а	3,48	40	1286	13093	562,999	0,40	50,549	1	253,6543
З	32 а	1,2	40	1169	14262	613,266	0,43	57,71	1,5	204,0165
З	33 а	1,42	40	1286	15548	668,564	0,47	67,951	1,5	257,493
З	35 а	8,1	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	2,5	273,0051
З	34 а	3,05	40		15185	652,955	0,49	73,367	1	340,433
З	15 а	4,21	50	31201	31201	1341,643	44,00	349724	1,5	2883390
З	19 а	1,75	20	3339	3339	143,577	0,47	162,5	1	392,343
З	16 а	2,41	50	34540	34540	1485,22	0,50	57,613	1,5	321,0606
З	17 а	4,5	90		34540	1485,22	0,24	7,2946	1	61,00141
Ст2 - Перший поверх										
П	36	4,06	20	818	818	35,174	0,12	12,816	2,5	68,23481
П	37	3,82	20	1169	1987	85,441	0,28	63,012	1	278,9434
П	38	2,46	32	1169	3156	135,708	0,17	14,817	1,5	58,52806
П	39	5,32	32	818	3974	170,882	0,22	22,418	1	142,6019
П	40	3,16	32	1169	5143	221,149	0,28	35,722	1	151,9687
П	41	2,53	32	818	5961	256,323	0,33	46,704	2	223,1799
П	42	5,27	32	585	6546	281,478	0,36	55,39	1,5	386,8893
П	69	3,14	20	3339	3339	143,577	0,47	162,5	2	726,187
П	43	9,24	40		8885	382,055	0,31	32,432	1,5	371,3424
П	44	2,82	40	1169	10054	432,322	0,35	40,616	1,5	206,3123
П	45	3,05	40	818	10872	467,496	0,38	46,85	2,5	321,7563
П	46	4,24	40	1169	12041	517,763	0,42	56,481	1	327,2373
П	47	2,79	40	818	12859	552,937	0,45	63,722	1,5	327,913
П	48	2,63	40	818	13677	588,111	0,48	71,373	1	300,937
П	49	2,99	40	1871	15548	668,564	0,50	76,148	1,5	409,8961
З	36 а	4,06	20	818	818	35,174	0,12	12,816	1	150,5332
З	37 а	3,82	20	1169	1987	85,441	0,28	63,012	3	355,4161
З	38 а	2,46	32	1169	3156	135,708	0,17	14,817	1,5	279,3114
З	39 а	5,32	32	818	3974	170,882	0,22	22,418	1	473,9963
З	40 а	3,16	32	1169	5143	221,149	0,28	35,722	1	707,0064
З	41 а	2,53	32	818	5961	256,323	0,33	46,704	2	916,3077
З	42 а	5,27	32	585	6546	281,478	0,36	55,39	1,5	1254,398
З	69 а	3,14	20	3339	3339	143,577	0,47	162,5	2	2151,426
З	43 а	9,24	40		8885	382,055	0,31	32,432	1,5	1025,973
З	44 а	2,82	40	1169	10054	432,322	0,35	40,616	1,5	1044,535
З	45 а	3,05	40	818	10872	467,496	0,38	46,85	2,5	1230,379
З	46 а	4,24	40	1169	12041	517,763	0,42	56,481	1	1573,399
З	47 а	2,79	40	818	12859	552,937	0,45	63,722	1,5	1699,098



Додаток В - Гідрравлічний розрахунок

Вид труби	Номер	L, м	d, мм	Q1,Вт	Q,Вт	G, кг/год	ω, м/с	R, Па/м	ξ	ΔP, Па
З	48 а	2,63	40	818	13677	588,111	0,48	71,373	1	1908,734
З	49 а	2,99	40	1871	15548	668,564	0,50	76,148	1,5	2074,104
Ст2 - Другий поверх										
П	52	4,06	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	2,5	156,8106
П	53	3,82	20	1169	2455	105,565	0,35	92,541	1	411,8774
П	54	2,46	32	818	3273	140,739	0,18	15,816	1,5	62,65394
П	55	5,32	32	818	4091	175,913	0,23	23,621	1	150,3976
П	56	3,16	32	1286	5377	231,211	0,30	38,724	1,5	186,4554
П	57	2,53	32	1169	6546	281,478	0,36	55,39	1	203,4591
П	58	5,27	32	585	7131	306,633	0,39	64,765	3	566,7497
П	59	3,14	20	1286	3339	143,577	0,47	162,5	1,5	672,2006
П	60	6,03	40	818	10470	450,21	0,37	43,734	1	330,0698
П	61	2,82	40	1169	11639	500,477	0,41	53,074	1	231,6641
П	62	3,05	40	585	12224	525,632	0,43	58,065	2	357,9898
П	63	4,24	40	3339	15563	669,209	0,44	60,196	1,5	396,3373
П	64	2,79	40	818	16381	704,383	0,48	70,634	2	420,972
П	69	2,99	20	1169	1169	50,267	0,17	24,241	1,5	92,33326
З	52 а	4,06	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	2,5	360,2179
З	53 а	3,82	20	1169	2455	105,565	0,35	92,541	1	528,6159
З	54 а	2,46	32	818	3273	140,739	0,18	15,816	1,5	300,1106
З	55 а	5,32	32	818	4091	175,913	0,23	23,621	1	501,5927
З	56 а	3,16	32	1286	5377	231,211	0,30	38,724	1,5	771,7867
З	57 а	2,53	32	1169	6546	281,478	0,36	55,39	1	1102,628
З	58 а	5,27	32	585	7131	306,633	0,39	64,765	3	1483,523
З	59 а	3,14	20	1286	3339	143,577	0,47	162,5	1,5	2151,426
З	60 а	6,03	40	818	10470	450,21	0,37	43,734	1	1272,269
З	61 а	2,82	40	1169	11639	500,477	0,41	53,074	1	1396,007
З	62 а	3,05	40	585	12224	525,632	0,43	58,065	2	1551,873
З	63 а	4,24	40	3339	15563	669,209	0,44	60,196	1,5	1685,1
З	64 а	2,79	40	818	16381	704,383	0,48	70,634	2	1898,73
З	69 а	2,99	20	1169	1169	50,267	0,17	24,241	1,5	273,647
П	65	1,25	50		31929	1372,947	0,50	57,613	1,5	254,2292
П	66	1,75	63		31929	1372,947	0,45	36,179	2,5	314,0098
П	67	2,25	63		33098	1423,214	0,47	38,651	1	194,7201
З	65 а	1,25	50		31929	1372,947	0,50	57,613	1,5	1918,437
З	66 а	1,75	63		31929	1372,947	0,45	36,179	1	1587,552
З	67 а	2,25	63		33098	1423,214	0,47	38,651	1,5	1724,858
Ст3 - Перший поверх										
П	70	1,95	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	2,5	96,12481
П	71	3,41	20	1169	2455	105,565	0,35	92,541	1	373,9354
П	72	10,52	20	818	3273	140,739	0,46	156,64	1,5	1803,48
П	73	2,71	32	1169	4442	191,006	0,24	27,403	1	103,4209
П	74	3	32	1169	5611	241,273	0,31	41,838	1,5	195,3009
П	75	2,49	32	1169	6780	291,54	0,37	59,058	1	214,984
П	76	3,15	32	585	7365	316,695	0,41	68,707	3	456,9021
П	77	3,49	32	1169	8534	366,962	0,47	90,033	1,5	475,6503
П	78	3,16	40	818	9352	402,136	0,33	35,598	1	165,4284
П	79	2,91	40	1169	10521	452,403	0,37	44,124	1	195,401
П	80	2,36	40	585	11106	477,558	0,39	48,71	2	264,2725
П	81	3	40	818	11924	512,732	0,42	55,479	1,5	295,5283
П	82	1,23	40	1169	13093	562,999	0,46	65,869	2,5	340,424

## Додаток В - Гідрравлічний розрахунок

Вид труби	Номер	L, м	d, мм	Q1,Вт	Q,Вт	G, кг/год	$\omega$ , м/с	R, Па/м	$\xi$	$\Delta P$ , Па
П	83	9,34	40	818	13911	598,173	0,49	73,638	1	804,9081
П	84	1,67	40	1169	15080	648,44	0,53	85,451	1,5	349,1716
П	86	2,09	40	1169	16249	698,707	0,57	98,096	1	364,8353
З	70 а	1,95	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	1,5	299,5322
З	71 а	3,41	20	1169	2455	105,565	0,35	92,541	1	490,6739
З	72 а	10,52	20	818	3273	140,739	0,46	156,64	3	3359,676
З	73 а	2,71	32	1169	4442	191,006	0,24	27,403	1,5	517,4649
З	74 а	3	32	1169	5611	241,273	0,31	41,838	1	832,6865
З	75 а	2,49	32	1169	6780	291,54	0,37	59,058	1	1179,588
З	76 а	3,15	32	585	7365	316,695	0,41	68,707	2	1434,829
З	77 а	3,49	32	1169	8534	366,962	0,47	90,033	1,5	1950,09
З	78 а	3,16	40	818	9352	402,136	0,33	35,598	2	917,1524
З	79 а	2,91	40	1169	10521	452,403	0,37	44,124	1,5	1146,802
З	80 а	2,36	40	585	11106	477,558	0,39	48,71	1,5	1249,758
З	81 а	3	40	818	11924	512,732	0,42	55,479	2,5	1474,56
З	82 а	1,23	40	1169	13093	562,999	0,46	65,869	1	1658,205
З	83 а	9,34	40	818	13911	598,173	0,49	73,638	1,5	2468,191
З	84 а	1,67	40	1169	15080	648,44	0,53	85,451	1	2234,922
З	86 а	2,09	40	1169	16249	698,707	0,57	98,096	1,5	2634,192

## Ст3 - Другий поверх

П	87	2,22	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	2,5	103,8903
П	88	3,02	20	1169	2455	105,565	0,35	92,541	1	337,8443
П	89	1,43	20	818	3273	140,739	0,46	156,64	1,5	379,6158
П	90	1,95	32	1169	4442	191,006	0,24	27,403	1	82,59438
П	91	2,89	32	1169	5611	241,273	0,31	41,838	1,5	190,6987
П	92	2,64	32	818	6429	276,447	0,35	53,598	1	202,5764
П	93	3,5	32	585	7014	301,602	0,39	62,835	3	438,0233
П	94	2,9	32	1286	8300	356,9	0,46	85,547	1,5	400,79
П	95	3,03	40	818	9118	392,074	0,32	33,994	1	153,325
П	96	2,8	40	1169	10287	442,341	0,36	42,349	1	182,6303
П	97	1,1	40	585	10872	467,496	0,38	46,85	2	194,6256
П	98	0,5	40	818	11690	502,67	0,41	53,501	1,5	150,8244
П	99	1,54	40	1169	12859	552,937	0,45	63,722	2	298,3042
П	100	1,67	40	3339	16198	696,514	0,57	97,527	2,5	559,9012
П	101	0,9	40	1169	17367	746,781	0,61	110,97	1	282,4323
П	85	6,17	50		34987	1504,441	0,79	134,78	1,5	1286,792
З	87 а	2,22	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	1	307,2977
З	88 а	3,02	20	1169	2455	105,565	0,35	92,541	1,5	454,5828
З	89 а	1,43	20	818	3273	140,739	0,46	156,64	1	1935,812
З	90 а	1,95	32	1169	4442	191,006	0,24	27,403	3	496,6385
З	91 а	2,89	32	1169	5611	241,273	0,31	41,838	1,5	828,0843
З	92 а	2,64	32	818	6429	276,447	0,35	53,598	1	1069,89
З	93 а	3,5	32	585	7014	301,602	0,39	62,835	1	1324,96
З	94 а	2,9	32	1286	8300	356,9	0,46	85,547	2	1795,481
З	95 а	3,03	40	818	9118	392,074	0,32	33,994	1,5	867,9012
З	96 а	2,8	40	1169	10287	442,341	0,36	42,349	2	1092,181
З	97 а	1,1	40	585	10872	467,496	0,38	46,85	1,5	1139,021
З	98 а	0,5	40	818	11690	502,67	0,41	53,501	1,5	1284,035
З	99 а	1,54	40	1169	12859	552,937	0,45	63,722	2,5	1619,446
З	100 а	1,67	40	3339	16198	696,514	0,57	97,527	1	2576,816
З	101 а	0,9	40	1169	17367	746,781	0,61	110,97	1,5	2874,814

## Додаток В - Гідрравлічний розрахунок

Вид труби	Номер	L, м	d, мм	Q1,Вт	Q,Вт	G, кг/год	$\omega$ , м/с	R, Па/м	$\xi$	$\Delta P$ , Па
З	85 а	6,17	50		34987	1504,441	0,79	134,78	1	5444,509
Ст4 - Перший поверх										
П	102	3,03	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	2,5	127,1867
П	103	2,86	20	1169	2455	105,565	0,35	92,541	1	323,0377
П	104	1,93	32	1169	3624	155,832	0,20	18,991	1,5	65,7647
П	105	1,44	32	818	4442	191,006	0,24	27,403	1	68,61872
П	106	2,93	32	1169	5611	241,273	0,31	41,838	1,5	192,3722
П	107	1,09	32	818	6429	276,447	0,35	53,598	1	119,4999
П	108	1,59	32	1169	7598	326,714	0,42	72,741	3	371,5882
П	109	3,32	32	818	8416	361,888	0,46	87,757	1,5	448,3559
П	110	3,31	32	818	9234	397,062	0,51	104,1	1	470,5697
П	111	6,329	32	1169	10403	447,329	0,57	129,74	1	981,0462
П	112	2,812	32	818	11221	482,503	0,62	149,27	2	791,8902
П	113	0,76	32	818	12039	517,677	0,66	170,12	2,5	664,7429
П	114	3,04	40	1169	13208	567,944	0,47	66,936	1	309,0785
П	116	2,73	20	1169	1169	50,267	0,17	24,241	1,5	86,03053
П	117	6,01	20	1169	2338	100,534	0,33	84,667	1	561,7876
З	102 а	3,03	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	1,5	330,5941
З	103 а	2,86	20	1169	2455	105,565	0,35	92,541	1	439,7762
З	104 а	1,93	32	1169	3624	155,832	0,20	18,991	3	356,8825
З	105 а	1,44	32	818	4442	191,006	0,24	27,403	1,5	482,6628
З	106 а	2,93	32	1169	5611	241,273	0,31	41,838	1	829,7578
З	107 а	1,09	32	818	6429	276,447	0,35	53,598	1	986,8139
З	108 а	1,59	32	1169	7598	326,714	0,42	72,741	2	1412,37
З	109 а	3,32	32	818	8416	361,888	0,46	87,757	1,5	1882,303
З	110 а	3,31	32	818	9234	397,062	0,51	104,1	2	2259,812
З	111 а	6,329	32	1169	10403	447,329	0,57	129,74	1,5	3251,991
З	112 а	2,812	32	818	11221	482,503	0,62	149,27	1,5	3534,485
З	113 а	0,76	32	818	12039	517,677	0,66	170,12	2,5	3817,105
З	114 а	3,04	40	1169	13208	567,944	0,47	66,936	1	2072,098
З	116 а	2,73	20	1169	1169	50,267	0,17	24,241	1,5	306,7111
З	117 а	6,01	20	1169	2338	100,534	0,33	84,667	1	1496,293
Ст4 - Другий поверх										
П	118	3,12	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	2,5	129,7752
П	119	3,3	20	818	2104	90,472	0,30	69,901	1	273,5455
П	120	0,94	32	1169	3273	140,739	0,18	15,816	1,5	38,61306
П	121	1,57	32	1169	4442	191,006	0,24	27,403	1	72,18114
П	122	1,31	32	818	5260	226,18	0,29	37,209	1,5	110,0725
П	123	1,79	32	1169	6429	276,447	0,35	53,598	1	157,0183
П	124	2,59	32	1169	7598	326,714	0,42	72,741	3	444,3292
П	125	3,6	32	1169	8767	376,981	0,48	94,607	1,5	510,9574
П	126	2,76	32	818	9585	412,155	0,53	111,52	1	443,5465
П	127	3,68	32	1169	10754	462,422	0,59	137,96	2,5	934,9476
П	128	2,42	32	1169	11923	512,689	0,66	167,08	1	614,4131
П	129	3,86	32	818	12741	547,863	0,70	189,04	1,5	1089,542
П	130	0,74	32	1169	13910	598,13	0,77	222,69	1	450,7161
П	115	9,16	50		27118	1166,074	0,61	83,854	1,5	1041,583
З	118 а	3,12	20	1286	1286	55,298	0,18	28,761	1	333,1826
З	119 а	3,3	20	818	2104	90,472	0,30	69,901	3	359,2893
З	120 а	0,94	32	1169	3273	140,739	0,18	15,816	1,5	276,0697
З	121 а	1,57	32	1169	4442	191,006	0,24	27,403	1	486,2252

## Додаток В - Гідравлічний розрахунок

Вид труби	Номер	L, м	d, мм	Q1,Вт	Q,Вт	G, кг/год	$\omega$ , м/с	R, Па/м	$\xi$	$\Delta P$ , Па
3	122 а	1,31	32	818	5260	226,18	0,29	37,209	1	670,2081
3	123 а	1,79	32	1169	6429	276,447	0,35	53,598	2	1024,332
3	124 а	2,59	32	1169	7598	326,714	0,42	72,741	1,5	1485,111
3	125 а	3,6	32	1169	8767	376,981	0,48	94,607	2	2067,008
3	126 а	2,76	32	818	9585	412,155	0,53	111,52	1,5	2371,399
3	127 а	3,68	32	1169	10754	462,422	0,59	137,96	1,5	3105,373
3	128 а	2,42	32	1169	11923	512,689	0,66	167,08	2,5	3597,463
3	129 а	3,86	32	818	12741	547,863	0,70	189,04	1	4376,005
3	130 а	0,74	32	1169	13910	598,13	0,77	222,69	1,5	4510,881
3	115 а	9,16	50		27118	1166,074	0,61	83,854	1	3539,379

## Додаток Г - Аеродинамічний розрахунок

B-1

1	2	70	2	0,9	0,0225	150*150	150	0,1048	0,0	0,1	0,4	3,2	1,4	1,5	2
2	3	140	1,6	1,7	0,0225	150*150	150	0,0633	0,1	0,2	1,8	1,3	2,3	2,5	4
3	4	195	1	2,4	0,0225	150*150	150	0,0442	0,2	0,2	3,5	1,3	4,5	4,7	9
4	5	570	0,4	1,6	0,1	450*150	333	0,0266	0,0	0,0	1,5	4,5	6,8	6,8	15
5	6	945	0,5	2,6	0,1	450*150	333	0,1048	0,4	0,2	4,1	3,2	13,2	13,4	13
6	7	995	0,8	2,8	0,1	450*150	333	0,0633	0,3	0,2	4,6	1,3	6,0	6,2	20
7	8	1370	0,3	3,8	0,1	450*150	333	0,0442	0,4	0,1	8,7	1,3	11,3	11,4	31
8	9	1745	9,4	4,8	0,1	450*150	333	0,0266	0,4	3,5	14,1	4,5	63,4	67,0	98

B-2

1	2	400	8,7	4,9	0,0225	150*150	150	0,1048	1,5	13,3	14,6	3,2	46,8	60,2	60
---	---	-----	-----	-----	--------	---------	-----	--------	-----	------	------	-----	------	------	----

B-3

1	2	1720	10,7	4,8	0,1	400*150	333	0,1048	1,4	15,4	13,7	3,2	43,8	59,2	59
---	---	------	------	-----	-----	---------	-----	--------	-----	------	------	-----	------	------	----

B-4

1	2	100	0,7	0,9	0,03	200*150	173	0,1048	0,1	0,0	0,5	3,2	1,6	1,7	2
2	3	200	0,7	1,9	0,03	200*150	173	0,0633	0,1	0,1	2,1	1,3	2,7	2,8	4
3	4	300	1,5	2,8	0,03	200*150	173	0,0442	0,2	0,3	4,6	1,3	6,0	6,3	11
4	5	600	7,8	2,7	0,0625	250*250	243	0,0266	0,1	0,9	4,3	4,5	19,2	20,1	31
6	7	100	0,6	0,9	0,03	200*150	173	0,0633	0,0	0,0	0,5	1,3	0,7	0,7	1
7	8	200	0,6	1,9	0,03	200*150	173	0,0442	0,1	0,1	2,1	1,3	2,7	2,7	3
8	4	300	2,1	2,8	0,03	200*150	173	0,0266	0,1	0,3	4,6	4,5	20,8	21,1	25

B-5

1	2	50	0,3	0,6	0,0225	150*150	150	0,1048	0,0	0,0	0,2	3,2	0,7	0,7	1
2	3	75	7,4	0,9	0,0225	150*150	150	0,1048	0,1	0,4	0,5	1,3	0,7	1,1	2

B-6

1	2	35	0,4	0,4	0,0225	150*150	150	0,1048	0,0	0,0	0,1	3,2	0,4	0,4	0
2	3	80	0,6	1,0	0,0225	150*150	150	0,1048	0,1	0,0	0,6	1,3	0,8	0,8	1
3	4	125	5,4	0,9	0,0378	270*140	173	0,0266	0,0	0,1	0,5	1,3	0,7	0,7	2

B-7

1	2	75	0,5	0,9	0,0225	150*150	150	0,1048	0,1	0,0	0,5	3,2	1,6	1,7	2
2	3	125	0,4	1,5	0,0225	150*150	150	0,1048	0,1	0,1	1,4	1,3	1,9	1,9	4
3	4	175	3,7	1,3	0,0378	270*140	173	0,0266	0,0	0,1	1,0	1,3	1,3	1,4	5

B-8

1	2	75	0,4	0,9	0,0225	150*150	150	0,1048	0,1	0,0	0,5	3,2	1,6	1,7	2
2	3	125	0,6	1,5	0,0225	150*150	150	0,1048	0,1	0,1	1,4	1,3	1,9	1,9	4
3	4	175	5,4	1,3	0,0378	270*140	173	0,0266	0,0	0,1	1,0	1,3	1,3	1,4	5

B-9

1	2	225	6,7	2,8	0,0225	150*150	150	0,1048	0,5	3,3	4,6	3,2	14,8	18,1	18
---	---	-----	-----	-----	--------	---------	-----	--------	-----	-----	-----	-----	------	------	----

B-13

1	2	225	3,7	2,8	0,0225	150*150	150	0,1048	0,5	1,8	4,6	3,2	14,8	16,6	17
---	---	-----	-----	-----	--------	---------	-----	--------	-----	-----	-----	-----	------	------	----

B-15

1	2	400	3,7	4,9	0,0225	150*150	150	0,1048	1,5	5,7	14,6	3,2	46,8	52,5	52
---	---	-----	-----	-----	--------	---------	-----	--------	-----	-----	------	-----	------	------	----

(назва організації, що затверджує)

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Зведений кошторисний розрахунок в сумі \_\_\_\_\_ 1577.507 тис. грн.

В тому числі зворотних сум \_\_\_\_\_ 1.514 тис. грн.

(посилання на документ про затвердження)

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК  
ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА № \_\_\_\_\_

житлова будівля

(найменування об'єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на 28 жовтня 2023 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
		<b>Глава 2. Об'єкти основного призначення</b>				
1	02-001	житлова будівля	885.939	3.107		889.046
2	02-001-001	Влаштування системи опалення	599.548	3.107		602.655
3	02-001-002	на влаштування системи вентиляції	286.391			286.391
		<b>Разом за главою № 2</b>	885.939	3.107		889.046
		<b>Разом за главами № 1 - 7</b>	885.939	3.107		889.046
		<b>Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди</b>				
4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	8.416			8.416
		<b>Разом за главою № 8</b>	8.416			8.416
		в т.ч. зворотні суми				1.262
		<b>Разом за главами № 1 - 8</b>	894.355	3.107		897.462

1	2	3	4	5	6	7
		в т.ч. зворотні суми				1.262
		<b>Глава 9. Інші роботи та витрати</b>				
5	Розрахунок №3 (Додаток 8, Настанова п.26)	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	5.634			5.634
		<b>Разом за главою № 9</b>	5.634			5.634
		<b>Разом за главами № 1 - 9</b>	899.989	3.107		903.096
		<b>Глава 10. Утримання служб замовника та інжинірінгові послуги</b>				
6	Додаток 8, Настанова п.45	Кошти на утримання служби замовника - 1 %			9.031	9.031
		<b>Разом за главою № 10</b>			9.031	9.031
		<b>Разом за главами № 1 - 10</b>	899.989	3.107	9.031	912.127
		<b>Глава 12. Проектні, вишукувальні роботи, експертиза та авторський нагляд</b>				
7	Додаток 8, Настанова п.53	Вартість проектних робіт			64.295	64.295
		<b>Разом за главою № 12</b>			64.295	64.295
		<b>Разом за главами № 1 - 12</b>	899.989	3.107	73.326	976.422
		в т.ч. зворотні суми				1.262
	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова )	Кошторисний прибуток (П) (8,33 грн./люд.-г.)	15.060			15.060
	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова )	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (4,37 грн./люд.-г.)			7.900	7.900
	Настанова, Дод.28 Табл.1 п.3	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р)	22.500	0.078	1.833	24.411
	Розрахунок № П145 (Додаток 8, Настанова )	Кошти на покриття додаткових витрат, пов`язаних з інфляційними процесами (І)	289.796	1.000		290.796
		<b>Разом</b>	1227.345	4.185	83.059	1314.589
		Податок на додану вартість			262.918	262.918
		<b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b>	1227.345	4.185	345.977	1577.507

1	2	3	4	5	6	7
		Зворотні суми	1.514			1.514

Склав

\_\_\_\_\_

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

\_\_\_\_\_

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]



**житлова будівля**  
(найменування об'єкта будівництва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
( \_\_\_\_\_ )

**Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-001-001**

на **Влаштування системи опалення. житлова будівля**  
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:  
креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість	602.655 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	1.07961 тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата	84.072 тис. грн.
Середній розряд робіт	3.9 розряд

Складений в поточних цінах станом на 28 жовтня 2023 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслугову- ванням машин	
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробітн ої плати	експлуа- тації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітн ої плати	в тому числі заробітн ої плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ16-6-1	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 15 мм	100 м трубопро- воду	0.9	31246.96	540.30	28122	3227	486	48.7100	43.84
					3585.54	127.44			115	1.6512	1.49
2	КБ16-6-2	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 18 мм	100 м трубопро- воду	2.9	34043.08	540.30	98725	10398	1567	48.7100	141.26
					3585.54	127.44			370	1.6512	4.79

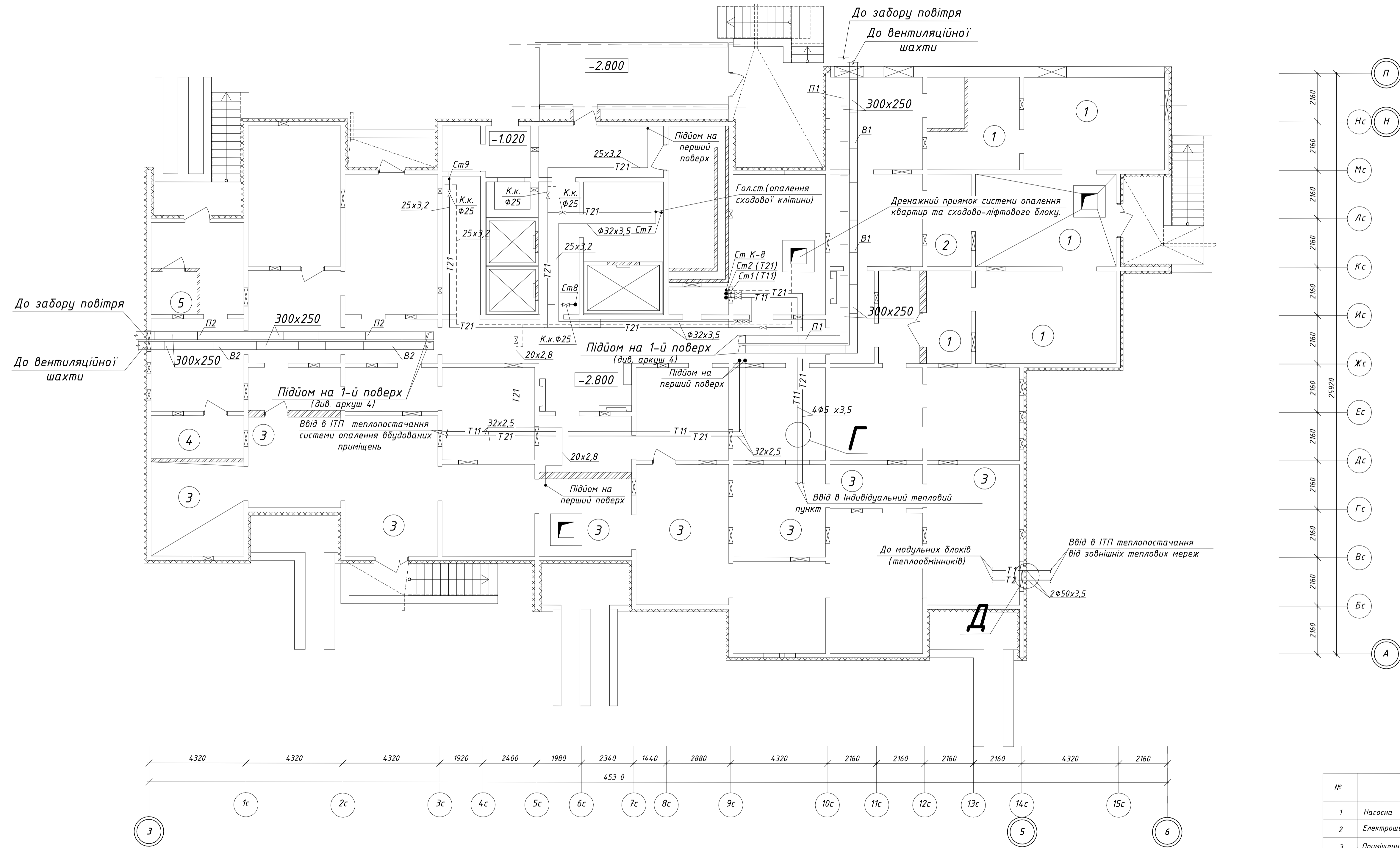
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	КБ16-6-3	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 25 мм	100 м трубопроводу	2.2	34526.17	540.30	75958	7888	1189	48.7100	107.16
					3585.54	127.44			280	1.6512	3.63
4	КБ16-6-4	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 32 мм	100 м трубопроводу	0.2	37780.38	540.30	7556	717	108	48.7100	9.74
					3585.54	127.44			25	1.6512	0.33
5	КБ16-6-5	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 40 мм	100 м трубопроводу	0.4	41516.30	540.30	16607	1434	216	48.7100	19.48
					3585.54	127.44			51	1.6512	0.66
6	КБ16-6-6	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 50 мм	100 м трубопроводу	1.0	49841.82	1167.49	49842	4491	1167	61.0100	61.01
					4490.95	252.67			253	3.3385	3.34
7	С111-1867	Кріплення для трубопроводів [костилі]	шт	100.0	35.37		3537				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	КБ26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром до 76 мм [циліндрами][напівциліндрами][сегментами з пінопласту], товщина ізоляційного шару 40 мм	10м трубопро воду	3.16	355.36	39.15	1123	646	124	3.0200	9.54
					204.36	10.89			34	0.1463	0.46
9	КБ18-6-2	Установлення радіаторів сталевих	100 кВт радіаторів та конвекторів	1.368	20848.98	1977.59	28521	9192	2705	96.9200	132.59
					6719.46	567.15			776	7.4618	10.21
10	2407-808	Радіатор опалювальний листотрубний сталевий, на робочий тиск до 10 кгс/см <sup>2</sup> КЛТ	шт	171.0	442.22		75620				
11	КБ18-17-1	Установлення повітрозбірників зі сталевих труб зовнішнім діаметром до 76 мм	шт	12.0	1031.37	41.20	12376	1608	494	1.8200	21.84
					133.97	12.17			146	0.1602	1.92
12	КБ16-15-2	Установлення засувок, трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм1	шт	2.0	618.07	82.50	1236	351	165	2.4100	4.82
					175.28	14.38			29	0.1814	0.36
13	КБ16-15-1	Установлення вентилів, на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 25 мм	шт	28.0	606.07	58.72	16970	4908	1644	2.4100	67.48
					175.28	11.62			325	0.1561	4.37

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	КБ16-15-2	Установлення фланців на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	шт	9.0	436.73	82.50	3931	1578	743	2.4100	21.69
					175.28	14.38			129	0.1814	1.63
15	КБ18-21-1	Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах систем опалення діаметром 20 мм	10 фільтрів	1.2	11870.99	682.62	14245	1073	819	12.3000	14.76
					894.58	152.67			183	2.0478	2.46
16	1808-38005	Фільтр приймальний сітчастий 10-160	шт	12.0	249.13		2990				
17	КБ16-15-1	Установлення Кран шаровий муфтовий «Danffos» діаметром до 15,25,32 мм	шт	30.0	837.87	58.72	25136	5258	1762	2.4100	72.30
					175.28	11.62			349	0.1561	4.68
18	КБ16-26-1	Установлення лічильників	1 лічильник	54.0	1526.72	7.12	82443	2631	384	0.6700	36.18
					48.73	1.98			107	0.0266	1.44
19	КБ15-171-4	Олійне фарбування металевих поверхонь білилами з додаванням кольору ґрат, рам, труб діаметром менше 50 мм тощо, кількість фарбувань 2	100 м2 поверхні фарбування	0.86	11558.73	1.02	9941	6417	1	106.2600	91.38
					7461.58	0.85			1	0.0111	0.01
20	КБ16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм	100 м трубопро воду	9.6	804.15	23.21	7720	7104	223	8.2200	78.91
					739.96	1.05			10	0.0150	0.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<b>Разом прямих витрат по кошторису</b>					562599	68921	13797		933.98
									<u>3183</u>		<u>41.92</u>
		Разом прямі витрати				грн.	562599				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	476891				
		вартість ЕММ				грн.	13797				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.		3183			
		заробітна плата робітників				грн.		68921			
		Вартість устаткування				грн.	2990				
		вартість нарахувань на устаткування				грн.	117				
		Всього вартість устаткування				грн.	3107				
		всього заробітна плата				грн.		72104			
		Загальновиробничі витрати				грн.	39939				
		трудоємність в загальновиробничих витратах				люд-г					103.71
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		11968			
		<b>Всього по кошторису</b>				грн.	602655				
		Кошторисна трудоємність				люд-г					1079.61
		Кошторисна заробітна плата				грн.		84072			

# Система опалення. План підвалу



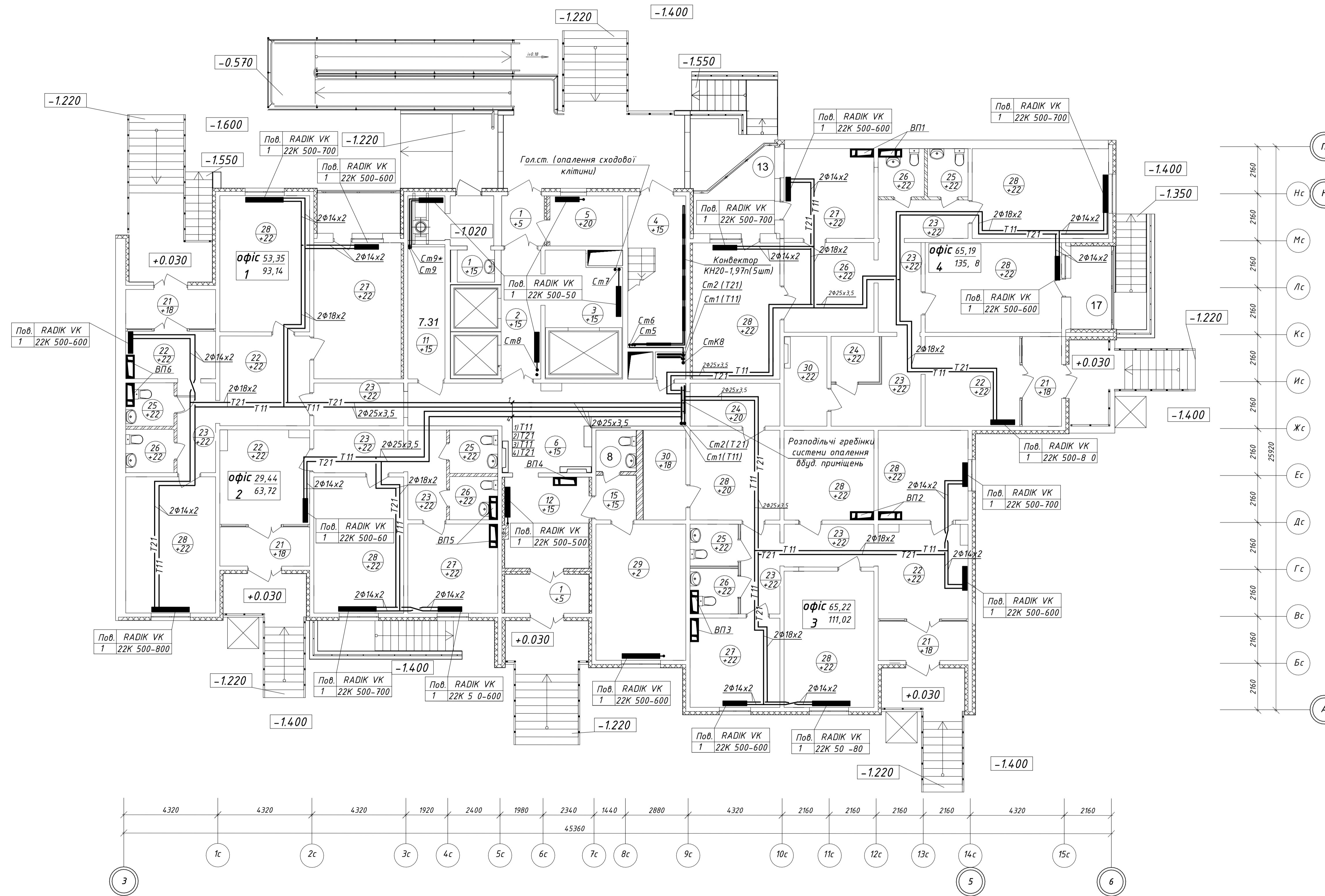
## Експлікація приміщень підвалу

№	Найменування	Площа приміщень, м <sup>2</sup>	Примітка
1	Насосна	22,3	
2	Електрощитова	8,82	
3	Приміщення індивідуального теплового пункту (ІТП)	40,1	
4	Приміщення зв'язку	8,12	
5	Приміщення аварійної сигналізації	,32	

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:  
 Т11 - подаючий трубопровід системи опалення;  
 Т21 - зворотний трубопровід системи опалення;

08-13 МКР.013.01.000.0В			
Підвищення енергоефективності теплового режиму цибільних будівель			
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис
Дата			
Розробив	Павел В. С.		
Перевірив	Александр К. В.		
Техн. контроль	Тарасов О. Д.		
ОпONENT	Бондар А. В.		
Затвердив	Розціняк Г. С.		
Система опалення житлової будівлі		Старий	Лист
Система опалення. План підвалу		п	1
ВНТУ, зр. ТГ-22м		6	

# Система опалення. План 1-го поверху



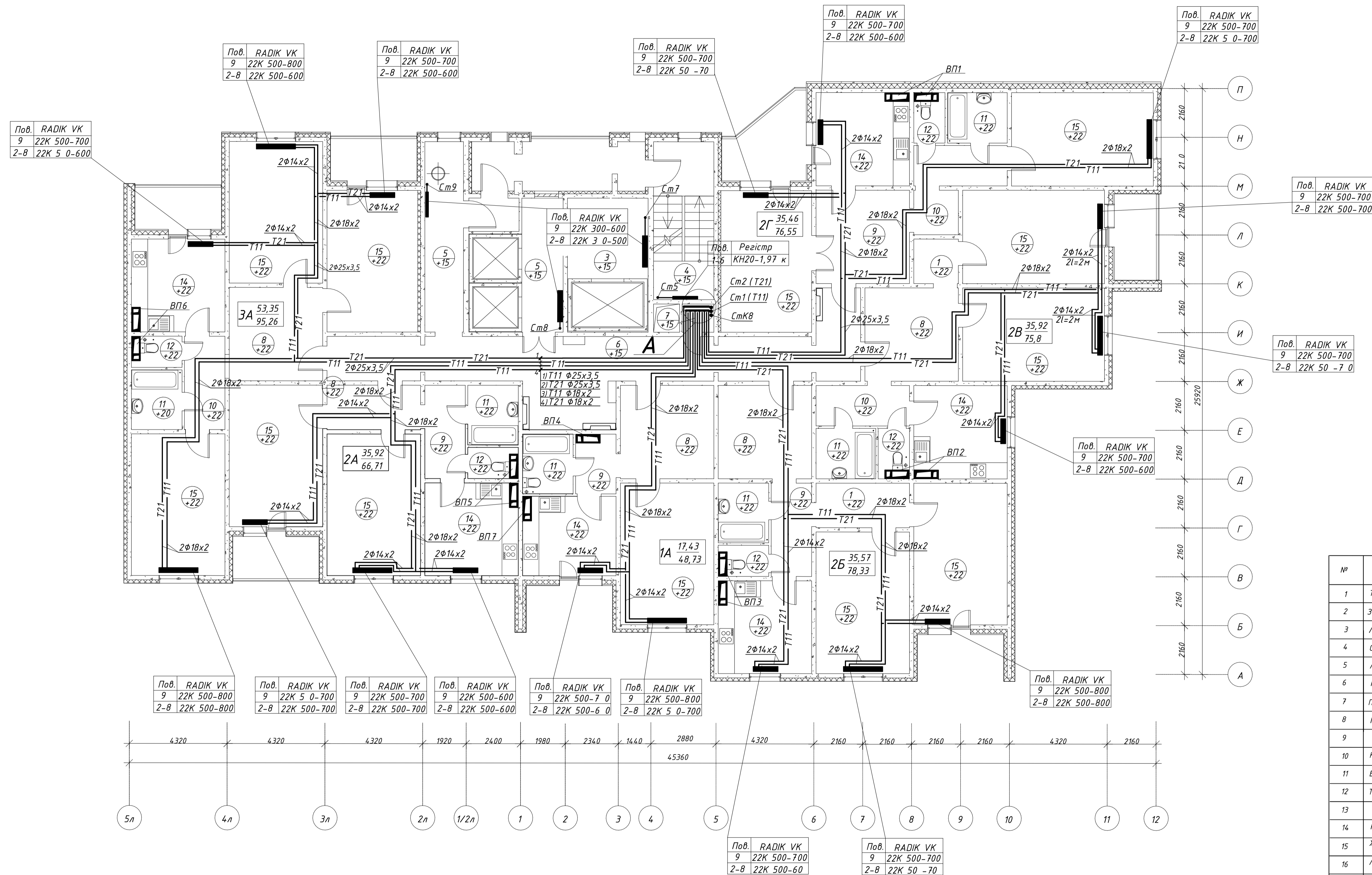
№	Найменування	Площа приміщень, м <sup>2</sup>	Примітка
1	Тандур	0,8	
2	Ліфтовий хол	7,3	
3	Ліфтовий хол ЛТПП	16,2	
4	Сходава клітка	17,24	
5	Приміщення конс'єржа	7,59	
6	Міжквартирний коридор	32,56	
7	Приміщення вуду та обліку тепла квартир	1,32	
8	Санвузол	1,8	
11	Колясочна	7,31	
12	Коридор	1,4	
13	Лоджія	3,3	
21	Тандур-вхід в офіси	10,92	
22	Хол	16,97	
23	Коридор офісних приміщень	15,8	
24	Комара	4,45	
25	Сан. вузол	4,61	
26	Сан. вузол для інвалідів	6,3	
27	Кімната психологічного розвантаження	17,63	
28	Офісне приміщення	28,17	
29	Диспетчерська	10,3	
30	Технічне приміщення	9,3	

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:  
 T11 - подаючий трубопровід системи опалення;  
 T21 - зворотний трубопровід системи опалення;

08-13 МКР 013.02.000 ОВ			
Підвищення енергоефективності теплового режиму цибільних будівель			
Зм.	Арк.	№ вказ.	Підпис
Розробив	Паньк В. С.		
Перевірив	Авченко К. В.		
Техн. контроль	Тарасевич О. Д.		
ОпONENT	Бондар А. В.		
Затвердив	Розіцьких Г. С.		
Система опалення житлової будівлі			Стор. 1 Лист 2 Листів 6
Система опалення. План 1-го поверху			ВНТУ, зр. ТГ-22м



# Система опалення. План 2-9 поверху



## Експлікація приміщень 2-9-го поверху

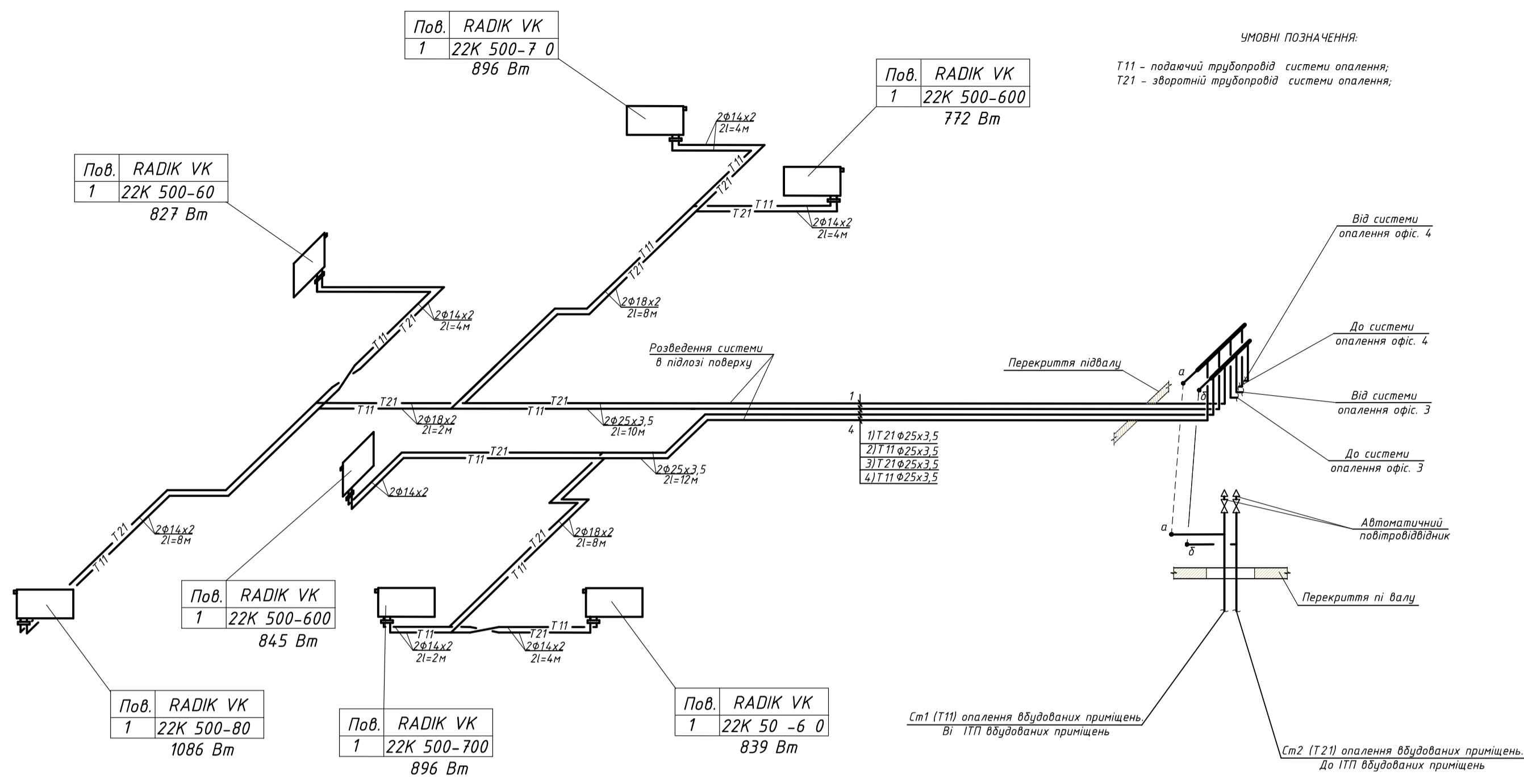
№	Найменування	Площа приміщень, м <sup>2</sup>	Примітка
1	Тамбур зовнішньої повітряної зони	0,7	
2	Зовнішня повітряна зона	7,3	
3	Ліфтовий хол ЛТПП	16,2	
4	Сходава клітка	17,24	
5	Ліфтовий хол	7,59	
6	Міжквартирний коридор	32,56	
7	Прим. вводу та відлику тепла кв.	1,32	
8	Передпокії	7,31	
9	Хол	6,22	
10	Квартирний коридор	5,4	
11	Ванна кімната	3,3	
12	Туалет	4,45	
13			
14	Кухня	16,56	
15	Житлова кімната	25,63	
16	Лоджія	0,7	
17	Заслєна лоджія	3,3	

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

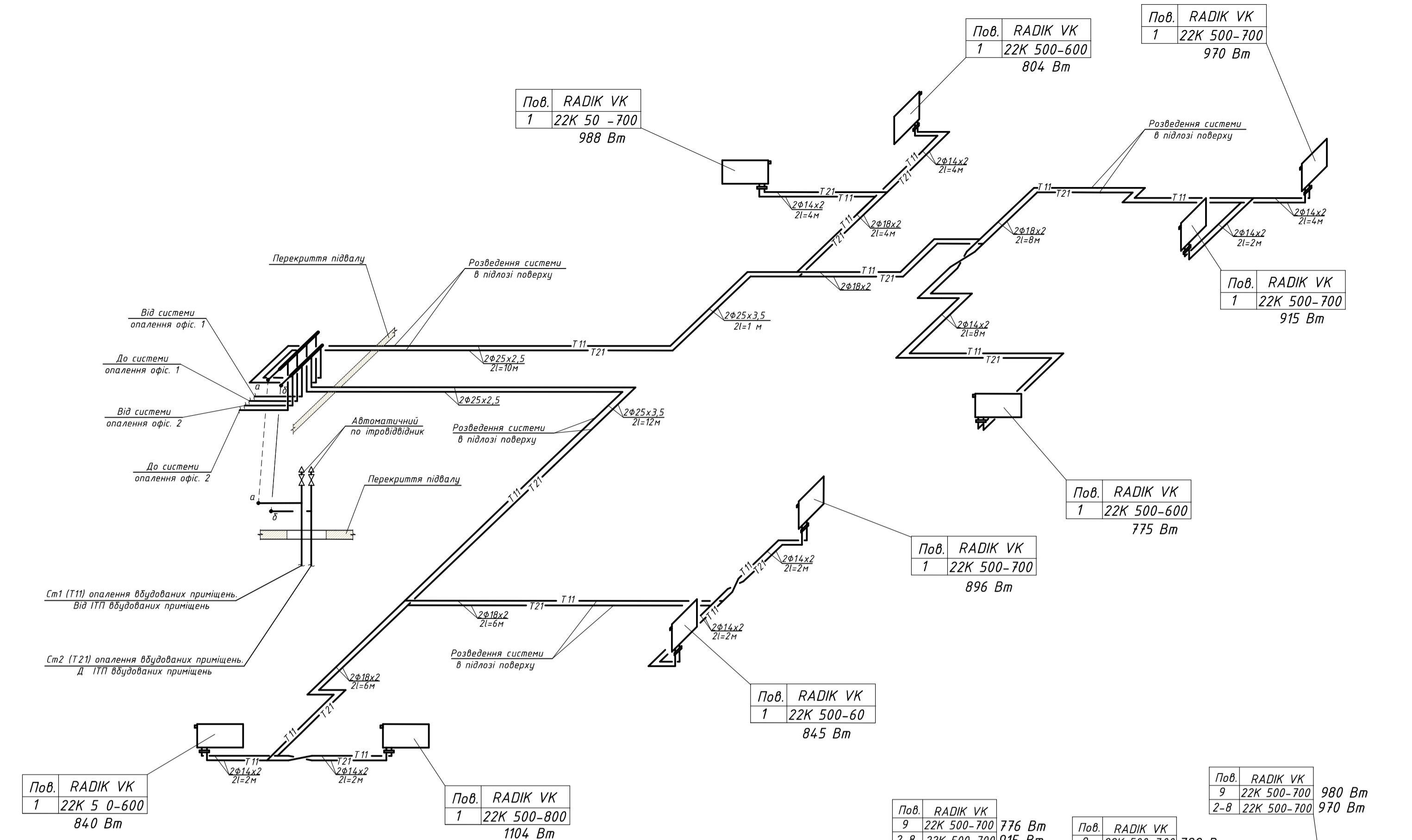
T11 - подаючий трубопровід системи опалення;  
T21 - зворотний трубопровід системи опалення;

				08-13 МКР.013.03.000.0В		
				Підвищення енергоефективності теплового режиму цибільних будівель		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Стор.	Лист
Розробив	Панж В. С.				Система опалення житлової будівлі	
Перевірив	Авченко К. В.				п	3
Техн. контроль	Тыжєвич О. Д.				6	
Опонамент	Бондар А. В.				Система опалення. План 2-9 поверху	
Затвердив	Розціняк Г. С.				ВНТУ, зр. ТГ-22м	

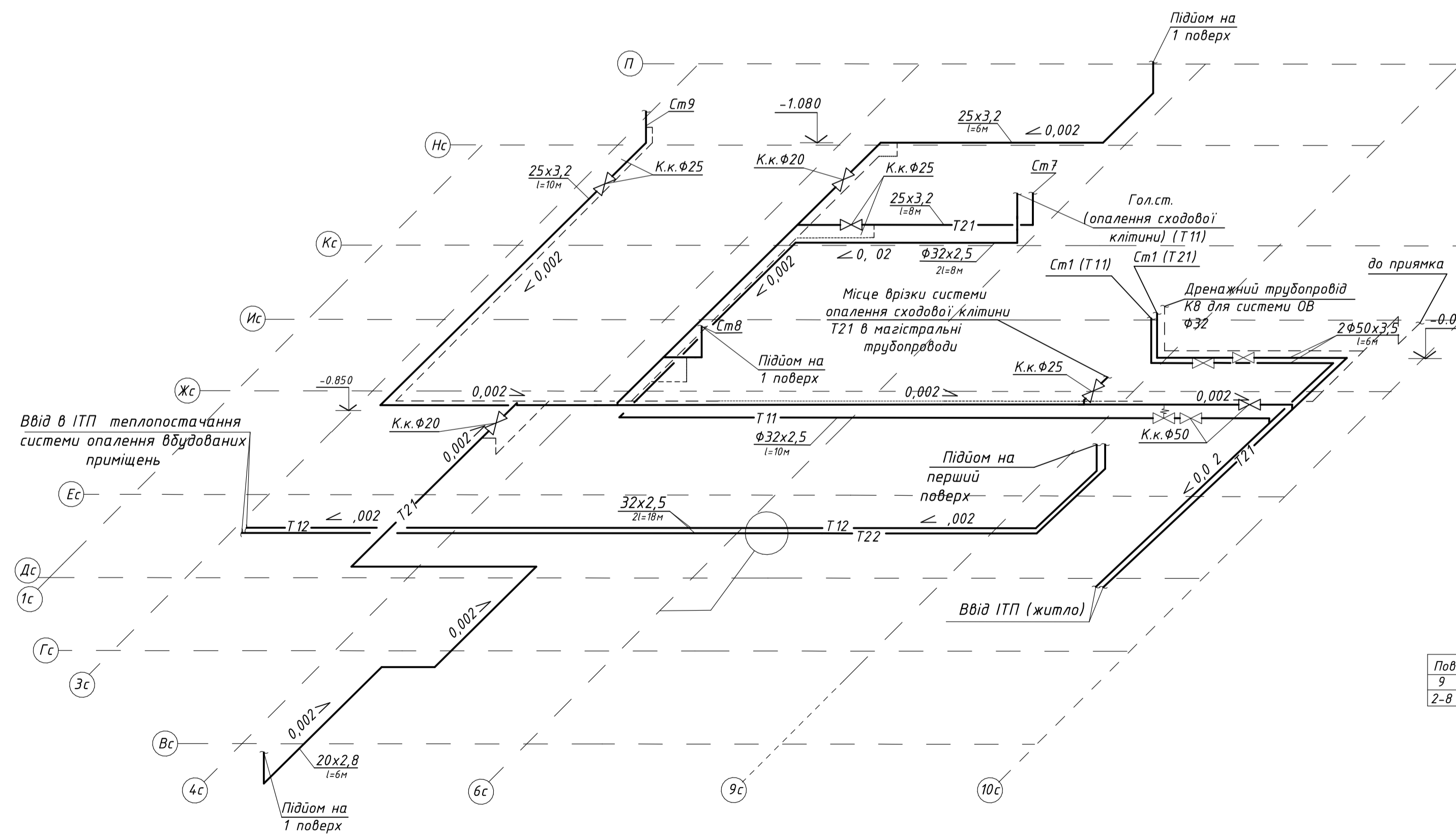
Аксонетрична схема системи опалення 1-го поверху. Офіси №1,2



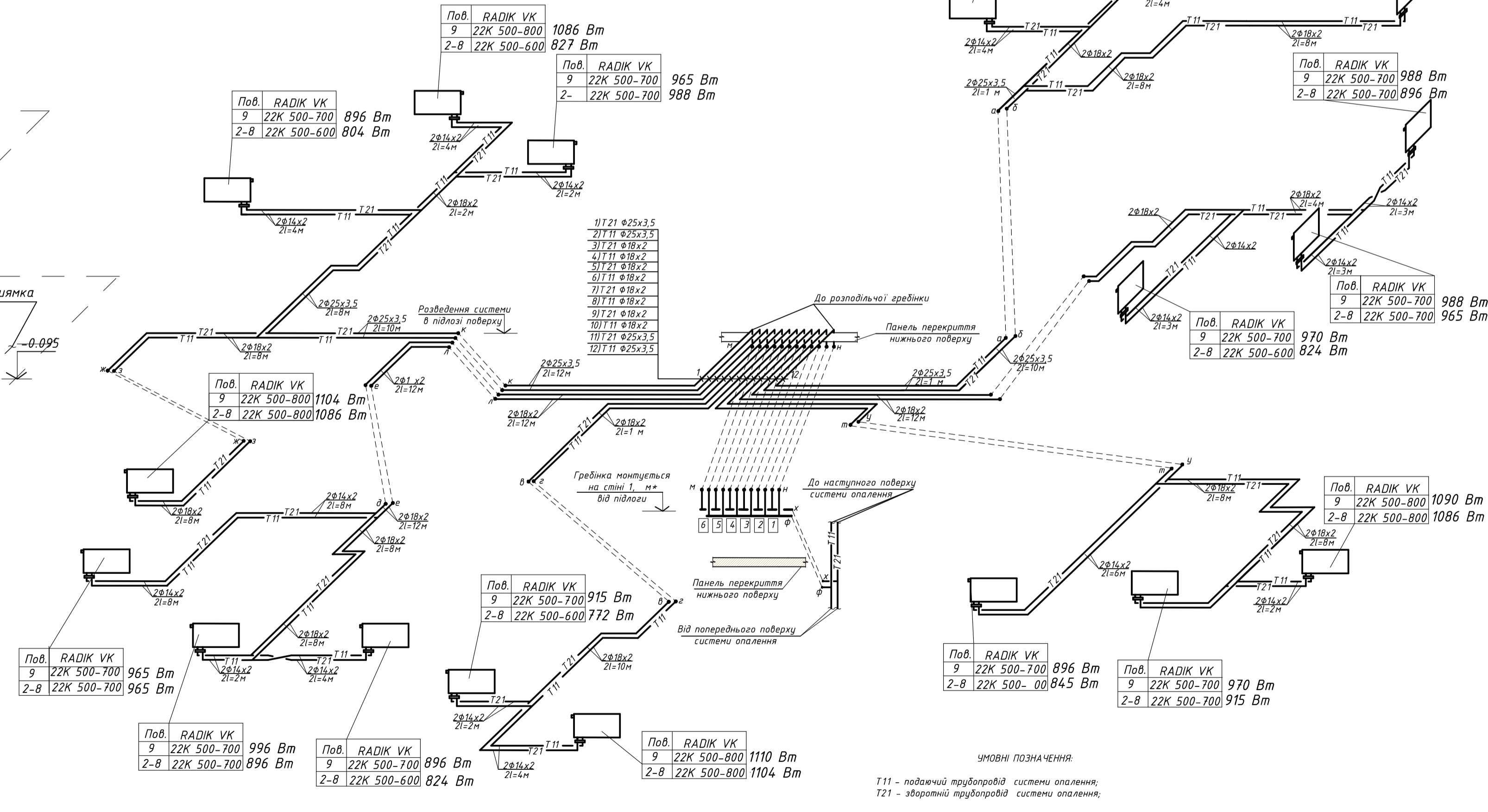
Аксонетрична схема системи опалення 1-го поверху. Офіси №3,4



Аксонетрична схема системи опалення підвалу



Аксонетрична схема системи опалення типового поверху



ПРИМІТКА:  
 1. Трубопроводи прокладені в підлозі в захисній гофрі.  
 2. Трубопроводи в місцях проходу через стіни, перегородки та перекриття повинні бути захищені в огнеліній оболонці.  
 3. В місцях пересікання трубопроводів передбачені втулки в плитках перекриття.

				08-13 МКР.013.04.000.00		
				Підвищення енергоефективності теплового режиму цибільних будівель		
Знач.	Арк.	№ воєн.	Підпис	Дата	Стор.	Лист
Розробив	Панько В.С.				Стор.	Лист
Перевірив	Авченко К.В.				п	4
Техн. контроль	Тарасенко О.Д.					6
Опонент	Бондар А.В.				Аксонетричні схеми системи опалення	
Затвердив	Раїчківський Г.С.				ВНУЦ, зр. ТГ-22м	





