КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету

_____
„___”_____20___ року

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

Лисюк Євген Романович

(прізвище, ім’я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи: **Опалення і вентиляція багатоповерхового житлового будинку за адресою м.Тернопіль, вул.Білецька, б.31**
затверджена наказом ректора КНУБА № _____від «__»____ 20___року
2. Керівник роботи
к.т.н., доцент Чепурна Наталія Володимирівна
(прізвище, ім’я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту 24.06.2025
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Вихідні дані

Р. 2. Визначення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій

Р. 3. Опалення

Р. 4. Вентиляція

Р. 5. Система димовидалення і підпору

5.Графічний матеріал за розділами

К. 1. Опалення. План поверхів

К. 2. Опалення. Аксонометричні схеми систем опалення

К. 3. Вентиляція. План поверхів та даху

К. 4. Вентиляція. План паркінгу

К. 5. Вентиляція. Аксонометричні схеми систем вентиляції

К. 6. Вентиляція. Аксонометричні схеми систем димовидалення. Розріз 1-1

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вихідні дані	15.03.2025
Розділ 2. Визначення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій	10.04.2025
Розділ 3. Опалення	18.04.2025
Розділ 4. Вентиляція	21.05.2025
Розділ 5 Система димовидалення і підпору	28.05.2025
Остаточне оформлення роботи	18.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	19.06.2025
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	20.06.2025
Направлення роботи на рецензування	19.06.2025

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 5.	Доц., к.т.н., Пасічник П.О.	28.05.25	

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник _____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Здобувач _____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології
(факультет)
Теплотехніки
(назва випускової кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:
Опалення і вентиляція багатоповерхового житлового будинку за адресою м.Тернопіль, вул.Білецька, б.31

Лисюк Євген Романович
(прізвище, ім’я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології
(факультет)

Теплотехніки
(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____
„___” _____20___ року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Опалення і вентиляція багатоповерхового житлового будинку за адресою м.Тернопіль, вул.Білецька, б.31

(назва)

Виконала: Лисюк Євген Романович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція
(освітня програма)

Група _____Група ТВ-21-2_____

Керівник _____Чепурна Н.В._____
(прізвище та ініціали)

доцент, кандидат технічних наук
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

Зміст

Зміст 1

ВСТУП 2

1. ВИХІДНІ ДАНІ 4

1.1 Вихідні дані для розрахунків *5*

1.2 Розрахункові і кліматичні параметри *7*

2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ 8

2.1 Приведений опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій *8*

2.2 Зовнішні стіни *8*

2.3. Перекриття над неопалювальним паркінгом *10*

2.4. Суміщене покриття *11*

2.5. Світлопрозорі огороджувальні конструкції *13*

3 ОПАЛЕННЯ 16

3.1. Технічні рішення *16*

3.2. Гідравлічний розрахунок систем опалення *19*

3.3. Підбір опалювальних приладів *27*

4 ВЕНТИЛЯЦІЯ 29

4.1. Розрахунок повітрообміну *29*

4.2. Технічні рішення *31*

4.3. Аеродинамічний розрахунок *33*

4.5. Автоматизація вентиляційних систем *38*

5. СИСТЕМИ ДИМОВИДАЛЕННЯ ТА ПІДПОРУ 42

5.1. Основні засади та технічні рішення системи димовидалення та підпору *42*

5.2. Розрахунок системи димовидалення *46*

Література 50

Додаток 1. Розрахунок теплових втрат будинку……53

ВСТУП

Вашій увазі представлено проект систем опалення та вентиляції багатоквартирного житлового будинку з паркінгом у м.Тернополі.

Опалення будинку здійснюється поквартирними індивідуальними системами опалення. Джерелом теплоти для систем опалення і ГВП є двоконтурні газові котли із закритою камерою згоряння, потужністю 24 кВт кожен. Котли мають оснащуються датчиками температури зовнішнього повітря для погодозалежного регулювання

Трубопроводи використано зі сшитого поліетилену системи Push під натяжне кільце.Температурний графік системи опалення 70/50°С.

У якості опалювальних приладів використано сталеві панельні радіатори 22типу, висотою 500мм з нижнім підключенням та вбудованим термостатичним клапаном та термостатичним елементом, фірми KORADO (Чехія) або аналог. Підключення приладів здійснюється через блокі кульових кранів для нижнього підключення.

Спуск повітря з системи опалення здійснюється через крани Маєвського, що улаштовані в опалювальні прилади.

Циркуляція теплоносія в системі опалення відбувається за рахунок вбудованого в котел насоса. Компенсація температурних подовжень в системі опалення здійснюється за рахунок вбудованого в котел розширювального бака

Опалення сходових клітинок відбувається електричними конвекторами фірми "Термія" потужністю 1,5 та 2 кВт.

Вентилювання приміщень виконано природною витяжною вентиляцією з кухні та санвузла, з природним постійним або змінним припливом зовнішнього повітря через вікна з відповідною функцією фурнітури. Повітрообмін у житлових кімнатах розраховується згідно кратності 0,6; ванної 54 м3/год, туалету 36 м3/год, суміщеного сан/вузла

90 м3/год. Повітрообмін в кухні повинен бути 3 кр., але не менше 90м3/г згідно до п.6.4 «Правил безпеки систем газопостачання».

У житловому будинку для кухонь, санітарних вузлів передбачаються індивідуальні витяжні канали, що приєднані до вентиляційної шахти вище витяжних гран не менш ніж на 2 м. Вентиляція в будинку запроектована припливно -витяжна з природнім спонуканням. Приплив повітря організований через вікна , що відкриваються. Видалення повітря з приміщень через канали в стінах, здійснюється безпосередньо через зони допоміжних приміщень, а саме, через кухні та санітарні вузли з допомогою індивідуальних вертикальних каналів-супутників з викидом повітря у збірну вентиляційну шахту.

Проектом передбачена розробка системи механічного димовидалення з паркінгу та забезпечується подача повітря в ліфтову шахту. Димовидалення з паркінгу передбачається окремою системою за допомогою клапанів КПДВ-М-500(h)х1200-03, шахтою в будівельних конструкціях та вентиляторами димовидалення. Клапани димовидалення з електроприводами встановлюються на повітропроводи димовидалення в вертикальному положенню, під стелею. Ступінь вогнестійкості клапана 60хв. Вентилятори передбачено відцентрові з межею вогнестійкості 2 год. при температурі газів 600°С.

Загальнообмінна вентиляція паркінгу здійснюється трьома витяжними системами. Забір повітря здійснюється з нижньої та верхньої зони в місцях паркування автомобілів. Ув'язка відгалуджень систем вентиляції здійснюється ручними дросель-клапанами.

1. ВИХІДНІ ДАНІ

Об'єкт – «Будівництво багатоквартирного житлового будинку з підземним гаражем (паркінгом) за адресою: вул. Білецька, 29,30,31 м. Тернопіль.».

Розробка розділу виконана у відповідності з чинними державними будівельними нормами:

- ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель»;
- ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огороджувальних конструкцій»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплозасвоєння огороджувальних конструкцій»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огороджувальних конструкцій»;

ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні».

1.1 Вихідні дані для розрахунків

Проектними рішеннями передбачається провести такі загально-будівельні роботи:

- Влаштування віконних блоків з алюмінієвого профілю та двокамерним склопакетом 4i-14Ar-4-14Ar-4i;

- Конструкція зовнішніх стін (тип-1/2) має наступний склад: внутрішня штукатурка товщиною 20 мм (виконує власник/орендар), керамічна порожниста цегла (густина 1000 кг/м^3) товщиною 250 мм та залізобетон товщиною 250 мм, утеплювач із мінераловатних плит (густина 135 кг/м^3), вітрозахисна плівка, вентильований прошарок, опорядження вентфасаду;

- Конструкція зовнішніх стін (тип-3/4) має наступний склад: внутрішня штукатурка товщиною 20 мм (виконує власник/орендар), керамічна порожниста цегла (густина 1000 кг/м^3) товщиною 250 мм та залізобетон товщиною 250 мм, утеплювач із мінераловатних плит (густина 135 кг/м^3), декоративне тинькування товщиною 5 мм;

- Конструкція зовнішніх стін (тип-5/6) має наступний склад: внутрішня штукатурка товщиною 20 мм (виконує власник/орендар), керамічна порожниста цегла (густина 1000 кг/м^3) товщиною 250 мм та залізобетон товщиною 250 мм, утеплювач із мінераловатних плит (густина 135 кг/м^3), непрозорий склопакет 4-12Ar-4i в системі металевого каркасу;

- Конструкція перекриття над неопалювальним паркінгом (тип-1) має наступний склад: плитка товщиною 10 мм, шар клею товщиною 10 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 60 мм, ПЕ плівка, екструдований пінополістирол (густина 50 кг/м^3), залізобетонна панель перекриття товщиною 200 мм, гідроізоляція товщиною 2 мм;

- Конструкція перекриття над неопалювальним паркінгом (тип-2) має наступний склад: дошка паркетна товщиною 20 мм, плита OSB товщиною 10 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 50 мм, ПЕ плівка, екструдований пінополістирол (густина 50 кг/м^3), залізобетонна панель перекриття товщиною 200 мм, гідроізоляція товщиною 2 мм;

- Конструкція перекриття під еркером має наступний склад: дошка паркетна товщиною 20 мм, плита OSB товщиною 10 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 50 мм, ПЕ плівка, екструдований пінополістирол (густина 50 кг/м^3), залізобетонна панель перекриття товщиною 200 мм, гідроізоляція товщиною 2 мм, мінераловатних плит (густина 135 кг/м^3) товщиною 30 мм, декоративне тинькування товщиною 5 мм;

- Конструкція суміщеного покриття має наступний склад: внутрішня штукатурка товщиною 10 мм (виконує власник/орендар), залізобетонна панель покриття товщиною 200 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 20 мм, екструдований пінополістирол (густина 50 кг/м^3), ПЕ плівка, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 50 мм, ПВХ мембрана товщиною 1,5 мм, шар привантажувального гравію;

- Конструкція стін, що межують із неопалювальним паркінгом (тип-1/2) має наступний склад: внутрішня штукатурка товщиною 20 мм, керамічна порожниста цегла (густина 1000 кг/м^3) товщиною 250 мм та залізобетон товщиною 250 мм, утеплювач із мінераловатних плит (густина 135 кг/м^3), декоративне тинькування товщиною 5 мм;

Можлива заміна матеріалів подібних за фізичними та з не гіршими тепловими характеристиками ніж прийняті в даному розділі (теплопровідність, паропроникність і т.д.), що покращують техніко-економічні показники об’єкту будівництва.

1.2 Розрахункові і кліматичні параметри

Згідно з таблицею В.2 ДБН В.2.6-31:2016 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_в$ = 20 °С, відносна вологість повітря $\varphi_в$ = 55%.

Таблиця 1 Кліматичні параметри для умов м. Тернопіль згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:

Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С											
Середньомісячна відносна вологість зовнішнього повітря, %											
I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
-5,0	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	-3,1
85	84	80	72	70	73	74	75	79	82	87	88

Згідно з ДБН В.2.6-31:2016 нормативне значення приведеного опору теплопередачі $R_{q\,min}$, м^2·К/Вт, становить:

- для зовнішніх стін – 3,3 м^2·К/Вт;
- для світлопрозорих огороджувальних конструкцій – 0,75 м^2·К/Вт;
- для зовнішніх дверей – 0,6 м^2·К/Вт;
- для перекриття під еркерами– 3,75 м^2·К/Вт;
- для суміщеного перекриття – 6,0 м^2·К/Вт.

Нормативна максимальна питома енергопотреба EP_{max} згідно з ДБН В.2.6-31:2016 становить: 77 кВт·год/м^2.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції $\Delta T_{сг}$, °С згідно ДБН В.2.6-31:2016:

- для зовнішніх стін – 4,0 °С;
- для покриття та перекриття горищ – 3,0 °С;

- для перекриття над проїздами та підвалами – 2,0 °С.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

2.1 Приведений опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій визначається згідно з п.5 ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Величини розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються, визначені згідно з додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

2.2 Зовнішні стіни

Мінімально допустиме значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2016) складає 3,3 (м·°С/Вт).

Таблиця 2 Склад стінового огородження (тип-1)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013
1	Внутрішня штукатурка*	20	0,81	66
2	Керамічна порожниста цегла на цементно-піщаному розчині (густина 1000 кг/м^3)	250	0,52	60
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м^3)	Х	0,04	Протокол №2-20/20 аналог 1
4	Вітрозахисна плівка	-	-	-
5	Вентильований прошарок	-	-	-
6	Керамогранітні панелі	-	-	-

*виконує власник/орендатор

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$\delta_{ут1} = 0,04 \text{ х } [3,3 - (1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/0,52 + 1/12)] = 0,104$ м = 104 мм.

Приймаємо мінераловатні плити (густина 135 кг/м^3) товщиною 150 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:

$R_1 = 1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/0,52 + 0,15/0,04 + 1/12 = 4,454$ м^2·К/Вт.

Таблиця 3 Склад стінового огородження (тип-2)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013
1	Внутрішня штукатурка*	20	0,81	66
2	Залізобетон	250	2,04	64
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м^3)	Х	0,04	Протокол №2-20/20 аналог 1
4	Вітрозахисна плівка	-	-	-
5	Вентильований прошарок	-	-	-
6	Керамогранітні панелі	-	-	-

*виконує власник/орендатор

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$\delta_{ут2} = 0,04 \text{ х } [3,3 - (1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/2,04 + 1/12)] = 0,118$ м = 118 мм.

Приймаємо мінераловатні плити (густина 135 кг/м^3) товщиною 150 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:

$R_2 = 1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/2,04 + 0,15/0,04 + 1/12 = 4,096$ м^2·К/Вт.

Таблиця 4 Склад стінового огородження (тип-3)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013
1	Внутрішня штукатурка*	20	0,81	66
2	Керамічна порожниста цегла на цементно-піщаному розчині (густина 1000 кг/м^3)	250	0,52	60
2	Мінеральні плити (густина 135 кг/м^3)	X	0,04	Протокол №2-20/20 аналог 1
3	Декоративна штукатурка	5	0,87	67

*виконує власник/орендатор

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$\delta_{ут3}$ = 0,04 х [3,3 - (1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/0,52 + 0,005/0,87 + 1/23)] = = 0,105 м = 105 мм.

Приймаємо мінераловатні плити (густина 135 кг/м^3) товщиною 150 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:

R_3 = 1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/0,52 + 0,15/0,04 + 0,005/0,87 + 1/23 = 4,42 м^2·К/Вт.

2.3. Перекриття над неопалювальним паркінгом

Мінімально допустиме значення термічного опору теплопередачі для I кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2016) складає 3,75 (м·°С/Вт).

Таблиця 5 Склад перекриття над паркінгом, тип-1

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013

1	Плитка	10	1,1	73
2	Шар клею	10	0,08	34
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину	60	0,93	68
4	ПЕ плівка	0,4	0,23	84
5	Екструдований пінополістирол густиною 50 кг/ м^3	Х	0,034	протокол №205-25-17К аналог 4
6	Залізобетонна плита перекриття	200	2,04	64
7	Гідроізоляця	2	0,22	81

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідного перекриття над паркінгом:

$\delta_{ут1}$ = 0,034 х [3,75 - (1/8,7 + 0,01/1,1 + 0,01/0,08 + 0,06/0,93 + 0,0004/0,23 + + 0,2/2,04 + 0,002/0,22 + 1/12)] = 0,110 м = 110 мм.

Приймаємо екструдований пінополістирол (густина 50 кг/м^3) товщиною 120 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного перекриття над паркінгом:

R_1 = 1/8,7 + 0,01/1,1 + 0,01/0,08 + 0,06/0,93 + 0,0004/0,81 + 0,12/0,034 + + 0,2/2,04 + 0,002/0,22 + 1/12 = 4,034 м^2·К/Вт.

2.4. Суміщене покриття

Мінімально допустиме значення термічного опору теплопередачі для І кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2016) складає 6,0 (м·°С/Вт).

Таблиця 6 Склад суміщеного покриття

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013
1	Внутрішня штукатурка*	10	0,81	66
2	Залізобетонна плита покриття	200	2,04	64
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину	20	0,93	68
4	Екструдований пінополістирол густиною 50 кг/ м^3	Х	0,034	протокол №205-25-17К аналог 4

5	ПЕ плівка	0,2	0,23	84
6	Стяжка із цементно-піщаного розчину	50	0,93	68
7	ПВХ мембрана	1,5	0,23	84
8	Шар гравію	-	-	-

*виконує власник/орендатор

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідного суміщеного покриття:

$\delta_{ут1}$ = 0,034 х [6 - (1/8,7 + 0,01/0,81 + 0,2/2,04 + 0,02/0,93 + 0,0002/0,23 + + 0,05/0,93 + 0,0015/0,23 + 1/23)] = 0,192 м = 192 мм.

Приймаємо екструдований пінополістирол (густина 50 кг/м^3) товщиною 200 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття:

R_1 = 1/8,7 + 0,01/0,81 + 0,2/2,04 + 0,02/0,93 + 0,2/0,034 + 0,0002/0,23 + + 0,05/0,93 + 0,0015/0,23 + 1/23 = 6,23 м^2·К/Вт.

Приведений опір теплопередачі суміщеного покриття дорівнює опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття так як лінійних та точкових теплопровідних включень немає.

$R_{\Sigma пр} = R_{\Sigma}$ = 6,23 м^2·К/Вт.

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma пр} \geq R_{q\,min}$, 6,23 ≥ 6,0. Отже, умова виконується.

Перевірка умови (2):

Температурний перепад між внутрішньою температурою огородження та температурою внутрішнього повітря визначаємо за формулою:

$$\Delta T_{пр} = \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma пр}\alpha_в}$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°С згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

$\Delta T_{пр} = (20 - (-22))/(8,7 \cdot 6,23) = 0,77$ °С

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції для суміщеного перекриття становить $\Delta Tсг = 3,0$ °С згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2016.

$\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{сг}$, $0,77 \leq 3,0$. Отже, умова виконується

2.5. Світлопрозорі огороджувальні конструкції

Мінімально допустиме значення термічного опору теплопередачі для I кліматичної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2016) складає 0,75 (м·°С/Вт).

До установки приймаються віконні блоки із алюмінієвого профілю ($R_{проф}$ = 0,6 м^2·К/Вт) з двокамерними склопакетами 4i-14Ar-4-14Ar-4i ($R_{сп}$ = 1,56 м^2·К/Вт).

Розраховуємо приведений опір теплопередачі віконних блоків із двокамерними склопакетами за формулою:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{F_{сп} + F_{проф}}{\frac{F_{сп}}{R_{сп}} + \frac{F_{проф}}{R_{проф}} + \sum_{j=1}^{J} k_j L_j}$$

де F_{Σ} = 2401,8 м^2 – загальна площа світлопрозорих огороджувальних конструкцій;

$F_{сп}$ = 1897,4 м^2 – загальна площа склопакетів;

$F_{проф}$ = 504,4 м^2 – загальна площа профільних елементів (рам віконних блоків, імпостів, тощо);

$R_{сп}$ = 1,56 м^2·К/Вт – приведений опір теплопередачі термічно однорідного склопакету;

$R_{проф}$ = 0,6 м^2·К/Вт – приведений опір теплопередачі елементів із профілю;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К) визначається згідно таблиці К.1 ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010:

- лінійні теплопровідні включення в зоні примикання склопакету до рами при заглибленні дистанційної рамки відносно штапика 5 мм становить – 0,06 Вт/(м·К).

L_j – лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, м:

- лінійні теплопровідні включення в зоні примикання склопакету до рами – 3446,1 м;

$L_j \cdot k_j$ = 0,06·3446,1 = 206,8 Вт/К;

Тоді приведений опір теплопередачі віконних блоків із двокамерними склопакетами становить:

$R_{\Sigma пр}$ = 2401,8/(1897,4/1,56 + 504,4/0,6 + 206,8) = 1,06 м^2·К/Вт.

Перевірка умови (1): $R_{\Sigma пр} \geq R_{q\,min}$, 1,06 ≥ 0,75. Отже, умова виконується.

Перевірка умови (3):

Згідно п.6.4.2 ДБН В.2.6-31:2016 мінімально допустиме значення температури на внутрішній поверхні T_{min} світлопрозорих огороджувальних конструкцій житлових і громадських будівель при розрахункових значеннях температур зовнішнього та внутрішнього повітря, прийнятих згідно з додатком В ДБН В.2.6-31:2016, повинно бути для коробок, імпостів та

штапиків віконних і дверних блоків, а також світлопрозорих зон, включаючи зони дистанційних рамок, не менше ніж 6 °С.

Температуру внутрішньої поверхні віконних блоків визначаємо за формулою:

$$T_{в\min} = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{\Sigma пр}\alpha_в}$$

де $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 20°С згідно таблиці В.2 ДБН В.2.6-31:2016;

$t_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для І температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці В.4 ДБН В.2.6-31:2016;

$T_{в\ min} = 20 – (20 - (-22))/(8,0 \cdot 1,06) = 15,05$ °С

$T_{в\ min} > T_{min}$, 15,05 > 6. Отже, умова (3) виконується згідно пункту п.6.4.2 ДБН В.2.6-31:2016.

При $t_в = 20$ °С; $\varphi_в = 55$ % температура точки роси внутрішнього повітря становить $T_{min} = T_р = 10,7$ °С.

$T_{в\ min} > T_{min}$, 15,05 > 10,7. Отже, умова (3) виконується відносно точки роси.

Визначаємо температури на поверхні віконного склопакету та профілю:

$$\tau_{сп/проф} = t_{вн} - \frac{t_{вн} - t_{зов}}{R_{сп/проф}\alpha_в}$$

- віконного склопакету:

$\tau_{сп} = 20 - (20 - (-22))/8,0/1,56 = 16,63$ °С

- профілю з ПВХ:

$\tau_{проф} = 20 - (20 - (-22))/8,0/0,6 = 11,25$ °С

Визначаємо приведену температуру внутрішньої поверхні світлопрозорих огороджувальних конструкцій для розрахунку в п.3.1.1:

$$\tau_{всп_{пр}} = \frac{\tau_{сп} \cdot F_{сп} + \tau_{проф} \cdot F_{проф}}{F_{сп} + F_{проф}}$$

$\tau_{всп\ пр}$ = (16,63·1897,4 + 11,25·504,4)/(1897,4 + 504,4) = 15,5 °С

3 ОПАЛЕННЯ

3.1. Технічні рішення

Джерелом теплоти для системи теплопостачання є двоконтурні газові котли турецького виробництва AIRFEL (див. проєкт 29F810-31865-21-ГПВ Газопостачання. Внутрішні пристрої) потужністю 24кВт із закритою камерою згорання. Розрахунковий температурний графік системи опалення 75/60°С. Система опалення будівлі вибрана двотрубна тупикова. Котли мають оснащуються датчиками температури зовнішнього повітря для погодозалежного регулювання.

Димові канали газових теплогенераторів мають бути виведені на одну позначку (див. проєкт 29F810-31865-21-ГПВ Газопостачання. Внутрішні пристрої).

Повне відключення квартирного теплогенератора та зниження середньодобової не допускається нижче ніж 16 °С.

Трубопроводи системи опалення прокладаються в бетонній підготовц підлоги та виконуються з труб зі сшитого поліетилену із кисневим бар'єром PEX-C фірми KAN-THERM (Польща) системи Push (з натяжним кільцем) або аналог. Трубопроводи укладаютьсяв теплову ізоляцію з мерилону, товщиною не менше 9мм. Підключення до котла запроектовано із металевих труб (ДСТУ 8936:2019) на довжину 1,5м, а далі ідуть полімерні труби.

Трубопроводи укладаються з ухилом 2% в сторону котла, де

улаштовується спускний кран.

У якості опалювальних приладів використано сталеві панельні радіатори 22типу, висотою 500мм з нижнім підключенням та вбудованим термостатичним клапаном, фірми KORADO (Чехія) або аналог. Підключення приладів здійснюється через блокі кульових кранів для нижнього підключення.

Спуск повітря з системи опалення здійснюється через крани Маєвського, що улаштовані в опалювальні прилади.

Циркуляція теплоносія в системі опалення відбувається за рахунок вбудованого в котел насоса. Компенсація температурних подовжень в системі опалення здійснюється за рахунок вбудованого в котел розширювального бака.

Опалення сходових клітин організовано електричними конвекторами. Опалювальні прилади – це сталеві панельні радіатори висотою 300мм 22типу, що розміщуться на висоті не менше 2м від підлоги.

В приміщеннях сан/вузлів встановлюється електрична рушникосушарка.

Пуско-налагоджувальні роботи вести відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013, а по імпортованому обладнанню також з урахуванням інструкцій заводів-виробників і за участю представника фірми.

Основні принципи опалення:

1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря для проектування вентиляції прийняті:

- в холодний період року : -20°С, для вентиляції в теплий період року +23°С.

Барометричний тиск - 990ГПа

2. Для розроблення креслень систем опалення та вентиляції як підоснову використано робочі креслення марки АР.

3. Джерелом теплоти для системи теплопостачання є газові

поквартирні двоконтурні котли з закритою камерою згорання 24 кВт (див. 33/19-ГПВ). Температурний графік складає 90/70°С.

4. Загальна теплова потужність системи опалення будівлі складає 362кВт;

5. Сисетми опалення квартир вибрані двотрубні, тупикові;

6. Трубопроводи системи опалення прокладаються в штрабах (у конструкції підлоги) та виконуються з поліетиленових труб РЕ-Хс з антидифузним шаром, фірми KAN-Therm зі з'єднанням системою "Press". Трубопроводи укладаються в теплову ізоляцію з вспіненого каучука, товщиною 9мм.

7. Для компенасації теплового розширення теплоносія вибрані двоконтурні котли оснащенні внутрішніми розширювальними баками 6-8л. Для частини квартир використано додаткові розширювальні баки об'ємом 8л.

8. Циркуляція теплоносія в системах опалення здійснюється за рахунок вбудованих у котли циркуляційних насосів.

9. Трубопроводи укласти з ухилом 2‰ в сторону теплогенератора;

10. У якості опалювальних приладів використано сталеві панельні радіатори 22типу, висотою 300 та 500мм з нижнім підключенням. Прилади обладнання вбудованими термостатичними клапанами, що доукомплектовуються термостатичними голівками. Підключення приладів здійснюється через прямий блок запірних кранів для нижнього підключення.

11. Спуск повітря в системах опалення здійснюється через опалювальні прилади за допомогою кранів Маєвського та через автоматичний повітроспускник в опалювальному котлі. У разі необхідності додатковий спуск повітря здійснюється через циркуляційний насос.

12. Підживлення систем опалення здійснюється через котел. Спуск води з системи опалення відбувається через спускний кран, що улаштовано

в нижній точці системи.

13. Опалення сходових клітинок відбувається електричними конвекторами фірми "Термія" потужністю 1,5 та 2 кВт.

3.2. Гідравлічний розрахунок систем опалення

Способи гідравлічного розрахунку трубопроводів систем водяного опалення:

При розрахунку трубопроводів систем водяного опалення використовуються різні способи:

- питомої втрати тиску;
- характеристик опору;
- динамічних тисків;
- еквівалентних опорів;
- приведених довжин.

З курсу «Механіка рідини і газу» відома формула для визначення втрати тиску на ділянці трубопроводу ΔP, Па:

$$\Delta P = (\lambda * (l/d) + \Sigma\zeta) * (\rho * w^2 / 2) = Rl + Z = \Delta P_ол + \Delta P_м \quad (1)$$

де:

- λ - безрозмірний коефіцієнт опору внаслідок тертя об внутрішню поверхню стінки трубопроводу;
- l - довжина трубопроводу, м;
- d - внутрішній діаметр трубопроводу, м;
- Σζ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на розглянутій ділянці трубопроводу;
- w - швидкість руху води, м/с;
- ρ - густина води, кг/м³;
- Rl, ΔP_ол - втрати тиску по довжині, Па;
- Z, ΔP_м - втрати тиску в місцевих опорах, Па.

З формули (1) випливає, що величина питомої втрати тиску на тертя R, Па/м, визначається за формулою:

$$R = \lambda * (\rho * w^2) / (2 * d), \quad (2)$$

За формулою (2) складені таблиці для гідравлічного розрахунку сталевих трубопроводів. Методика побудови таблиць викладена в [12]. При проведенні гідравлічних розрахунків за способом питомої втрати тиску зазвичай використовуються таблиці [8]. Причому є таблиці для розрахунку сталевих легких і звичайних труб за ГОСТ 3262 при kш = 0,2 мм. Еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні сталевих труб kш = 0,2 мм прийнята у відповідності з рекомендаціями Всесоюзного теплотехнічного інституту (ВТІ) і відповідає сталевим трубам, які більше року зберігалися на відкритому складі.

В [5] є наступні таблиці: «Розрахунок трубопроводів водяного опалення при перепадах температури води в системі 95-70 °С і 105-70 °С» і «Розрахунок трубопроводів водяного опалення при перепадах температури води в системі 130-70 °С і 150-70 °С».

В додатку Л [1] приводяться також розрахункові значення перепадів температури води в системі опалення 85-65 °С, 110-70 °С, 115-70 °С. При перепадах температур 85-65 °С, 110-70 °С слід користуватися таблицями для перепадів температури води 95-70 °С і 105-70 °С [12]. При перепадах температури 115-70 °С слід користуватися таблицями для перепадів температури води 130-70 °С, 150-70 °С.

Коефіцієнти місцевих опорів зазвичай визначаються за таблицями. Причому є таблиці, в яких приводяться точні і наближені їх значення. Точні значення КМО використовуються при розрахунку гравітаційних систем, типовому проектуванні, розрахунку систем опалення унікальних будівель.

При розрахунку за способом характеристик опору втрати тиску на ділянці трубопроводу ΔР, Па, визначаються за відомою з курсу «Механіка рідини і газу» формулою:

$$\Delta P = S * G^2, \quad (3)$$

де:

- S - характеристика опору розглянутої ділянки трубопроводу, Па/(кг/с)²;
- G - витрата води на розглянутій ділянці трубопроводу, кг/с.

Характеристика опору розглянутої ділянки трубопроводу S, Па/(кг/с)², визначається за формулою:

$$S = (\lambda * (l/d) + \Sigma\zeta) * A, \quad (4)$$

де λ, d, l, Σζ – те ж, що у формулі (1);

A - питомий динамічний тиск в розглянутому трубопроводі, тобто динамічний тиск, що має місце в трубопроводі при русі по ньому одиниці витрати (кг/с) води, Па/(кг/с)².

Визначення характеристик опору за формулою (4) не представляє складності, так як величини l/d і A приводяться для сталевих труб в літературних джерелах (наприклад [8]) в залежності від діаметра труби і способу циркуляції (гравітаційна або насосна) води в системі.

Спосіб розрахунку за питомою втратою тиску більш точний в порівнянні зі способом розрахунку за характеристиками опору, так як при розрахунку за характеристиками опору використовуються усереднені значення коефіцієнтів опору внаслідок тертя об внутрішню поверхню стінок труби λ. Спосіб розрахунку за питомою втратою тиску рекомендується використовувати при розрахунку систем з природною циркуляцією води, типовому проектуванні і розрахунку систем опалення унікальних будівель.

Для гідравлічного розрахунку полімерних і металополімерних труб можна використовувати таблиці, які приведені в [9].

У разі застосування мідних, скляних та інших труб, можна питому втрату тиску на тертя визначати за формулою (2). Для визначення величини безрозмірного коефіцієнта λ можна рекомендувати наступні формули:

при числі Рейнольдса Re = 0 ÷ 2300 - $\lambda = 64 / Re$, (5)

при 2300 < Re < 11 * (d / кш) - $\lambda = 1{,}01 / (\lg Re)^{2{,}5}$, (6)

при 11 * (d / kш) < Re < 445 * (d / kш) - λ = 1,42 / (lg Re / (d / kш))^2, (7)

при Re ≥ 445 * (d / kш) - λ = 1 / (1,14 + 2 * lg (d / kш))^2, (8)

де:

- d - внутрішній діаметр трубопроводу, мм;
- kш - еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні стінки трубопроводу, мм.

Формули (5)÷(8) можна застосовувати для визначення безрозмірного коефіцієнта λ при розрахунку сталевих, полімерних і металополімерних труб.

Поняття про розрахунок систем водяного опалення за методом змінних перепадів температур води на стояках (гілках)

Існує метод розрахунку трубопровідних систем водяного опалення з постійними перепадами температур води на стояках (гілках). При цьому методі перепади температур води на стояках (гілках) приймаються однаковими і рівними перепаду температур в системі, якщо не враховувати охолодження води в трубопроводі, тобто:

$$\Delta t_ст = \Delta t_c, \quad (9)$$

де Δt_ст, Δt_с - перепад температур води відповідно на стояку і в системі опалення, °С.

Перепад температур води в системі опалення визначається:

$$\Delta t_c = t2 - t0, \quad (10)$$

де t2, t0 - значення розрахункових температур відповідно гарячої і зворотної води в системі, °С.

При цьому методі розрахунку витрата води на кожній розрахунковій ділянці G_1, кг/с, визначається за формулою:

$$G_1 = Q_1 / (c * (t2 - t0)), \quad (11)$$

де:

- Q_1 - теплове навантаження на розглянутій ділянці, Вт;
- с - масова теплоємність води, (Дж/кг·°С).

Таким чином, витрати води на всіх розрахункових ділянках є величинами відомими. Принциповою відмінністю методу розрахунку зі змінними перепадами температур води від методу розрахунку з постійними перепадами температур води є те, що витрата води на розрахункових ділянках спочатку є невідомою.

Поняття про розрахунок систем водяного опалення за методом перепадів температур води отримаємо з розгляду прикладу розрахунку частини тупикової однотрубної системи опалення з верхньою розводкою.

Способи гідравлічного розрахунку трубопроводів систем водяного опалення:

При розрахунку трубопроводів систем водяного опалення використовуються різні способи:

- питомої втрати тиску;
- характеристик опору;
- динамічних тисків;
- еквівалентних опорів;
- приведених довжин.

З курсу «Механіка рідини і газу» відома формула для визначення втрати тиску на ділянці трубопроводу ΔР, Па:

$$\Delta P = (\lambda * (l/d) + \Sigma\zeta) * (\rho * w^2 / 2) = Rl + Z = \Delta P_{ол} + \Delta P_{м} \quad (1)$$

де:

- λ - безрозмірний коефіцієнт опору внаслідок тертя об внутрішню поверхню стінки трубопроводу;
- l - довжина трубопроводу, м;
- d - внутрішній діаметр трубопроводу, м;
- Σζ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на розглянутій ділянці трубопроводу;
- w - швидкість руху води, м/с;
- ρ - густина води, кг/м³;

- Rl, ΔP_ол - втрати тиску по довжині, Па;
- Z, ΔP_м - втрати тиску в місцевих опорах, Па.

З формули (1) випливає, що величина питомої втрати тиску на тертя R, Па/м, визначається за формулою:

$$R = \lambda * (\rho * w^2) / (2 * d), \quad (2)$$

За формулою (2) складені таблиці для гідравлічного розрахунку сталевих трубопроводів. Методика побудови таблиць викладена в [12]. При проведенні гідравлічних розрахунків за способом питомої втрати тиску зазвичай використовуються таблиці [8]. Причому є таблиці для розрахунку сталевих легких і звичайних труб за ГОСТ 3262 при kш = 0,2 мм. Еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні сталевих труб kш = 0,2 мм прийнята у відповідності з рекомендаціями Всесоюзного теплотехнічного інституту (ВТІ) і відповідає сталевим трубам, які більше року зберігалися на відкритому складі.

В [5] є наступні таблиці: «Розрахунок трубопроводів водяного опалення при перепадах температури води в системі 95-70 °С і 105-70 °С» і «Розрахунок трубопроводів водяного опалення при перепадах температури води в системі 130-70 °С і 150-70 °С».

В додатку Л [1] приводяться також розрахункові значення перепадів температури води в системі опалення 85-65 °С, 110-70 °С, 115-70 °С. При перепадах температур 85-65 °С, 110-70 °С слід користуватися таблицями для перепадів температури води 95-70 °С і 105-70 °С [12]. При перепадах температури 115-70 °С слід користуватися таблицями для перепадів температури води 130-70 °С, 150-70 °С.

Коефіцієнти місцевих опорів зазвичай визначаються за таблицями. Причому є таблиці, в яких приводяться точні і наближені їх значення. Точні значення КМО використовуються при розрахунку гравітаційних систем, типовому проектуванні, розрахунку систем опалення унікальних будівель.

При розрахунку за способом характеристик опору втрати тиску на ділянці трубопроводу ΔP, Па, визначаються за відомою з курсу «Механіка рідини і газу» формулою:

$$\Delta P = S * G^2, \quad (3)$$

де:

- S - характеристика опору розглянутої ділянки трубопроводу, Па/(кг/с)²;
- G - витрата води на розглянутій ділянці трубопроводу, кг/с.

Характеристика опору розглянутої ділянки трубопроводу S, Па/(кг/с)², визначається за формулою:

$$S = (\lambda * (l/d) + \Sigma\zeta) * A, \quad (4)$$

де λ, d, l, Σζ – те ж, що у формулі (1);

A - питомий динамічний тиск в розглянутому трубопроводі, тобто динамічний тиск, що має місце в трубопроводі при русі по ньому одиниці витрати (кг/с) води, Па/(кг/с)².

Визначення характеристик опору за формулою (4) не представляє складності, так як величини l/d і A приводяться для сталевих труб в літературних джерелах (наприклад [8]) в залежності від діаметра труби і способу циркуляції (гравітаційна або насосна) води в системі.

Спосіб розрахунку за питомою втратою тиску більш точний в порівнянні зі способом розрахунку за характеристиками опору, так як при розрахунку за характеристиками опору використовуються усереднені значення коефіцієнтів опору внаслідок тертя об внутрішню поверхню стінок труби λ. Спосіб розрахунку за питомою втратою тиску рекомендується використовувати при розрахунку систем з природною циркуляцією води, типовому проектуванні і розрахунку систем опалення унікальних будівель.

Для гідравлічного розрахунку полімерних і металополімерних труб можна використовувати таблиці, які приведені в [9].

У разі застосування мідних, скляних та інших труб, можна питому втрату тиску на тертя визначати за формулою (2). Для визначення величини безрозмірного коефіцієнта λ можна рекомендувати наступні формули:

при числі Рейнольдса Re = 0 ÷ 2300 - λ = 64 / Re, (5)

при 2300 < Re < 11 * (d / кш) - λ = 1,01 / (lg Re)^2,5, (6)

при 11 * (d / кш) < Re < 445 * (d / кш) - λ = 1,42 / (lg Re / (d / кш))^2, (7)

при Re ≥ 445 * (d / кш) - λ = 1 / (1,14 + 2 * lg (d / кш))^2, (8)

де:

- d - внутрішній діаметр трубопроводу, мм;
- кш - еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні стінки трубопроводу, мм.

Формули (5)÷(8) можна застосовувати для визначення безрозмірного коефіцієнта λ при розрахунку сталевих, полімерних і металополімерних труб.

Поняття про розрахунок систем водяного опалення за методом змінних перепадів температур води на стояках (гілках)

Існує метод розрахунку трубопровідних систем водяного опалення з постійними перепадами температур води на стояках (гілках). При цьому методі перепади температур води на стояках (гілках) приймаються однаковими і рівними перепаду температур в системі, якщо не враховувати охолодження води в трубопроводі, тобто:

$$\Delta t_ст = \Delta t_c, \quad (9)$$

де Δt_ст, Δt_с - перепад температур води відповідно на стояку і в системі опалення, °С.

Перепад температур води в системі опалення визначається:

$$\Delta t_c = t2 - t0, \quad (10)$$

де t2, t0 - значення розрахункових температур відповідно гарячої і зворотної води в системі, °С.

При цьому методі розрахунку витрата води на кожній розрахунковій ділянці G_1, кг/с, визначається за формулою:

$$G_1 = Q_1 / (c * (t2 - t0)), \quad (11)$$

де:

- Q_1 - теплове навантаження на розглянутій ділянці, Вт;
- c - масова теплоємність води, (Дж/кг·°С).

Таким чином, витрати води на всіх розрахункових ділянках є величинами відомими. Принциповою відмінністю методу розрахунку зі змінними перепадами температур води від методу розрахунку з постійними перепадами температур води є те, що витрата води на розрахункових ділянках спочатку є невідомою.

Поняття про розрахунок систем водяного опалення за методом перепадів температур води отримаємо з розгляду прикладу розрахунку частини тупикової однотрубної системи опалення з верхньою розводкою.

3.3. Підбір опалювальних приладів

Методика підбору опалювальних приладів — це важливий етап при проектуванні систем опалення, який дозволяє забезпечити комфортну температуру в приміщеннях з урахуванням їх теплових характеристик. Ось основні кроки:

1. **Визначення теплових втрат приміщення**:

o Необхідно розрахувати, скільки тепла втрачає кожне приміщення через стіни, вікна, двері, підлогу та стелю. Враховуються кліматичні умови (середня температура в найхолодніший період), теплоізоляційні властивості матеріалів і площа поверхонь.

2. **Розрахунок необхідної теплової потужності**:

o Теплові втрати приміщення визначають необхідну теплову потужність опалювального приладу. Зазвичай додають невеликий запас (10-15%) для компенсації можливих додаткових тепловтрат або швидкого нагріву приміщення.

3. **Вибір типу опалювального приладу**:

- Існують різні типи приладів: радіатори (секційні, панельні, трубчасті), конвектори, теплі підлоги, плінтусні системи тощо. Вибір залежить від вимог до дизайну, швидкості нагріву, вартості, енергоефективності та способу монтажу.

4. **Підбір розміру і потужності приладу**:

- Кожен виробник надає технічні характеристики своїх опалювальних приладів, включаючи теплову потужність при різних температурних режимах теплоносія. Згідно з розрахованою необхідною потужністю і типом приладу, вибирають відповідний розмір (кількість секцій, довжину панелі) та потужність.

5. **Розміщення опалювального приладу**:

- Важливо правильно розмістити прилад в приміщенні для оптимального розподілу тепла. Зазвичай радіатори встановлюють під вікнами для запобігання утворенню "холодних зон" та конденсації.

6. **Врахування регулювання температури**:

- Рекомендується встановлювати термостатичні клапани на радіатори для регулювання температури в кожному приміщенні окремо і економії енергії.

7. **Перевірка і балансування системи**:

- Після встановлення всіх приладів необхідно перевірити систему на ефективність та збалансувати її для рівномірного розподілу тепла між усіма приміщеннями.

Варто звернути увагу на:

- **Енергоефективність**: Вибір приладів з високою енергоефективністю допомагає знизити витрати на опалення.
- **Матеріал**: Матеріали приладів впливають на теплопровідність, корозійну стійкість і термін служби.
- **Дизайн**: Опалювальний прилад повинен гармонійно вписуватися в інтер'єр приміщення.
- **Вартість**: Врахування вартості приладу і монтажних робіт важливо при прийнятті рішення.

4 ВЕНТИЛЯЦІЯ

4.1. Розрахунок повітрообміну

1. Розрахунок повітрообміну в паркінгу – це важливий етап проектування, який забезпечує безпеку та комфорт перебування людей і транспортних засобів. Основна мета – видалення шкідливих газів, таких як CO (оксид вуглецю), NOx (оксиди азоту), а також забезпечення нормального рівня кисню.

Ось основні етапи розрахунку:

1. **Визначення джерел забруднення повітря**:

- Автомобілі, що працюють на двигунах внутрішнього згоряння, виділяють CO, NOx, вуглеводні та інші шкідливі речовини.
- Кількість автомобілів, які одночасно перебувають в паркінгу, і частота їх руху є важливими факторами.

2. **Визначення допустимих концентрацій шкідливих речовин**:

- Нормативи визначають максимальні допустимі концентрації CO та інших шкідливих речовин у повітрі робочої зони.
- Наприклад, для CO допустима концентрація може бути в межах 20-30 ppm (частин на мільйон).

3. **Розрахунок необхідного повітрообміну**:

- Необхідний об'єм повітря, який потрібно подавати в паркінг, розраховується на основі кількості шкідливих речовин, які виділяються, та допустимих концентрацій.
- Формула для розрахунку повітрообміну:

$$[L = \frac{G}{C_{доп} - C_{зовн}}]$$ де:

- L - необхідний об'єм повітрообміну (м³/год);

- G - кількість шкідливих речовин, що виділяються (мг/год);
- C_доп - допустима концентрація шкідливих речовин (мг/м³);
- C_зовн - концентрація шкідливих речовин у зовнішньому повітрі (мг/м³).

4. **Вибір системи вентиляції**:

- Існують різні системи вентиляції: припливно-витяжна, витяжна з природним припливом, імпульсна вентиляція (струменева). Вибір залежить від розмірів паркінгу, його конфігурації та вимог до енергоефективності.
- Припливно-витяжна вентиляція забезпечує контрольований приплив свіжого повітря та видалення забрудненого.
- Імпульсна вентиляція використовує вентилятори для створення повітряних струменів, які забезпечують ефективне перемішування повітря та видалення забруднень.

5. **Розміщення вентиляційних отворів і обладнання**:

- Припливні отвори розташовують так, щоб свіже повітря надходило у всі зони паркінгу.
- Витяжні отвори розміщують у місцях найбільшого скупчення забруднень (наприклад, над місцями стоянки автомобілів).
- Вентилятори повинні забезпечувати необхідний об'єм повітрообміну і мати достатній напір для подолання опору системи.

6. **Автоматизація та моніторинг**:

- Для ефективної роботи системи вентиляції рекомендується використовувати автоматизовані системи управління, які регулюють повітрообмін в залежності від рівня забруднення повітря.
- Датчики CO та інших шкідливих речовин дозволяють контролювати якість повітря і своєчасно вмикати/вимикати вентиляцію.

7. **Енергоефективність**:

- Використання енергоефективного обладнання (вентилятори з регульованою швидкістю, рекуператори тепла) дозволяє знизити енергоспоживання системи вентиляції.

Врахування додаткових факторів:

- **Висота приміщення**: Більш високі паркінги потребують більшого об'єму повітрообміну.
- **Кількість рівнів паркінгу**: Для багаторівневих паркінгів необхідно враховувати перетікання повітря між рівнями.
- **Наявність систем димовидалення**: У випадку пожежі система вентиляції може бути використана для видалення диму.

Приклад спрощеного розрахунку:

Припустимо, в паркінгу одночасно перебувають 50 автомобілів, які виділяють в середньому 10 г CO на годину кожен. Допустима концентрація CO – 25 мг/м³, концентрація CO у зовнішньому повітрі – 5 мг/м³.

Тоді загальна кількість CO, що виділяється: G = 50 * 10 г/год = 500 г/год = 500000 мг/год

Необхідний об'єм повітрообміну: L = 500000 мг/год / (25 мг/м³ - 5 мг/м³) = 25000 м³/год

Отже, для забезпечення безпеки в паркінгу необхідно забезпечити повітрообмін не менше 25000 м³/год.

Важливо проводити розрахунок повітрообміну з урахуванням місцевих норм і правил, а також консультуватися з досвідченими інженерами-вентиляційниками.

4.2. Технічні рішення

Проектом передбачена розробка системи механічного димовидалення з паркінгу та забезпечується подача повітря в ліфтову шахту.

Димовидалення з паркінгу передбачається окремою системою за допомогою клапанів КПДВ-М-500(h)х1200-03, шахтою в будівельних конструкціях та вентиляторами димовидалення. Клапани димовидалення з електроприводами встановлюються на повітропроводи димовидалення в вертикальному положенню, під стелею. Ступінь вогнестійкості клапана 60хв.

Шахта для системи димовидалення з паркінгу парогазощільна, з межею вогнестійкості 1 год.

Місця проходження каналу димовидалення через перекриття будівлі ущільнюються негорючим матеріалом, забезпечуючи нормовану межу вогнетривкості перетинаємого огородження.

Вентилятори передбачено відцентрові з межею вогнестійкості 2 год. при температурі газів 600°С.

Викид продуктів згорання передбачається через колективні димоходи система "газ-повітря" на відмітку +2.000 вище рівня покрівлі.

Загальнообмінна вентиляція паркінгу здійснюється трьома витяжними системами. Забір повітря здійснюється з нижнбої та верхньої зони в місцях паркування автомобілів.

Повітропроводи виконуються з тонколистової оцинкованої сталі ГОСТ 14918-80 нормальними класу "С", зовнішні розміри поперечного перерізу прийнято відповідно до ГОСТ 24751-81.

При перетині огороджуючих конструкцій що розмежовують обслуговуване приміщення і транзитні на повітропроводах встановлюється вогнезатримуючий клапан з електроприводом.

З'єднання повітропроводів здійснюється за допомогою фланців, що ущільнюються ущільнювачем товщиною 6мм.

Кріплення повітропроводів до конструкцій визначається по місцю під час монтажних робіт.

Перед вентиляторами встановлюються зворотні клапани для запопігання зворотної тяги чи перетікання повітря.

Монтаж систем опалення та вентиляції виконувати у згоді з вимогами СНіПу 3.05.01-85* та вказівок по монтажу фірми-виробника обладнання і матеріалів.

На всі трубопроводи і повітропроводи, які змонтовано сховано у підвісних стелях, а також на ізоляцію змонтованих сховано систем, монтажною організацією за участтю представника замовника повинні бути складені акти на сховані роботи затверженої форми.

Пуско-налагоджувальні роботи вести відповідно до вимог бніпу 3.05.01-85*, а по імпортованому обладнанню також з урахуванням інструкцій заводів-виробників і за участю представника фірми.

Після виконання пуско-налагоджувальних робіт по домовленості з замовником можуть бути складені інструкції по експлуатації систем та договори на профілактичний ремонт та гарантійне обслуговування.

4.3. Аеродинамічний розрахунок

Мета аеродинамічного розрахунку припливної системи полягає у визначенні втрат тиску в мережі.

Приймаємо прямокутні повітроводи з листової сталі.

Розрахунок ведемо в наступній послідовності:

Визначаємо розміри поперечних перерізів повітропроводів. Орієнтировочной площа перерізу:

$$f_{op} = \frac{L}{3600 \cdot v_p}, м^2$$

де v_p - рекомендована швидкість руху повітря на ділянці, м/с .

За величиною орієнтовною площею підбираємо перетин стандартного розміру fp

Для прямокутних повітропроводів знаходимо еквівалентний діаметр:

$$d_{экв} = \frac{2 \cdot A \cdot B}{A + B}, мм$$

Визначаємо фактичну швидкість:

$$\upsilon = \frac{L}{3600 \cdot f_p}, м/с$$

Знаходимо динамічний тиск і втрати тиску на тертя на один метр довжини повітропровода R, Па.

Для кожного виду місцевого опору на ділянці за таблицями визначаємо коефіцієнти місцевого опору, сумуємо їх, а потім добутком суми КМО і динамічного тиску визначаємо втрати тиску в місцевих опорах Z, Па.

Розраховуємо загальні втрати тиску:

$$\Delta P_{уч} = R \cdot l + Z, Па$$

Аеродинамічний розрахунок витяжної системы В-1

№ уч.	Расход воздуха *L*, м³/ч	Длина участка *1*, м	Скорость воздуха *v*, м/с	Размеры воздухово дов	Потери на трение		Динамич. давление, Па	Сумма КМС Σξ	Местные потери давления *z*, Па	Общие потери давления на участке, Па
				$d_{экв}$, мм	*R*, Па	*R·l*, Па				
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
1-2	50	1,7	1,77	100	0,065	0,039	0,12	2,4	0,29	0,33
2-3	100	1,7	1,57	150	0,0852	0,060	0,50	0,3	0,15	0,21
3-4	200	3,0	1,5	200	0,286	1,344	1,11	1,4	1,23	2,57
4-5	500	5,2	2,78	250	0,86	1,24	2,28	2,3	2,6	10,2

	13,31

4.4. Аеродинамічний розрахунок систем природної вентиляції

Аеродинамічний розрахунок природних систем вентиляції є важливим етапом проектування, який дозволяє визначити ефективність та стабільність роботи системи без використання механічних вентиляторів. Природна вентиляція використовує різницю тиску, що виникає внаслідок різниці температур (термічна тяга) або вітру (вітровий тиск), для забезпечення повітрообміну.

Основні принципи:

1. Термічна тяга:

- Тепле повітря, будучи менш щільним, піднімається вгору. Цей ефект використовується для створення тяги у вертикальних каналах (димоходах, вентиляційних шахтах).
- Ефективність термічної тяги залежить від різниці температур між внутрішнім і зовнішнім повітрям, а також від висоти вертикального каналу.

2. Вітровий тиск:

- Вітер, обтікаючи будівлю, створює зони підвищеного тиску на навітряній стороні та зони розрідження (зниженого тиску) на підвітряній стороні.
- Цей перепад тиску використовується для створення повітрообміну, коли повітря надходить через отвори на навітряній стороні та виходить через отвори на підвітряній стороні.

Етапи аеродинамічного розрахунку:

1. Визначення необхідного повітрообміну:

- Розраховується об'єм повітря, який необхідно замінювати в приміщенні для забезпечення нормальних умов (видалення надлишку вологи, тепла, забруднюючих речовин).

- Повітрообмін визначається на основі нормативних вимог, кількості людей, що перебувають у приміщенні, та характеру виробничих процесів (якщо це промислова будівля).

2. Розрахунок термічної тяги:

- Визначається різниця тиску, яка виникає внаслідок різниці температур і висоти вертикального каналу.
- Формула для розрахунку тиску термічної тяги:

  [\Delta P = g \cdot h \cdot (\rho_{зовн} - \rho_{внутр})] де:
- ΔP – різниця тиску (Па);
- g – прискорення вільного падіння (9.81 м/с²);
- h – висота вертикального каналу (м);
- ρ_зовн – щільність зовнішнього повітря (кг/м³);
- ρ_внутр – щільність внутрішнього повітря (кг/м³).

3. Розрахунок вітрового тиску:

- Визначається тиск вітру на навітряній стороні будівлі та розрідження на підвітряній стороні.
- Формула для розрахунку вітрового тиску:

  [P = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2] де:
- P – тиск вітру (Па);
- C_p – коефіцієнт тиску (залежить від форми будівлі та кута атаки вітру);
- ρ – щільність повітря (кг/м³);
- v – швидкість вітру (м/с).

4. Визначення опору системи:

- Розраховується загальний опір руху повітря в системі вентиляції, включаючи опір вхідних та вихідних отворів, каналів, решіток тощо.
- Опір системи залежить від геометричних розмірів елементів, їх форми та шорсткості поверхонь.

5. Розрахунок фактичного повітрообміну:

- З урахуванням різниці тиску (термічної тяги та/або вітрового тиску) і опору системи визначається фактичний об'єм повітря, який проходить через систему вентиляції.
- Для цього використовують рівняння балансу тиску, враховуючи всі складові системи.

6. Аналіз та оптимізація системи:

- Порівнюють розрахований фактичний повітрообмін з необхідним значенням.
- Якщо фактичний повітрообмін недостатній, необхідно внести зміни в конструкцію системи: збільшити висоту вертикальних каналів, змінити розміри отворів, покращити аеродинаміку елементів.

Додаткові фактори:

- Кліматичні умови: Враховується середня температура влітку та взимку, швидкість і напрямок вітру.
- Орієнтація будівлі: Впливає на величину вітрового тиску на різних сторонах будівлі.
- Розташування будівлі: Наявність навколишніх будівель та перешкод може впливати на вітровий режим.
- Конструкція будівлі: Розміри та форма вікон, дверей та інших отворів впливають на опір системи.

Інструменти для розрахунку:

- Аналітичні методи: Використання формул і рівнянь для розрахунку тиску та опору.
- Комп'ютерне моделювання (CFD): Використання спеціалізованого програмного забезпечення для моделювання руху повітря і визначення ефективності системи вентиляції.

Переваги природної вентиляції:

- Відсутність енергоспоживання (економія електроенергії).

- Зниження експлуатаційних витрат (немає необхідності в обслуговуванні вентиляторів).
- Простота конструкції та монтажу.
- Екологічність.

Недоліки природної вентиляції:

- Залежність від кліматичних умов (ефективність може змінюватися в залежності від температури та вітру).
- Складність точного регулювання повітрообміну.
- Обмеження по висоті та плануванню будівлі.

Аеродинамічний розрахунок природних систем вентиляції є складним завданням, яке потребує врахування багатьох факторів. Рекомендується залучати до проектування досвідчених інженерів, які мають знання в галузі аеродинаміки та вентиляції.

4.5. Автоматизація вентиляційних систем

Автоматизація систем вентиляції – це процес впровадження автоматичних систем управління для оптимізації роботи вентиляційного обладнання, забезпечення комфортних умов у приміщеннях і зниження енергоспоживання.

Основні цілі автоматизації систем вентиляції:

1. Підтримання комфортних параметрів мікроклімату:
    - Забезпечення стабільної температури, вологості та чистоти повітря в приміщеннях відповідно до заданих значень.
2. Економія енергії:
    - Оптимізація роботи вентиляційного обладнання в залежності від реальної потреби в повітрообміні.
    - Використання енергоефективних режимів роботи, таких як нічний

режим, режим відсутності людей, режим зниженої продуктивності.

3. Забезпечення безпеки:
    - Автоматичне відключення вентиляції при виникненні пожежі або інших аварійних ситуацій.
    - Контроль за концентрацією шкідливих речовин у повітрі (CO, CO2, NOx) та автоматичне збільшення повітрообміну при перевищенні допустимих значень.
4. Підвищення надійності та терміну служби обладнання:
    - Забезпечення плавного пуску та зупинки вентиляторів, що зменшує навантаження на двигуни та підшипники.
    - Автоматичний захист обладнання від перевантажень, перегріву та інших нештатних ситуацій.
5. Зручність управління та моніторингу:
    - Централізоване управління всіма параметрами системи вентиляції з одного пульта або комп'ютера.
    - Дистанційний моніторинг стану обладнання та оперативне реагування на будь-які зміни.

Основні компоненти системи автоматизації:

1. Датчики (сенсори):
    - Датчики температури (для вимірювання температури повітря в приміщеннях і в повітроводах).
    - Датчики вологості (для вимірювання відносної вологості повітря).
    - Датчики тиску (для вимірювання тиску повітря в повітроводах і диференційного тиску на фільтрах).
    - Датчики якості повітря (CO, CO2, NOx, диму).

- Датчики положення (для визначення положення заслінок, клапанів тощо).

2. Виконавчі механізми:
   - Електричні приводи заслінок (для регулювання кількості повітря, що подається в приміщення).
   - Електричні приводи клапанів (для регулювання витрати теплоносія в калориферах і охолоджувачах).
   - Частотні перетворювачі (для плавного регулювання швидкості обертання вентиляторів).
   - Контактори та реле (для включення/відключення обладнання).
3. Контролер:
   - Центральний блок управління, який збирає інформацію з датчиків, обробляє її за заданим алгоритмом і видає команди на виконавчі механізми.
   - Контролер може бути програмованим (PLC) або мати спеціалізоване програмне забезпечення для управління вентиляцією.
4. Панель управління (інтерфейс користувача):
   - Пристрій, за допомогою якого користувач може задавати параметри роботи системи, переглядати поточні значення датчиків, отримувати інформацію про аварії та збої.
   - Інтерфейс може бути у вигляді сенсорного екрану, комп'ютерної програми або мобільного додатку.
5. Система диспетчеризації:
   - Програмно-апаратний комплекс, який забезпечує віддалений моніторинг і управління системою вентиляції через Інтернет або

локальну мережу.

- Дозволяє збирати дані про роботу обладнання, аналізувати їх і приймати рішення щодо оптимізації роботи системи.

Функції автоматизованої системи вентиляції:

1. Підтримання заданої температури:
   - Контроль за роботою калорифера (нагрівача) або охолоджувача для забезпечення необхідної температури повітря, що подається в приміщення.
   - Використання пропорційно-інтегрально-диференційного (ПІД) регулювання для точного підтримання температури.
2. Підтримання заданої вологості:
   - Управління зволожувачем або осушувачем повітря для забезпечення необхідної вологості.
3. Регулювання повітрообміну:
   - Зміна продуктивності вентиляторів в залежності від концентрації CO2, кількості людей в приміщенні або інших факторів.
   - Управління заслінками для регулювання співвідношення між свіжим і рециркуляційним повітрям.
4. Фільтрація повітря:
   - Контроль за ступенем забруднення фільтрів і автоматичне сповіщення про необхідність їх заміни.
   - Автоматичне перемикання на резервні фільтри в разі забруднення основних.
5. Захисні функції:
   - Автоматичне відключення вентиляції при пожежі (за сигналом від пожежної сигналізації).

- Відключення вентиляції при виникненні перевантажень або інших аварійних ситуацій.
- Захист від замерзання теплоносія в калориферах.

Енергозбереження:

- Використання нічного режиму (зниження продуктивності вентиляції в неробочий час).
- Управління системою рекуперації тепла (для передачі тепла від витяжного повітря до припливного).
- Використання датчиків присутності людей (для автоматичного включення/виключення вентиляції в залежності від наявності людей в приміщенні).

Переваги автоматизації систем вентиляції:

- Підвищення комфорту і поліпшення якості повітря в приміщеннях.
- Зниження витрат на електроенергію.
- Підвищення надійності та терміну служби обладнання.
- Зручність управління та моніторингу.
- Можливість інтеграції з іншими системами управління будівлею (BMS).

Автоматизація систем вентиляції є важливим кроком для забезпечення ефективної, економічної та безпечної роботи вентиляційного обладнання.

5. СИСТЕМИ ДИМОВИДАЛЕННЯ ТА ПІДПОРУ

5.1. Основні засади та технічні рішення системи димовидалення та підпору

Проєкт виконано на основі договору на проєктування систем протидимного захисту на об'єкті: «Нове будівництво багатоквартирних житлових

будинків з вбудованими приміщеннями громадського призначення, підземною автостоянкою та трансформаторною підстанцією на вул. Наукова, 5 зі знесенням існуючих споруд у м. Львові», архітектурно-будівних та технологічних креслень виданих Замовником, обстеження та обміру об'єкту, що підлягає захисту, виконаних Підрядником, а також у відповідності до діючих норамтивних документів:

- ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»;
- ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення»;
- ДБН В.2.3-15:2007 «Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів»;
- ДСТУ CEN TR 12101-4 2016 «Побудова систем димо та тепловидалення»;
- ДСТУ CEN TR 12101-5 2016 «Настанови на базі функціональних рекомендацій та методи розрахування систем димо- та тепловидалення»;
- ДСТУ CEN TR 12101-6 2016 «Технічні вимоги до систем зі створення різниці тисків»;
- ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»;
- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Проєкт виконаний відповідно до діючих норм, правил, інструкцій і державних стандартів і забезпечує безпечну експлуатацію будівлі (споруди) при дотриманні передбачених проєктом заходів, а також норм і правил експлуатації. Обладнання, прийняте в проєкті, сертифіковане в Україні.

Призначення системи протидимного захисту

Системи протидимного захисту запроєктовані з метою:

- забезпечення умов для безпечного евакуювання;
- забезпечення умов для гасіння пожежі та проведення пожежно-рятувальних робіт;
- зниження ймовірності займання предметів, обладнання, речовин і матеріалів під впливом теплового випромінювання;

- зниження впливу високих температур на конструкції будівлі під час пожежі;
- зменшення збитків від продуктів термічного розкладу та гарячих газів.

Основні проєктні рішення

Видалення диму та гарячих газоподібних продуктів передбачається:

- з приміщень для зберігання автомобілів (приміщеннь паркінгів).

Протидимний захист за рахунок створення різниці тисків під час пожежі передбачається:

- у шахтах ліфтів, що сполучають паркінг з житловими поверхами (прирівнюються до пожежних ліфтів) та їх тамбур-шлюзах;
- у сходовій клітці типу Н4 в секції 1.1, та її тамбур-шлюзах.

Будівлі оснащуються механічними (примусовими) системами протидимного захисту (димо- та тепловидалення і системами зі створення різниці тисків).

Димовидалення з приміщень паркінгу здійснюється через димоприймальні пристрої (решітки/клапани), які монтуються на відгалуженнях повітроводів, що підключаються до вертикальної автономної димової шахти, що обслуговує один протипожежний відсік.

Димоприймальні пристрої розташовуються таким чином, щоб забезпечити необхідні умови для димовидалення:

- один димоприймальний пристрій обслуговує зону, не більшу за 900м²
- відстань від найвіддаленішої точки паркінгу до димоприймального пристрою не перевищує 20м.

В межах протипожежного відсіку шахта та повітроводи системи димовидалення влаштовуються з негорючих матеріалів класом вогнестійкості не менше EI 45, за його межами- класом вогнестійкості не менше EI 150.

У зв'язку з тим, що площа деяких протипожежних відсіків паркінгу перевищує 1600 м², передбачається їх поділ на дві димові зони, шляхом влаштування стаціонарної димової звіси з негорючих матеріалів, з вільним простором під нею висотою 2,4 м.

Вентилятори систем димо- та тепловидалення встановлюється на рівні покрівлі житлових секцій, таким чином щоб викид продуктів згорання в атмосферу здійснювався на висоті не менше 2 м від рівня покрівлі, на відстані не менше ніж 10 м та на висоті не менше 1 м від повітрозабірних пристроїв систем протидимного захисту.

Для компенсації повітря, що видаляється з приміщення паркінгу (під час пожежі) разом з димовими газами, проєктом передбачена окрема система компенсації повітря, метод якої заключається в автоматичному відкритті в'їздних воріт та припливних протипожежних клапанів з природним забором повітря ззовні, після спрацювання сигналу "ПОЖЕЖА", відповідно до димової зони, де відбулось спрацювання.

Для запобігання розповсюдження диму під час пожежі проєктом передбачено застосування систем зі створення різниці тисків (підпору повітря), які забезпечують подачу зовнішнього повітря:

- у шахти ліфтів, що прирвінюються до пожежних;
- у тамбур-шлюзи ліфтів, що прирівнюються до пожежних;
- у сходову клітку типу Н4 в секції 1.1;
- у тамбур-шлюзи сходової клітки типу Н4 в секції 1.1.

Кількість повітря, що подається, розраховано на забезпечення:

- швидкості повітря не менше 2 м/с між сходовою кліткою типу Н4 та поверхом пожежі, з одночасним забезпеченням швидкості 2 м/с між сходовою кліткою та суміжним до пожежі поверхом;

- швидкості повітря не менше 1,3 м/с через відчинені двері тамбур-шлюзу ліфта, що прирівнюється до пожежного;
- надлишкового тиску не менше 50 Па в шахті ліфту, що прирівнюється до пожежного.

Для тамбур-шлюзів ліфта, що прирівнюється до пожежного, передбачається відкриття клапанів на поверсі пожежі, та суміжних до нього поверхах.

Для забезпечення уникнення перевищення нормативного зусилля на відкривання дверей, при пожежі (не більше 100 Н), проєктом передбачено влаштування систем скидання надлишкового тиску, з його викидом безпосередньо назовні, або в приміщення, що забезпечені належними шляхами витоків, у випадку пожежі.

Клапани скидання надлишкового тиску мають клас вогнестійкості EI 90, що підтверджується відповідними сертифікатами.

Вентилятори систем зі створення різниці тисків встановлюються безпосередньо в об'ємах просторів, що ними захищаються, або на рівні покріврі житлових секцій.

5.2. Розрахунок системи димовидалення

Розрахунок кількості димових газів, відповідно до чинних в Україні стандартів, норм та правил згідно ДСТУ CEN/TR12101-5:2016.

Вхідні дані:

*периметр вогнища пожежі - 12 м [таблиця 1 ДСТУ CEN/TR12101-5:2017];

*відстань від нижньої межі задимленої зони до підлоги – 2,8 м (0,8Н згідно [ДСТУ CEN/TR12101-5:2016]);

*площа приміщення або резервуару диму - 1600 м^2 [ДБН В.2.5-56-2014].

Витрата повітря, що надходить у шлейф диму розраховуємо за формулою:

$$M_f = C_e \times P_f \times y^{3/2} \text{ кг/с, де:}$$

$C_e = 0,19$;

- P_f - периметр вогнища пожежі, м;
- $C_e = 0,19$;
- у – відстань від нижньої межі задимленої зони до підлоги, м.

$$M_f = 0,19 \times 12 \times 2,8^{1,5} = 10,68 \text{ кг/с}.$$

Розрахунок кількості витяжного повітря для вентиляції.

Необхідна кількість повітря для системи загальнообмінної вентиляції визначається по формулі: $L_{CO} = \frac{3600 \cdot 1000 \cdot M}{G_{ПДК} - G_H}$ м^3/год, де

- М - маса, що надходить у повітря робочої зони приміщення, г/с - встановлюється у технологічній частини проекту;
- $G_{ПДК}$ – допустима концентрація окису вуглецю згідно ГОСТ 12.1.005-88 - 20 мг/м^3;
- G_H - вміст окису вуглецю в навколишньому повітрі – приймається за даними Санепідемстанції міста - 6 мг/м^3.

Величина викидів з паркінгу - оксид вуглецю (СО):

паркінг – 0,017 г/с, L_{CO} = 4371 м^3/год.

Згідно міжнародної практики застосування імпульсних вентиляторів, наприклад, британського стандарту BRITISH STANDART BS7346-7:2006 Components for smoke and heat control systems (Компоненти для системи димо-та тепловидалення) :

- п. 8.3 Порядок розрахунку: Система димовидалення з використанням імпульсних вентиляторів повинна забезпечувати не менше 10-кратного повітрообміну для захисту паркінгу в кожній точці виникнення пожежі;
- п. 6. Контроль вихлопних газів від автомобілів: Система механічної витяжної вентиляції повинна забезпечувати не менше 6-кратного повітрообміну.

В деяких країнах Європи кількість повітря для системи вентиляції приймається з розрахунку не менше ніж 300 м3/год на одне машиномісце.

Розрахунки аналізуються та приймаються такими, за якими розрахункові об’єми повітря, що видаляється (димових газів) будуть найбільшими.

Результати розрахунків наводяться в таблиці «Характеристика вентобладнання», та враховують витрати повітря у системі.

В нормальному режимі роботи паркінгу система використовується в режимі загальнообмінної вентиляції на розбавлення СО до ГДК і здійснює приплив та витяг повітря з паркінгів.

Об’єм привливного повітря передбачається на 20 % менше за об’єм витяжного повітря.

Запуск системи протидимного захисту передбачено від сигналів про пожежу, що надійшли на пожежний пост від спрацьовування двох сповіщувачів системи пожежної сигналізації та водосигнального клапану автоматичної системи спринклерного пожежогасіння, з секції де виникла пожежа. Після отримання сигналу «Пожежа» ЦЩПЗ формує і передає сигнал на ЩПЗ рівня паркінга.

При цьому в першу чергу, від спрацювання на рівні паркінгу двох сповіщувачів системи пожежної сигналізації на шахті димовидалення відкриваються клапани димовидалення і по черзі з затримкою в 10 с запускаються вентилятори димо- та тепловидалення, розташовані назовні. Це забезпечує забір диму під перекриттям, і обмежує його поширення по паркінгу.

Після надходження на ЦЩПЗ сигналу про спрацювання клапану водосигнального (КВС) автоматичної системи спринклерного пожежогасіння із затримкою 5 с запускаються імпульсні вентилятори секції відповідного рівня паркінгу, з якого надійшов сигнал та запускаються вентилятори припливу повітря. Затримка запуску кожного наступного вентилятора становить 5 с від моменту запуску попереднього.

У разі приведення в дію системи імпульсного димовидалення в ручному режимі (від кнопок) принцип роботи системи залишається таким же, як і при автоматичному пуску, з урахуванням наявності сигналу від КВС. Виключенням є

пуск системи димовидалення з ЦЩПЗ, розташованого у диспетчерській пожежного посту, або ЩПЗ рівня паркінга, які повинні забезпечувати подачу сигналу на одночасне приведення в дію усіх елементів системи протидимного захисту відповідного рівня - відкриття клапанів димовидалення, запуск вентиляторів димовидалення, припливних та імпульсних вентиляторів.

Ручний запуск системи також може використовуватись для періодичної перевірки працездатності при обслуговуванні системи.

Алгоритм взаємодії системи імпульсного димовидалення з іншими системами протипожежного захисту (розробляється на стадії виконання робочої документації), згідно ДБН В. 2.5-56-2014, повинен враховувати:

- взаємне розміщення імпульсних вентиляторів та пожежних сповіщувачів, спринклерних зрошувачів, а також покажчиків шляхів евакуації;
- технічні характеристики СПС, щодо можливості визначення місця виникнення пожежі;
- використання імпульсних вентиляторів для припливно-витяжної вентиляції;
- інерційність спрацьовування спринклерних зрошувачів;
- результати розрахунків часу евакуації людей з поверхів паркінгу, а також значення часу настання втрати видимості.

Вентилятори димовидалення, імпульсні вентилятори та клапана димовидалення, встановлення яких передбачено проектом, сертифіковані в Україні і розраховані для застосування в системах протидимного захисту.

Імпульсні вентилятори системи протидимного захисту використовуються також для щоденної вентиляції паркінгу. Функція вентиляції при пожежі змінюється на функцію протидимного захисту.

Запуск системи в режимі загальнообмінної вентиляції для кожного протипожежного відсіку здійснюється автоматично по сигналу від «системи контролю загазованості». З центрального пристрою «системи контролю загазованості» в автоматичному режимі видається сигнал на ЦЩПЗ для запуску вентиляторів відповідної зони.

Література

1. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель»;
2. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
3. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення»;
4. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
5. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
6. ДБН В.2.3-15:2007 «Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів»;
7. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
8. Закон України “Про об’єкти підвищеної небезпеки” від 18.01.2001 р. № 2245-III;
9. ПКМУ від 21 вересня 2011 р. N 990
10. «Про внесення змін до Постанови Кабінету Міністрів від 11.07.2002 р. № 956 «Про ідентифікацію та декларування безпеки об’єктів підвищеної небезпеки»;
11. ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання»;
12. ДНАОП 0.00-1.20-98 «Правила безпеки систем газопостачання України»;
13. ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»;
14. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
15. Постанова Кабінету Міністрів України від 13.04.2011 р. N 461 «Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів»;

16. Правила улаштування електроустановок. вид. 3-тє, перероб. і доп. – 736 с.;
17. Закон України «Про охорону праці»;
18. НПАОП 0.00-4.26-96 «Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту»;
19. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – [Чинний від 2014-01-01] – К.: Мінрегіон України, 2014. – 55 с.
20. Б.І. Басок, С.М. Гончарук, В.П. Приємченко, М.П. Новіцька, О.М. Недбайло, М.В. Ткаченко Експериментальні дослідження теплового режиму приміщення при використанні опалювальних керамічних панелей. Кераміка: наука і життя. 2021. №3(52). С. 14 – 22. DOI: 10.26909/csl.3.2021.2.
21. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – [Чинний від 2014-01-01] – К.: Мінрегіон України, 2014. – 141 с.
22. EN 12831-1, Energy performance of buildings - Method for calculation of the design heat load - Part 1: Space heating load, 2017
23. ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011 Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-1. Тепловіддача системою опалення. – [Чинний з 2013-01-01] – К.: Мінрегіон України, 2013. – 64 с.

Додаток1. Розрахунок тепловтрат будинку

Розрахунок теплових втрат приміщень енергоефективного будинку через огороджуюі конструкції

Вихідні дані

Кліматичні дані

Температура всередині приміщення, °С	tвн := 20	°С
Температура зовнішнього повітря 1, °С	tнар1 := 8	°С
Температура зовнішнього повітря 2, °С	tнар2 := 5	°С
Температура зовнішнього повітря 3, °С	tнар3 := 0	°С
Температура зовнішнього повітря 4, °С	tнар4 := –5	°С
Температура зовнішнього повітря 5, °С	tнар5 := –10	°С
Температура зовнішнього повітря 6, °С	tнар6 := –15	°С
Температура зовнішнього повітря 7, °С	tнар7 := –20	°С
Температура зовнішнього повітря 8, °С	tнар8 := –22	°С
Температура зовнішнього повітря 9, °С	tнар9 := –25	°С
Температура зовнішнього повітря 10, °С	tнар10 := –30	°С
Середня температура грунту при <-10 °С повітря, °С	tгр1 := –1.5	°С
Температура грунту під підлогою підвалу, °С	tгр2 := 8	°С

Коефіцієнти тепловіддачі внутрішнього повітря та зовнішньої поверхні огороджуючої конструкції, а також коефіцієнт теплопередачі через вікна

Від внутрішнього повітря до поверхні огороджуючої конструкції	α1 := 8.7	Вт/м^2·°С
Від зовнішньої поверхні огороджуючої конструкції до повітря	α2 := 23	Вт/м^2·°С
Коефіцієнт теплопередачі через вікна	Кок := 0.26	Вт/м^2·°С

Коефіцієнт теплопередачі через дах

Товщина внутрішньої обшивки, м	δ1кр := 0.02	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	λ1кр := 0.14	Вт/м·°С
Товщина покрівлі, м	δ4кр := 0.001	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	λ4кр := 60	Вт/м·°С

$$Kкр := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1кр}{\lambda 1кр} + \frac{\delta 4кр}{\lambda 4кр} + \frac{1}{\alpha 2}} = 3.319 \quad Вт/м^{2\cdot 0}C$$

Розрахунок теплових втрат через огороджуючі конструкції приміщень

Цокольний поверх

Характеристики стін

Товщина стін, м	$\delta 10 := 0.4$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 10 := 0.21$	Вт/м·^{0}C
Товщина шару теплової ізоляції (в грунті), м	$\delta 20 := 0.4$	м
Коефіцієнт теплопровідності ізоляції, Вт/м·^{0}C	$\lambda 20 := 0.04$	Вт/м·^{0}C
Товщина шару теплової ізоляції (на поверхні), м	$\delta 30 := 0.3$	м
Коефіцієнт теплопровідності ізоляції, Вт/м·^{0}C	$\lambda 30 := 0.04$	Вт/м·^{0}C

Характеристики підлоги

Товщина першого шару стяжки, м	$\delta 1п := 0.05$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 1п := 0.47$	Вт/м·^{0}C
Товщина фінішного шару стяжки, м	$\delta 3п := 0.06$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 3п := 0.47$	Вт/м·^{0}C

Цокольний поверх, північно-західне примішення

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Кількість вікон, шт.	$nок0NW := 2$	штук
Ширина вікна, м	$bок0NW := 0.93$	м
Висота вікна, м	$hок0NW := 0.7$	м
Висота приміщення, м	$H0 := 3.0$	м
Ширина північної стіни, м	$Bп0NW := 3.2$	м
Ширина західної стіни, м	$Bw0NW := 6.12$	м
Глибина занурення в грунт, м	$h0 := 2.1$	м

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі
огороджуючих конструкцій

$Fок0NW := bок0NW \cdot hок0NW \cdot nок0NW$ $F1пст0NW := h0 \cdot Bп0NW$

$F2пст0NW := (H0 - h0) \cdot Bп0NW$ $F1wст0NW := h0 \cdot Bw0NW$

$F2wст0NW := (H0 - h0) \cdot Bw0NW - Fок0NW$ $Fпол0NW := Bп0NW \cdot Bw0NW$

$F1ст0 := F1пст0NW + F1wст0NW$ $F2ст0 := F2пст0NW + F2wст0NW$

$$K1ст0 := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 10}{\lambda 10} + \frac{\delta 20}{\lambda 20} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.083 \quad Вт/м^{2.0}C$$

$$K2ст0 := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 10}{\lambda 10} + \frac{\delta 30}{\lambda 30} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.105 \quad Вт/м^{2.0}C$$

$$Kпол := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1п}{\lambda 1п} + \frac{\delta 3п}{\lambda 3п}} = 2.865 \quad Вт/м^{2.0}C$$

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$Q1NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp2) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар1) = 705.827$ Вт

$Q2NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp2) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар2) = 709.066$ Вт

$Q3NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp2) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар3) = 714.463$ Вт

$Q4NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp2) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар4) = 719.861$ Вт

$Q5NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp2) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар5) = 725.258$ Вт

$Q6NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp1) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар6) = 746.069$ Вт

$Q7NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp1) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар7) = 751.466$ Вт

$Q8NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp1) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар8) = 753.625$ Вт

$Q9NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp1) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар9) = 756.864$ Вт

$Q10NW0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - trp1) + Kпол \cdot Fпол0NW \cdot (tвн - trp2) \ldots + (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар10) = 762.261$ Вт

Цокольний поверх, північно-східне приміщення

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

Q1NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр2) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 705.827 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар1)

Q2NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр2) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 709.066 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар2)

Q3NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр2) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 714.463 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар3)

Q4NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр2) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 719.861 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар4)

Q5NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр2) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 725.258 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар5)

Q6NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр1) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 746.069 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар6)

Q7NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр1) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 751.466 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар7)

Q8NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр1) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 753.625 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар8)

Q9NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр1) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 756.864 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар9)

Q10NE0 := K1ст0·F1ст0·(tвн – tгр1) + Кпол·Fпол0NW·(tвн – tгр2) ... = 762.261 Вт
+ (K2ст0·F2ст0 + Кок·Fок0NW)·(tвн – tнар10)

Цокольний поверх, південне приміщення

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Ширина західної та східної стін, м B1we0S := 2.8 м

Ширина південної стіни, м B1s0S := 6.8 м

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі огороджуючих конструкцій

F2scr0S := (H0 – h0)·B1s0S F2wecr0S := (H0 – h0)·B1we0S – Fок0NW

F1wecr0S := 2h0·B1we0S Fпол0S := B1we0S·B1s0S F1scr0S := h0·B1s0S

F1scr0 := F1scr0S + F1wecr0S F2scr0 := F2scr0S + F2wecr0S

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$Q1S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр2) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 693.872$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар1)$

$Q2S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр2) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 697.19$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар2)$

$Q3S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр2) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 702.719$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар3)$

$Q4S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр2) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 708.248$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар4)$

$Q5S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр2) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 713.777$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар5)$

$Q6S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр1) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 739.813$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар6)$

$Q7S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр1) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 745.343$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар7)$

$Q8S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр1) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 747.554$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар8)$

$Q9S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр1) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 750.872$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар9)$

$Q10S0 := K1ст0 \cdot F1ст0 \cdot (tвн - tгр1) + Kпол \cdot Fпол0S \cdot (tвн - tгр2) \ldots = 756.401$ Вт
$+ (K2ст0 \cdot F2ст0 + Kок \cdot Fок0NW) \cdot (tвн - tнар10)$

Сумарні теплові втрати через огороджуючі конструкції цокольного поверху

$Q100 := Q1NW0 + Q1NE0 + Q1S0 = 2.106 \times 10^3$ Вт

$Q20 := Q2NW0 + Q2NE0 + Q2S0 = 2.115 \times 10^3$ Вт

$Q30 := Q3NW0 + Q3NE0 + Q3S0 = 2.132 \times 10^3$ Вт

$Q40 := Q4NW0 + Q4NE0 + Q4S0 = 2.148 \times 10^3$ Вт

$Q50 := Q5NW0 + Q5NE0 + Q5S0 = 2.164 \times 10^3$ Вт

$Q60 := Q6NW0 + Q6NE0 + Q6S0 = 2.232 \times 10^3$ Вт

$Q70 := Q7NW0 + Q7NE0 + Q7S0 = 2.248 \times 10^3$ Вт

$Q80 := Q8NW0 + Q8NE0 + Q8S0 = 2.255 \times 10^3$ Вт

$Q90 := Q9NW0 + Q9NE0 + Q9S0 = 2.265 \times 10^3$ Вт

$Q1000 := Q10NW0 + Q10NE0 + Q10S0 = 2.281 \times 10^3$ Вт

І-й поверх північно-західне приміщення

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Кількість вікон, шт.	nок1NW := 2	штук
Ширина вікна, м	bок1NW := 1.0	м
Висота вікна, м	hок1NW := 1.5	м
Висота приміщення, м	H1NW := 2.9	м
Ширина північної стіни, м	Bп1NW := 3.2	м
Ширина західної стіни, м	Bw1NW := 6.15	м

Характеристики багатошарових стін

1. Північна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	δ1п1NW := 0.12	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	λ1п1NW := 0.35	Вт/м·^{0}C
Товщина прошарку з засипкою, м	δ2п1NW := 0.12	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}C	λ2п1NW := 0.12	Вт/м·^{0}C
Товщина зовнішнього шару стіни, м	δ3п1NW := 0.12	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	λ3п1NW := 0.81	Вт/м·^{0}C

2. Західна стіна

Товщина стіни, м	δ1w1NW := 0.38	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	λ1w1NW := 0.14	Вт/м·^{0}C

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі огороджуючих конструкцій

$$Fок1NW := bок1NW \cdot hок1NW \cdot nок1NW \qquad Fпст1NW := H1NW \cdot Bп1NW$$

$$Fwст1NW := H1NW \cdot Bw1NW - Fок1NW$$

$$Kп1NW := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1п1NW}{\lambda 1п1NW} + \frac{\delta 2п1NW}{\lambda 2п1NW} + \frac{\delta 3п1NW}{\lambda 3п1NW} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.606 \quad Вт/м^{2\cdot 0}C$$

$$Kw1NW := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1w1NW}{\lambda 1w1NW} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.348 \quad Вт/м^{2\cdot 0}C$$

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$Q1NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар1) = 138.844$ Вт

$Q2NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар2) = 173.555$ Вт

$Q3NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар3) = 231.406$ Вт

$Q4NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар4) = 289.258$ Вт

$Q5NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар5) = 347.11$ Вт

$Q6NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар6) = 404.961$ Вт

$Q7NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар7) = 462.813$ Вт

$Q8NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар8) = 485.953$ Вт

$Q9NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар9) = 520.664$ Вт

$Q10NW1 := (Kn1NW \cdot Fnct1NW + Kw1NW \cdot Fwct1NW + Kok \cdot Fok1NW) \cdot (tвн - tнар10) = 578.516$ Вт

I-й поверх північно-східне примішення

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Кількість вікон, шт.	$nok1NE := 2$	штук
Ширина вікна, м	$bok1NE := 1.2$	м
Висота вікна, м	$hok1NE := 1.55$	м
Висота приміщення, м	$H1NE := 2.9$	м
Ширина північної стіни, м	$Bn1NE := 3.2$	м
Ширина східної стіни, м	$Be1NE := 6.15$	м

Характеристики багатошарових стін

1. Північна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	$\delta 1n1NE := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	$\lambda 1n1NE := 0.35$	Вт/м·°С
Товщина прошарку з засипкою, м	$\delta 2n1NE := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·°С	$\lambda 2n1NE := 0.04$	Вт/м·°С
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3n1NE := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	$\lambda 3n1NE := 0.81$	Вт/м·°С

2. Східна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	$\delta 1e1NE := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	$\lambda 1e1NE := 0.35$	Вт/м·°С
Товщина прошарку з засипкою, м	$\delta 2e1NE := 0.07$	м

Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}C	$\lambda 2e1NE := 0.04$	Вт/м·^{0}C
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3e1NE := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 3e1NE := 0.41$	Вт/м·^{0}C

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі огороджуючих конструкцій

$Fok1NE := bok1NE \cdot hok1NE \cdot nok1NE \quad Fct1NE := H1NE \cdot Bn1NE$

$Fect1NE := H1NE \cdot Be1NE - Fok1NE$

$$Kn1NE := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1n1NE}{\lambda 1n1NE} + \frac{\delta 2n1NE}{\lambda 2n1NE} + \frac{\delta 3n1NE}{\lambda 3n1NE} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.274 \quad Вт/м^{2.0}C$$

$$Ke1NE := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1e1NE}{\lambda 1e1NE} + \frac{\delta 2e1NE}{\lambda 2e1NE} + \frac{\delta 3e1NE}{\lambda 3e1NE} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.365 \quad Вт/м^{2.0}C$$

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$Q1NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар1) = 103.959$ Вт

$Q2NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар2) = 129.949$ Вт

$Q3NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар3) = 173.265$ Вт

$Q4NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар4) = 216.581$ Вт

$Q5NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар5) = 259.898$ Вт

$Q6NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар6) = 303.214$ Вт

$Q7NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар7) = 346.53$ Вт

$Q8NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар8) = 363.857$ Вт

$Q9NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар9) = 389.846$ Вт

$Q10NE1 := (Kn1NE \cdot Fct1NE + Ke1NE \cdot Fect1NE + Kok \cdot Fok1NE) \cdot (tвн - tнар10) = 433.163$ Вт

І-й поверх піденне приміщення

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Кількість вікон, шт.	$nok1S := 3$	штук
Ширина 1-го вікна, м	$b1ok1S := 0.76$	м
Висота 1-го вікна, м	$h1ok1S := 1.5$	м
Ширина 2-го вікна, м	$b2ok1S := 0.7$	м
Висота 2-го вікна, м	$h2ok1S := 1.5$	м

Ширина 3-го вікна, м	b3ок1S := 0.5	м
Висота 3-го вікна, м	h3ок1S := 0.46	м
Ширина двері, м	bдв := 0.98	м
Висота двері, м	hдв := 2.06	м
Коефіцієнт теплопередачі через двері	Кдв := 0.24	Вт/м$^{2.0}$С
Висота приміщення, м	H1S := 2.9	м
Ширина західної стіни, м	Bw1S := 2.8	м
Ширина південної стіни, м	Bs1S := 6.8	м
Ширина східної стіни, м	Be1S := 2.8	м

Характеристики багатошарових стін

1. Західна стіна

Товщина стіни, м	δ1w1S := 0.38	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	λ1w1S := 0.14	Вт/м·^{0}С

2. Південна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	δ1s1S := 0.2	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	λ1s1S := 0.23	Вт/м·^{0}С
Товщина прошарку з засипкою, м	δ2s1S := 0.07	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}С	λ2s1S := 0.04	Вт/м·^{0}С
Товщина зовнішнього шару стіни, м	δ3s1S := 0.2	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	λ3s1S := 0.65	Вт/м·^{0}С

3. Східна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	δ1e1S := 0.12	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	λ1e1S := 0.35	Вт/м·^{0}С
Товщина прошарку з засипкою, м	δ2e1S := 0.07	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}С	λ2e1S := 0.04	Вт/м·^{0}С
Товщина зовнішнього шару стіни, м	δ3e1S := 0.2	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	λ3e1S := 0.41	Вт/м·^{0}С

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі
огороджуючих конструкцій

$F_{wok1S} := b_{1ok1S} \cdot h_{1ok1S} + b_{3ok1S} \cdot h_{3ok1S}$ $F_{eok1S} := b_{2ok1S} \cdot h_{2ok1S}$ $F_{дв} := b_{дв} \cdot h_{дв}$

$F_{ok1S} := F_{wok1S} + F_{eok1S}$ $F_{wcr1S} := B_{w1S} \cdot H_{1S} - F_{wok1S}$ $F_{scr1S} := B_{s1S} \cdot H_{1S}$

$F_{ecr1S} := B_{e1S} \cdot H_{1S} - F_{eok1S} - F_{дв}$

$$K_{s1S} := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1s1S}{\lambda 1s1S} + \frac{\delta 2s1S}{\lambda 2s1S} + \frac{\delta 3s1S}{\lambda 3s1S} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.324 \quad Вт/м^{2.0}C$$

$$K_{e1S} := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1e1S}{\lambda 1e1S} + \frac{\delta 2e1S}{\lambda 2e1S} + \frac{\delta 3e1S}{\lambda 3e1S} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.365 \quad Вт/м^{2.0}C$$

$$K_{w1S} := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1w1S}{\lambda 1w1S} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.348 \quad Вт/м^{2.0}C$$

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$Q_{1S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар1}) = 140.38$ Вт

$Q_{2S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар2}) = 175.475$ Вт

$Q_{3S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар3}) = 233.967$ Вт

$Q_{4S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар4}) = 292.459$ Вт

$Q_{5S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар5}) = 350.95$ Вт

$Q_{6S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар6}) = 409.442$ Вт

$Q_{7S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар7}) = 467.934$ Вт

$Q_{8S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар8}) = 491.331$ Вт

$Q_{9S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар9}) = 526.426$ Вт

$Q_{10S1} := \left(K_{w1S} \cdot F_{wcr1S} + K_{s1S} \cdot F_{scr1S} + K_{e1S} \cdot F_{ecr1S} \ldots + F_{дв} \cdot K_{дв} + K_{ok} \cdot F_{ok1S}\right) \cdot (t_{вн} - t_{нар10}) = 584.917$ Вт

Сумарні теплові втрати через огороджуючі конструкції І-го поверху

$Q11 := Q1NW1 + Q1NE1 + Q1S1 = 383.183$ Вт

$Q21 := Q2NW1 + Q2NE1 + Q2S1 = 478.979$ Вт

$Q31 := Q3NW1 + Q3NE1 + Q3S1 = 638.638$ Вт

$Q41 := Q4NW1 + Q4NE1 + Q4S1 = 798.298$ Вт

$Q51 := Q5NW1 + Q5NE1 + Q5S1 = 957.958$ Вт

$Q61 := Q6NW1 + Q6NE1 + Q6S1 = 1.118 \times 10^3$ Вт

$Q71 := Q7NW1 + Q7NE1 + Q7S1 = 1.277 \times 10^3$ Вт

$Q81 := Q8NW1 + Q8NE1 + Q8S1 = 1.341 \times 10^3$ Вт

$Q91 := Q9NW1 + Q9NE1 + Q9S1 = 1.437 \times 10^3$ Вт

$Q101 := Q10NW1 + Q10NE1 + Q10S1 = 1.597 \times 10^3$ Вт

ІІ-й поверх західне примішення

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Кількість вікон, шт.	$nok2W := 2$	штук
Ширина вікна, м	$bok2W := 1.3$	м
Висота вікна, м	$hok2W := 1.53$	м
Висота західної та північної стін, м	$Hnw2W := 2.8$	м
Висота південної стіни, м	$Hs2W := 2.13$	м
Ширина північної стіни, м	$Bn2W := 3.3$	м
Ширина західної стіни, м	$Bw2W := 9.26$	м
Ширина південної стіни, м	$Bs2W := 3.35$	м
Ширина поверхні даху, що під кутом, м	$Bkp2W := 1.55$	м
Величина горизонтального катета частини даху, м	$Bгоркр2W := 1.3$	м
Величина вертикального катета частини даху, м	$Bверткр2W := 0.84$	м

Характеристики багатошарових стін

1. Північна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	$\delta 1n2W := 0.24$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$\lambda 1n2W := 0.14$	Вт/м·^{0}С

Товщина прошарку з засипкою, м	$\delta 2n2W := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}C	$\lambda 2n2W := 0.12$	Вт/м·^{0}C
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3n2W := 0.1$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 3n2W := 0.21$	Вт/м·^{0}C

2. Західна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	$\delta 1w2W := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 1w2W := 0.35$	Вт/м·^{0}C
Товщина прошарку з засипкою, м	$\delta 2w2W := 0.07$	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}C	$\lambda 2w2W := 0.04$	Вт/м·^{0}C
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3w2W := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 3w2W := 0.21$	Вт/м·^{0}C

3. Південна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	$\delta 1s2W := 0.15$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 1s2W := 0.18$	Вт/м·^{0}C
Толщина утеплювача, м	$\delta 2s2W := 0.1$	м
Коефіцієнт теплопровідності утеплювача, Вт/м·^{0}C	$\lambda 2s2W := 0.045$	Вт/м·^{0}C
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3s2W := 0.1$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 3s2W := 0.21$	Вт/м·^{0}C

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі огороджуючих конструкцій

$$Fок2W := bок2W \cdot hок2W \cdot nок2W \qquad Fскр2W := \frac{Bгоркр2W \cdot Bверткр2W}{2}$$

$$Fпст2W := Bп2W \cdot Hпw2W \qquad Fwст2W := Bw2W \cdot Hпw2W - Fок2W - Fскр2W$$

$$Fсст2W := Bs2W \cdot Hs2W \qquad Fкосст2W := Bко2W \cdot Bs2W$$

$$Kп2W := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1n2W}{\lambda 1n2W} + \frac{\delta 2n2W}{\lambda 2n2W} + \frac{\delta 3n2W}{\lambda 3n2W} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.299 \quad \text{Вт/м}^{2\cdot 0}\text{C}$$

$$Kw2W := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1w2W}{\lambda 1w2W} + \frac{\delta 2w2W}{\lambda 2w2W} + \frac{\delta 3w2W}{\lambda 3w2W} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.312 \quad \text{Вт/м}^{2\cdot 0}\text{C}$$

$$Ks2W := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1s2W}{\lambda 1s2W} + \frac{\delta 2s2W}{\lambda 2s2W} + \frac{\delta 3s2W}{\lambda 3s2W} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.271 \quad \text{Вт/м}^{2\cdot 0}\text{C}$$

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$$Q1W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар1) = 355.705 \quad Вт$$

$$Q2W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар2) = 444.632 \quad Вт$$

$$Q3W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар3) = 592.842 \quad Вт$$

$$Q4W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар4) = 741.053 \quad Вт$$

$$Q5W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар5) = 889.264 \quad Вт$$

$$Q6W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар6) = 1.037 \times 10^{3} \quad Вт$$

$$Q7W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар7) = 1.186 \times 10^{3} \quad Вт$$

$$Q8W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар8) = 1.245 \times 10^{3} \quad Вт$$

$$Q9W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар9) = 1.334 \times 10^{3} \quad Вт$$

$$Q10W2 := \left(\begin{matrix} Kn2W \cdot Fnct2W + Kw2W \cdot Fwct2W + Ks2W \cdot Fsct2W \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрct2W + Kок \cdot Fок2W \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар10) = 1.482 \times 10^{3} \quad Вт$$

II-й поверх східне приміщення

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Кількість вікон, шт.	nок2E := 2	штук
Ширина вікна, м	bок2E := 1.2	м
Висота вікна, м	hок2E := 1.54	м
Висота східної та північної стін, м	Hпе2E := 2.8	м
Висота південної стіни, м	Hs2E := 2.13	м
Ширина північної стіни, м	Bп2E := 3.26	м
Ширина східної стіни, м	Be2E := 9.26	м
Ширина південної стіни, м	Bs2E := 3.31	м
Ширина поверхні даху, що під кутом, м	Bкр2E := 1.55	м
Величина горизонтального катета частини даху, м	Bгоркр2E := 1.3	м
Величина вертикального катета частини даху, м	Bверткр2E := 0.84	м

Характеристики багатошарових стін

1. Північна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	$\delta 1n2E := 0.24$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	$\lambda 1n2E := 0.14$	Вт/м·°С
Товщина прошарку з засипкою, м	$\delta 2n2E := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·°С	$\lambda 2n2E := 0.04$	Вт/м·°С
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3n2E := 0.1$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	$\lambda 3n2E := 0.21$	Вт/м·°С

2. Східна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	$\delta 1e2E := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	$\lambda 1e2E := 0.35$	Вт/м·°С
Товщина прошарку з засипкою, м	$\delta 2e2E := 0.07$	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·°С	$\lambda 2e2E := 0.04$	Вт/м·°С
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3e2E := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	$\lambda 3e2E := 0.21$	Вт/м·°С

3. Південна стіна

Товщина внутрішнього шару стіни, м	$\delta 1s2E := 0.15$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	$\lambda 1s2E := 0.18$	Вт/м·°С
Толщина утеплювача, м	$\delta 2s2E := 0.1$	м
Коефіцієнт теплопровідності утеплювача, Вт/м·°С	$\lambda 2s2E := 0.045$	Вт/м·°С
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3s2E := 0.1$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	$\lambda 3s2E := 0.21$	Вт/м·°С

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі огороджуючих конструкцій

$Fок2E := bок2E \cdot hок2E \cdot nок2E$ $\quad Fскр2E := \frac{Вгоркр2E \cdot Вверткр2E}{2}$

$Fпст2E := Вп2E \cdot Hпе2E$ $\quad Fест2E := Ве2E \cdot Hпе2E - Fок2E - Fскр2E$

$Fсст2E := Вs2E \cdot Hs2E$ $\quad Fкрст2E := Вкр2E \cdot Bs2E$

$$Кп2E := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1n2E}{\lambda 1n2E} + \frac{\delta 2n2E}{\lambda 2n2E} + \frac{\delta 3n2E}{\lambda 3n2E} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.187 \quad Вт/м^{2 \cdot °}С$$

$$Ke2E := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1e2E}{\lambda 1e2E} + \frac{\delta 2e2E}{\lambda 2e2E} + \frac{\delta 3e2E}{\lambda 3e2E} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.312 \quad Вт/м^{2\cdot}{}^{0}C$$

$$Ks2E := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1s2E}{\lambda 1s2E} + \frac{\delta 2s2E}{\lambda 2s2E} + \frac{\delta 3s2E}{\lambda 3s2E} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.271 \quad Вт/м^{2\cdot}{}^{0}C$$

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$$Q1E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар1) = 340.504 \quad Вт$$

$$Q2E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар2) = 425.63 \quad Вт$$

$$Q3E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар3) = 567.507 \quad Вт$$

$$Q4E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар4) = 709.384 \quad Вт$$

$$Q5E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар5) = 851.261 \quad Вт$$

$$Q6E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар6) = 993.138 \quad Вт$$

$$Q7E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар7) = 1.135 \times 10^{3} \quad Вт$$

$$Q8E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар8) = 1.192 \times 10^{3} \quad Вт$$

$$Q9E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар9) = 1.277 \times 10^{3} \quad Вт$$

$$Q10E2 := \left(\begin{matrix} Kп2E \cdot Fпст2E + Ke2E \cdot Fест2E + Ks2E \cdot Fст2E \ldots \\ + Kкр \cdot Fкрст2E + Kок \cdot Fок2E \end{matrix}\right) \cdot (tвн - tнар10) = 1.419 \times 10^{3} \quad Вт$$

Сумарні теплові втрати через огороджуючі конструкції II-го поверху

$Q12 := Q1W2 + Q1E2 = 696.21$	Вт	$Q62 := Q6W2 + Q6E2 = 2.031 \times 10^3$	Вт
$Q22 := Q2W2 + Q2E2 = 870.262$	Вт	$Q72 := Q7W2 + Q7E2 = 2.321 \times 10^3$	Вт
$Q32 := Q3W2 + Q3E2 = 1.16 \times 10^3$	Вт	$Q82 := Q8W2 + Q8E2 = 2.437 \times 10^3$	Вт
$Q42 := Q4W2 + Q4E2 = 1.45 \times 10^3$	Вт	$Q92 := Q9W2 + Q9E2 = 2.611 \times 10^3$	Вт
$Q52 := Q5W2 + Q5E2 = 1.741 \times 10^3$	Вт	$Q102 := Q10W2 + Q10E2 = 2.901 \times 10^3$	Вт

ІІІ-й поверх західне приміщення

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Кількість вікон, шт.	$nок3W := 1$	штук
Ширина вікна, м	$bок3W := 1.4$	м
Висота вікна, м	$hок3W := 1.54$	м
Висота західної та північної стін, м	$Hпw3W := 2.95$	м
Ширина північної стіни, м	$Bп3W := 3.25$	м
Ширина західної стіни, м	$Bw3W := 4.03$	м
Ширина поверхні даху, що під кутом, м	$B1кр3W := 1.07$	м
Величина горизонтального катета частини даху, м	$B1горкр3W := 0.9$	м
Величина вертикального катета частини даху, м	$H1верткр3W := 0.59$	м
Менша висота монтажної вставки, м	$Hвст3W := 1.61$	м
Ширина поверхні вставки, що під кутом, м	$B1вст3W := 1.37$	м
Величина горизонтального катета вставки, м	$Bгорвст3W := 1.15$	м
Величина вертикального катета вставки, м	$Bвертвст3W := 0.75$	м
Ширина поверхні даху, що під кутом, м	$Bкр3W := 2.95$	м
Величина горизонтального катета частини даху, м	$Bгоркр3W := 2.47$	м

Характеристики багатошарових стін

1. Північна стіна

Товщина внутрішнього шару 1-ї частини стіни, м	$δ11п3W := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$λ11п3W := 0.35$	Вт/м·^{0}С
Товщина внутрішнього шару 2-ї частини стіни, м	$δ12п3W := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$λ12п3W := 0.23$	Вт/м·^{0}С

Товщина прошарку з засипкою, м	$\delta 2n3W := 0.07$	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}C	$\lambda 2n3W := 0.04$	Вт/м·^{0}C
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3n3W := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 3n3W := 0.65$	Вт/м·^{0}C

2. Західна стіна

Товщина внутрішнього шару 1-ї частини стіни, м	$\delta 11w3W := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 11w3W := 0.65$	Вт/м·^{0}C
Товщина внутрішнього шару 2-ї частини стіни, м	$\delta 12w3W := 0.12$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 12w3W := 0.35$	Вт/м·^{0}C
Товщина прошарку з засипкою, м	$\delta 2w3W := 0.07$	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}C	$\lambda 2w3W := 0.04$	Вт/м·^{0}C
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3w3W := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 3w3W := 0.21$	Вт/м·^{0}C

3. Монтажна вставка

Товщина вставки, м	$\delta 13w3W := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}C	$\lambda 13w3W := 0.04$	Вт/м·^{0}C

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі огороджуючих конструкцій

$Fок3W := bок3W \cdot hок3W \quad Fст3W := Bп3W \cdot Hпw3W \quad Fучкр3W := \frac{B1горкр3W \cdot H1верткр3W}{2}$

$Fwст3W := Bw3W \cdot Hпw3W - Fок3W - Fучкр3W$

$Fвст3W := Bгорвст3W \cdot Hвст3W + \frac{Bгорвст3W \cdot Bвертвст3W}{2} \quad Fскр3W := \frac{Bгоркр3W \cdot Hвст3W}{2}$

$Fкр3W := Bп3W \cdot (B1кр3W + B1вст3W + Bкр3W)$

$$K1n3W := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 11n3W}{\lambda 11n3W} + \frac{\delta 2n3W}{\lambda 2n3W} + \frac{\delta 3n3W}{\lambda 3n3W} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.391 \quad \text{Вт/м}^{2\cdot 0}\text{C}$$

$$K2n3W := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 12n3W}{\lambda 12n3W} + \frac{\delta 2n3W}{\lambda 2n3W} + \frac{\delta 3n3W}{\lambda 3n3W} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.324 \quad \text{Вт/м}^{2\cdot 0}\text{C}$$

$$K1w3W := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 11w3W}{\lambda 11w3W} + \frac{\delta 2w3W}{\lambda 2w3W} + \frac{\delta 3w3W}{\lambda 3w3W} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.316 \quad \text{Вт/м}^{2\cdot 0}\text{C}$$

$$K2w3W := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 13w3W}{\lambda 13w3W} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.194 \quad \text{Вт/м}^{2.0}\text{C}$$

$$K3w3W := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 12w3W}{\lambda 12w3W} + \frac{\delta 2w3W}{\lambda 2w3W} + \frac{\delta 3w3W}{\lambda 3w3W} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.312 \quad \text{Вт/м}^{2.0}\text{C}$$

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$$Q1W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар1)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

$$Q2W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар2)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

$$Q3W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар3)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

$$Q4W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар4)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

$$Q5W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар5)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

$$Q6W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар6)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

$$Q7W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар7)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

$$Q8W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар8)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

$$Q9W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар9)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

$$Q10W3 := \left(K1n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K2n3W \cdot \frac{Fист3W}{2} + K1w3W \cdot Fwст3W \ldots \right) \cdot (tвн - tнар10)$$
$$+ K2w3W \cdot Fвст3W + K3w3W \cdot Fскр3W + Kкр \cdot Fкр3W + Kок \cdot Fок3W$$

Q1W3 = 794.151	Вт	Q6W3 = 2.316×10^3	Вт
Q2W3 = 992.688	Вт	Q7W3 = 2.647×10^3	Вт
Q3W3 = 1.324×10^3	Вт	Q8W3 = 2.78×10^3	Вт
Q4W3 = 1.654×10^3	Вт	Q9W3 = 2.978×10^3	Вт
Q5W3 = 1.985×10^3	Вт	Q10W3 = 3.309×10^3	Вт

ІІІ-й поверх східне приміщення

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Кількість вікон, шт.	nок3E := 1	штук
Ширина вікна, м	bок3E := 1.2	м
Висота вікна, м	hок3E := 1.56	м
Висота східної та північної стін, м	Hпе3E := 2.95	м
Ширина північної стіни, м	Bп3E := 3.25	м
Ширина східної стіни, м	Be3E := 4.03	м
Ширина поверхні даху, що під кутом, м	B1кр3E := 1.07	м
Величина горизонтального катета частини даху, м	B1горкр3E := 0.9	м
Величина вертикального катета частини даху, м	H1верткр3E := 0.59	м
Менша висота монтажної вставки, м	Hвст3E := 1.48	м
Ширина поверхні вставки, що під кутом, м	B1вст3E := 1.62	м
Величина горизонтального катета вставки, м	Bгорвст3E := 1.36	м
Величина вертикального катета вставки, м	Bвертвст3E := 0.89	м
Ширина поверхні даху, що під кутом, м	Bкр3E := 2.7	м
Величина горизонтального катета частини даху, м	Bгоркр3E := 2.26	м

Характеристики багатошарових стін

1. Північна стіна

Товщина внутрішнього шару 1-ї частини стіни, м	δ11п3E := 0.2	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	λ11п3E := 0.41	Вт/м·°С
Товщина внутрішнього шару 2-ї частини стіни, м	δ12п3E := 0.2	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	λ12п3E := 0.23	Вт/м·°С
Товщина прошарку з засипкою, м	δ2п3E := 0.07	м

Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}С	$\lambda 2п3E := 0.04$	Вт/м·^{0}С
Товщина зовнішнього шару стіни, м	$\delta 3п3E := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$\lambda 3п3E := 0.23$	Вт/м·^{0}С

2. Східна стіна

Товщина внутрішнього шару 1-ї частини стіни, м	$\delta 11e3E := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$\lambda 11e3E := 0.21$	Вт/м·^{0}С
Товщина внутрішнього шару 2-ї частини стіни, м	$\delta 12e3E := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$\lambda 12e3E := 0.21$	Вт/м·^{0}С
Товщина прошарку з засипкою, м	$\delta 2e3E := 0.07$	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·^{0}С	$\lambda 2e3E := 0.04$	Вт/м·^{0}С
Товщина зовнішнього шару 1-ї частини стіни, м	$\delta 31e3E := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$\lambda 31e3E := 0.21$	Вт/м·^{0}С
Товщина зовнішнього шару 2-ї частини стіни, м	$\delta 32e3E := 0.2$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$\lambda 32e3E := 0.65$	Вт/м·^{0}С

3. Монтажна вставка

Товщина внутрішнього шару вставки, м	$\delta 1вст3E := 0.15$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$\lambda 1вст3E := 0.18$	Вт/м·^{0}С
Товщина утеплювача, м	$\delta 2вст3E := 0.1$	м
Коефіцієнт теплопровідності утеплювача, Вт/м·^{0}С	$\lambda 2вст3E := 0.045$	Вт/м·^{0}С
Товщина зовнішнього шару вставки, м	$\delta 3вст3E := 0.15$	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·^{0}С	$\lambda 3вст3E := 0.18$	Вт/м·^{0}С

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі огороджуючих конструкцій

$Fок3E := вок3E \cdot нок3E$ $Fст3E := Вп3E \cdot Нпе3E$ $Fучкр3E := \frac{B1горкр3E \cdot H1верткр3E}{2}$

$Fест3E := Ве3E \cdot Нпе3E - Fок3E - Fучкр3E$

$Fвст3E := Вгорвст3E \cdot Нвст3E + \frac{Вгорвст3E \cdot Ввертвст3E}{2}$ $Fскр3E := \frac{Вгоркр3E \cdot Нвст3E}{2}$

$Fкр3E := Вп3E \cdot (B1кр3E + B1вст3E + Вкр3E)$

$$K1п3E := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 11п3E}{\lambda 11п3E} + \frac{\delta 2п3E}{\lambda 2п3E} + \frac{\delta 3п3E}{\lambda 3п3E} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.306 \quad Вт/м^{2 \cdot 0}С$$

$$K2п3E := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 12п3E}{\lambda 12п3E} + \frac{\delta 2п3E}{\lambda 2п3E} + \frac{\delta 3п3E}{\lambda 3п3E} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.274 \quad Вт/м^{2\cdot 0}C$$

$$K1e3E := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 11e3E}{\lambda 11e3E} + \frac{\delta 2e3E}{\lambda 2e3E} + \frac{\delta 31e3E}{\lambda 31e3E} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.262 \quad Вт/м^{2\cdot 0}C$$

$$K2e3E := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1вст3E}{\lambda 1вст3E} + \frac{\delta 2вст3E}{\lambda 2вст3E} + \frac{\delta 3вст3E}{\lambda 3вст3E} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.247 \quad Вт/м^{2\cdot 0}C$$

$$K3e3E := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 12e3E}{\lambda 12e3E} + \frac{\delta 2e3E}{\lambda 2e3E} + \frac{\delta 32e3E}{\lambda 32e3E} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.316 \quad Вт/м^{2\cdot 0}C$$

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$$Q1E3 := \left(K1п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K2п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар1)$$

$$Q2E3 := \left(K1п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K2п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар2)$$

$$Q3E3 := \left(K1п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K2п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар3)$$

$$Q4E3 := \left(K1п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K2п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар4)$$

$$Q5E3 := \left(K1п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K2п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар5)$$

$$Q6E3 := \left(K1п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K2п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар6)$$

$$Q7E3 := \left(K1п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K2п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар7)$$

$$Q8E3 := \left(K1п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K2п3E \cdot \frac{Fст3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар8)$$

$$Q9E3 := \left(K1n3E \cdot \frac{Fист3E}{2} + K2n3E \cdot \frac{Fист3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар9)$$

$$Q10E3 := \left(K1n3E \cdot \frac{Fист3E}{2} + K2n3E \cdot \frac{Fист3E}{2} + K1e3E \cdot Fест3E \ldots + K2e3E \cdot Fвст3E + K3e3E \cdot Fскр3E + Kкр \cdot Fкр3E + Kок \cdot Fок3E \right) \cdot (tвн - tнар10)$$

Q1E3 = 781.697	Вт	Q6E3 = 2.28×10^3	Вт
Q2E3 = 977.122	Вт	Q7E3 = 2.606×10^3	Вт
Q3E3 = 1.303×10^3	Вт	Q8E3 = 2.736×10^3	Вт
Q4E3 = 1.629×10^3	Вт	Q9E3 = 2.931×10^3	Вт
Q5E3 = 1.954×10^3	Вт	Q10E3 = 3.257×10^3	Вт

Сумарні теплові втрати через огороджуючі конструкції III-го поверху

Q13 := Q1W3 + Q1E3 = 1.576×10^3	Вт	Q63 := Q6W3 + Q6E3 = 4.596×10^3	Вт
Q23 := Q2W3 + Q2E3 = 1.97×10^3	Вт	Q73 := Q7W3 + Q7E3 = 5.253×10^3	Вт
Q33 := Q3W3 + Q3E3 = 2.626×10^3	Вт	Q83 := Q8W3 + Q8E3 = 5.515×10^3	Вт
Q43 := Q4W3 + Q4E3 = 3.283×10^3	Вт	Q93 := Q9W3 + Q9E3 = 5.909×10^3	Вт
Q53 := Q5W3 + Q5E3 = 3.94×10^3	Вт	Q103 := Q10W3 + Q10E3 = 6.566×10^3	Вт

IV-й поверх

Геометричні характеристики огороджуючих конструкцій

Кількість вікон, шт.	nок4 := 1	штук
Ширина вікна, м	bок4 := 0.6	м
Висота вікна, м	hок4 := 0.95	м
Висота північної стіні, м	Hп4 := 1.64	м

Ширина північної стіни, м	Bn4 := 6.8	м
Ширина західної стіни, м	Bw4 := 2.51	м
Ширина східної стіни 1, м	B1e4 := 1.27	м
Ширина східної стіни 2, м	B2e4 := 1.2	м
Висота східних стін 1 и 2, м	He4 := 1.2	м
Ширина поверхні даху, що під кутом, м	B1кр4 := 3.07	м

Характеристики багатошарових стін

1. Північна та західна стіни

Товщина внутрішнього шару частини стін, м	δ1пw4 := 0.2	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	λ1пw4 := 0.65	Вт/м·°С
Товщина прошарку з засипкою, м	δ2пw4 := 0.07	м
Коефіцієнт теплопровідності засипки, Вт/м·°С	λ2пw4 := 0.04	Вт/м·°С
Товщина зовнішнього шару стін, м	δ3пw4 := 0.2	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	λ3пw4 := 0.21	Вт/м·°С

2. Східна стіна

Товщина стіни, м	δ1e4 := 0.2	м
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/м·°С	λ1e4 := 0.21	Вт/м·°С

Розрахунок геометрії та коефіцієнтів теплопередачі огороджуючих конструкцій

$Fок4 := bок3E \cdot hок3E \quad Fпст4 := Bn4 \cdot Hn4 \quad Fwст4 := \frac{Bw4 \cdot Hn4}{2} \quad Fест4 := (B1e4 + B2e4) \cdot He4$

$Fкр4 := B1кр4 \cdot Bn4 - Fок4$

$$Knw4 := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1пw4}{\lambda 1пw4} + \frac{\delta 2пw4}{\lambda 2пw4} + \frac{\delta 3пw4}{\lambda 3пw4} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.316 \quad Вт/м^{2\cdot}°С$$

$$Ke4 := \frac{1}{\frac{1}{\alpha 1} + \frac{\delta 1e4}{\lambda 1e4} + \frac{1}{\alpha 2}} = 0.9 \quad Вт/м^{2\cdot}°С$$

Теплові втрати, в залежності від температури зовнішнього повітря

$Q14 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар1) = 844.785$ Вт

$Q24 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар2) = 1.056 \times 10^3$ Вт

$Q34 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар3) = 1.408 \times 10^3$ Вт

$Q44 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар4) = 1.76 \times 10^3$ Вт

$Q54 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар5) = 2.112 \times 10^3$ Вт

$Q64 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар6) = 2.464 \times 10^3$ Вт

$Q74 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар7) = 2.816 \times 10^3$ Вт

$Q84 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар8) = 2.957 \times 10^3$ Вт

$Q94 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар9) = 3.168 \times 10^3$ Вт

$Q104 := [Kuw4 \cdot (Fuct4 + Fwct4) + Ke4 \cdot Fect4 + Kok \cdot Fok4 + Kkp \cdot Fkp4] \cdot (tвн - tнар10) = 3.52 \times 10^3$ Вт

Сумарні теплові втрати через огороджуючі конструкції енергоефективного будинку без ізоляції

$Q1 := Q100 + Q11 + Q12 + Q13 + Q14 = 5.606 \times 10^3$ Вт

$Q2 := Q20 + Q21 + Q22 + Q23 + Q24 = 6.49 \times 10^3$ Вт

$Q3 := Q30 + Q31 + Q32 + Q33 + Q34 = 7.965 \times 10^3$ Вт

$Q4 := Q40 + Q41 + Q42 + Q43 + Q44 = 9.44 \times 10^3$ Вт

$Q5 := Q50 + Q51 + Q52 + Q53 + Q54 = 1.091 \times 10^4$ Вт

$Q6 := Q60 + Q61 + Q62 + Q63 + Q64 = 1.244 \times 10^4$ Вт

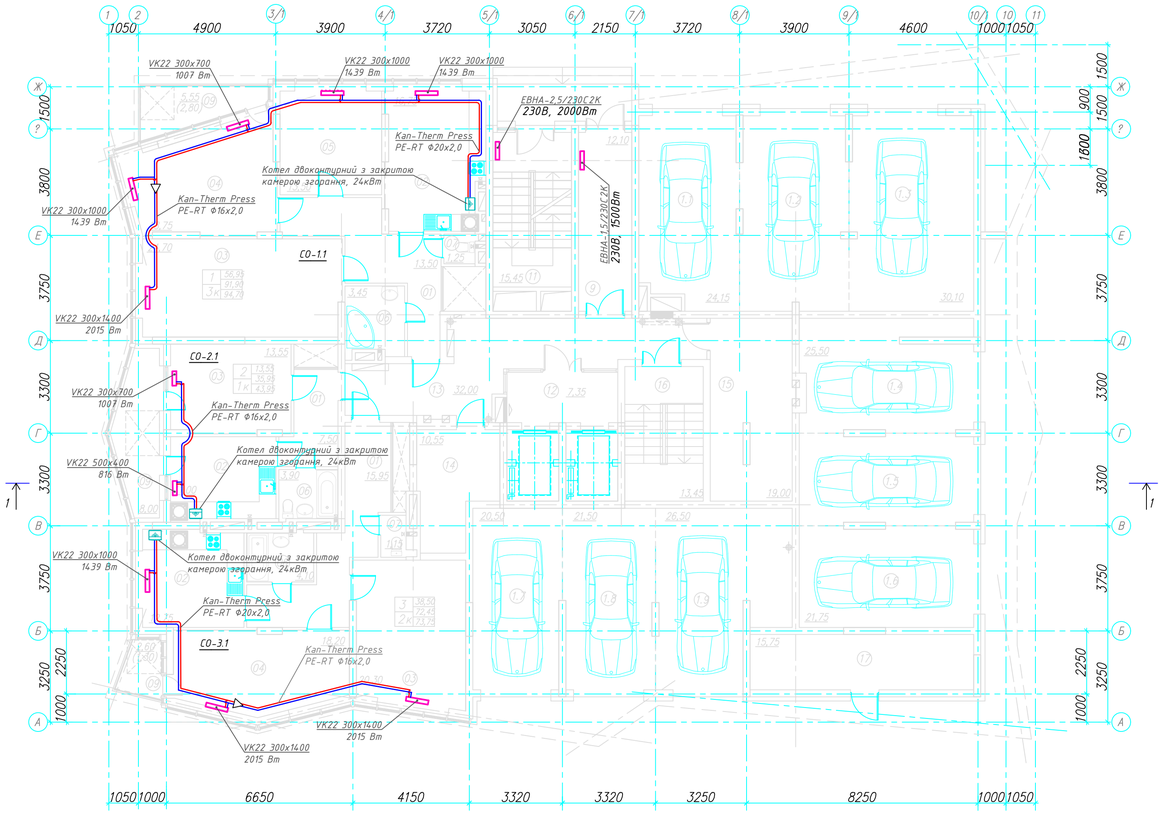
$Q7 := Q70 + Q71 + Q72 + Q73 + Q74 = 1.392 \times 10^4$ Вт

$Q8 := Q80 + Q81 + Q82 + Q83 + Q84 = 1.45 \times 10^4$ Вт

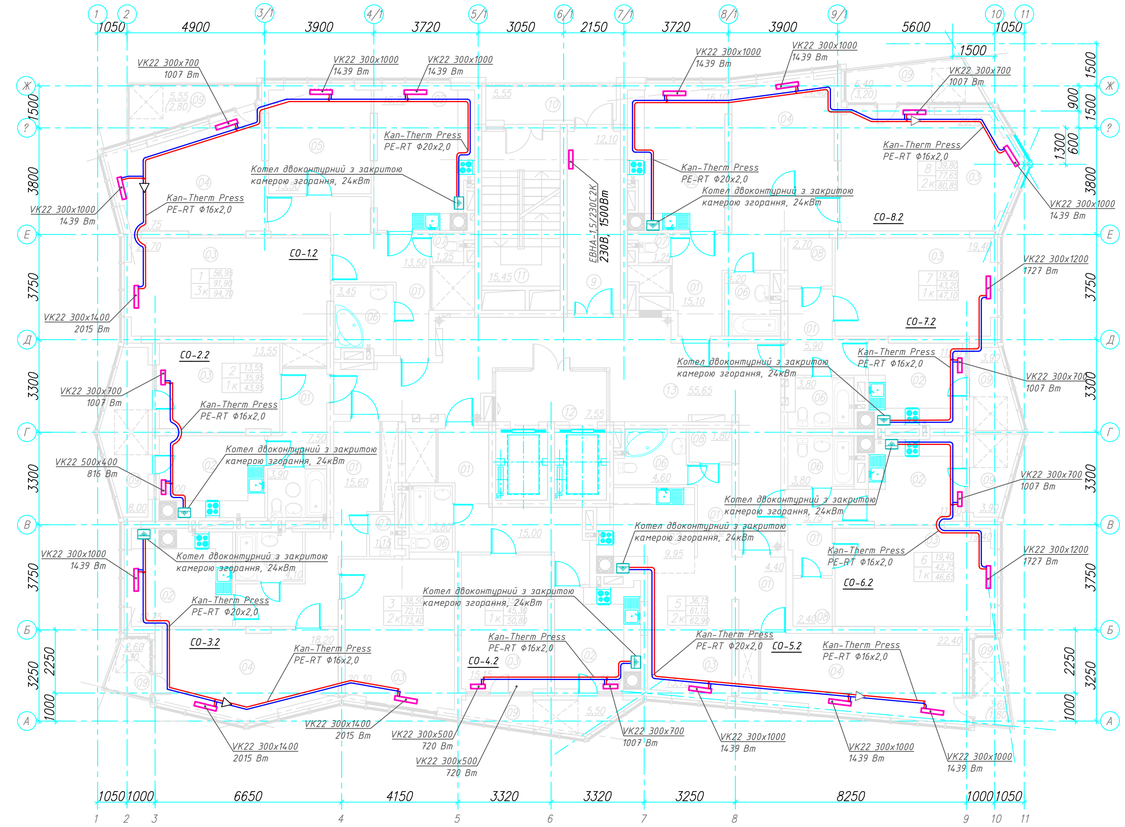
$Q9 := Q90 + Q91 + Q92 + Q93 + Q94 = 1.539 \times 10^4$ Вт

$Q10 := Q1000 + Q101 + Q102 + Q103 + Q104 = 1.686 \times 10^4$ Вт

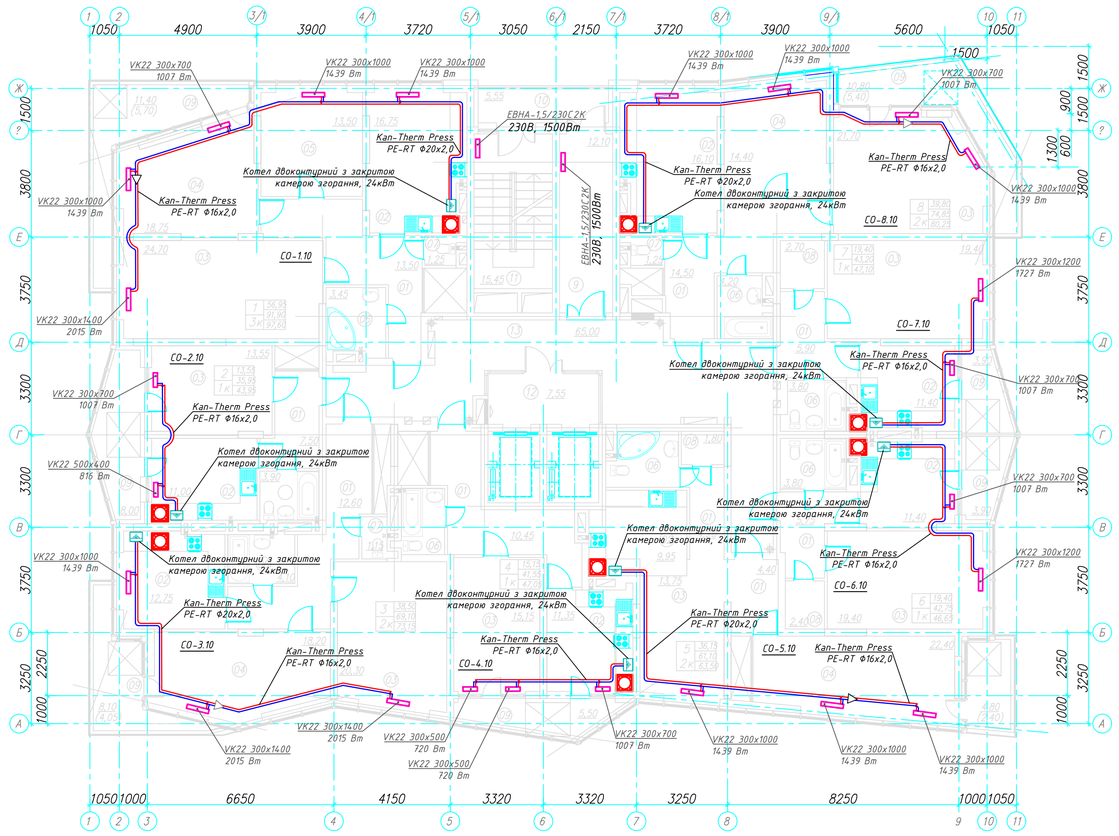
План 1-го поверхів.

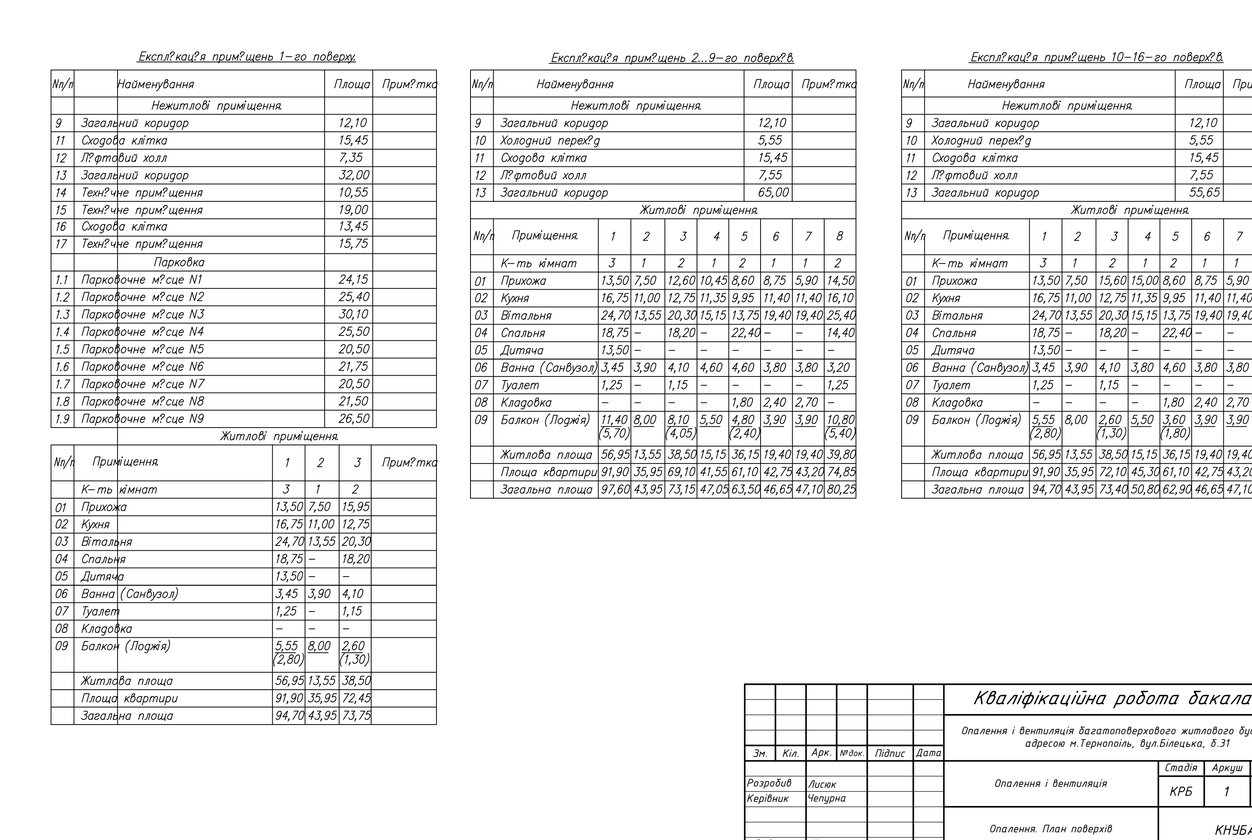


План 2 ... 9-го поверхів.



План 10 ... 16-го поверхів.





Експл?кац?йна прим?щень 1-го поверху

№п/п	Найменування	Площа	Прим?тка
	Нежитлові приміщення		
9	Загальний коридор	12,10	
11	Сходова клітка	15,45	
12	Л?фтовий холл	7,35	
13	Загальний коридор	32,00	
14	Техн?чне прим?щення	10,55	
15	Техн?чне прим?щення	19,00	
16	Сходова клітка	13,45	
17	Техн?чне прим?щення	15,75	
	Парковка		
1.1	Парковочне м?сце N1	24,15	
1.2	Парковочне м?сце N2	25,40	
1.3	Парковочне м?сце N3	30,10	
1.4	Парковочне м?сце N4	25,50	
1.5	Парковочне м?сце N5	20,50	
1.6	Парковочне м?сце N6	21,75	
1.7	Парковочне м?сце N7	20,50	
1.8	Парковочне м?сце N8	21,50	
1.9	Парковочне м?сце N9	26,50	

Житлові приміщення.

№п/п	Приміщення.	1	2	3	Прим?тка
	К-ть кімнат	3	1	2	
01	Прихожа	13,50	7,50	15,95	
02	Кухня	16,75	11,00	12,75	
03	Вітальня	24,70	13,55	20,30	
04	Спальня	18,75	–	18,20	
05	Дитяча	13,50	–	–	
06	Ванна (Санвузол)	3,45	3,90	4,10	
07	Туалет	1,25	–	1,15	
08	Кладовка	–	–	–	
09	Балкон (Лоджія)	5,55 (2,80)	8,00	2,60 (1,30)	
	Житлова площа	56,95	13,55	38,50	
	Площа квартири	91,90	35,95	72,45	
	Загальна площа	94,70	43,95	73,75	

Експл?кац?йна прим?щень 2...9-го поверх?в

№п/п	Найменування	Площа	Прим?тка
	Нежитлові приміщення.		
9	Загальний коридор	12,10	
10	Холодний перех?д	5,55	
11	Сходова клітка	15,45	
12	Л?фтовий холл	7,55	
13	Загальний коридор	65,00	

Житлові приміщення.

№п/п	Приміщення.	1	2	3	4	5	6	7	8
	К-ть кімнат	3	1	2	1	2	1	1	2
01	Прихожа	13,50	7,50	12,60	10,45	8,60	8,75	5,90	14,50
02	Кухня	16,75	11,00	12,75	11,35	9,95	11,40	11,40	16,10
03	Вітальня	24,70	13,55	20,30	15,15	13,75	19,40	19,40	25,40
04	Спальня	18,75	–	18,20	–	22,40	–	–	14,40
05	Дитяча	13,50	–	–	–	–	–	–	–
06	Ванна (Санвузол)	3,45	3,90	4,10	4,60	4,60	3,80	3,80	3,20
07	Туалет	1,25	–	1,15	–	–	–	–	1,25
08	Кладовка	–	–	–	–	1,80	2,40	2,70	–
09	Балкон (Лоджія)	11,40 (5,70)	8,00	8,10 (4,05)	5,50	4,80 (2,40)	3,90	3,90	10,80 (5,40)
	Житлова площа	56,95	13,55	38,50	15,15	36,15	19,40	19,40	39,80
	Площа квартири	91,90	35,95	69,10	41,55	61,10	42,75	43,20	74,85
	Загальна площа	97,60	43,95	73,15	47,05	63,50	46,65	47,10	80,25

Експл?кац?йна прим?щень 10–16–го поверх?в

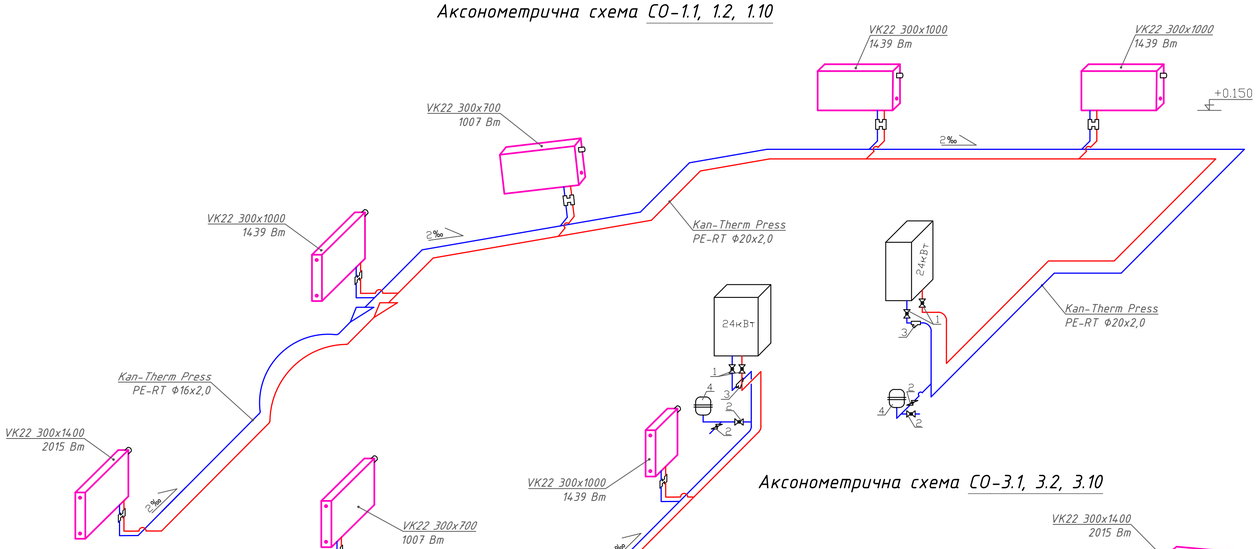
№п/п	Найменування	Площа	Прим?тка
	Нежитлові приміщення.		
9	Загальний коридор	12,10	
10	Холодний перех?д	5,55	
11	Сходова клітка	15,45	
12	Л?фтовий холл	7,55	
13	Загальний коридор	55,65	

Житлові приміщення.

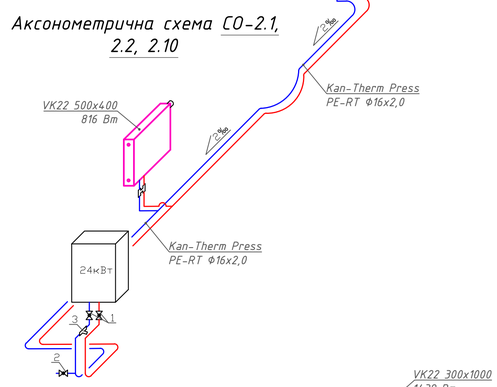
№п/п	Приміщення.	1	2	3	4	5	6	7	8
	К-ть кімнат	3	1	2	1	2	1	1	2
01	Прихожа	13,50	7,50	15,60	15,00	8,60	8,75	5,90	15,10
02	Кухня	16,75	11,00	12,75	11,35	9,95	11,40	11,40	16,10
03	Вітальня	24,70	13,55	20,30	15,15	13,75	19,40	19,40	25,40
04	Спальня	18,75	–	18,20	–	22,40	–	–	14,40
05	Дитяча	13,50	–	–	–	–	–	–	–
06	Ванна (Санвузол)	3,45	3,90	4,10	3,80	4,60	3,80	3,80	4,20
07	Туалет	1,25	–	1,15	–	–	–	–	1,25
08	Кладовка	–	–	–	–	1,80	2,40	2,70	–
09	Балкон (Лоджія)	5,55 (2,80)	8,00	2,60 (1,30)	5,50	3,60 (1,80)	3,90	3,90	6,40 (3,20)
	Житлова площа	56,95	13,55	38,50	15,15	36,15	19,40	19,40	39,80
	Площа квартири	91,90	35,95	72,10	45,30	61,10	42,75	43,20	76,45
	Загальна площа	94,70	43,95	73,40	50,80	62,90	46,65	47,10	79,65

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота бакалавра			
						Опалення і вентиляція багатоповерхового житлового будинку за адресою м.Тернопіль, вул.Білецька, б.31			
Розробив		Лисюк				Опалення і вентиляція	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Чепурна					КРБ	1	
Зав.каф.		Кириченко				Опалення. План поверхів	КНУБА		

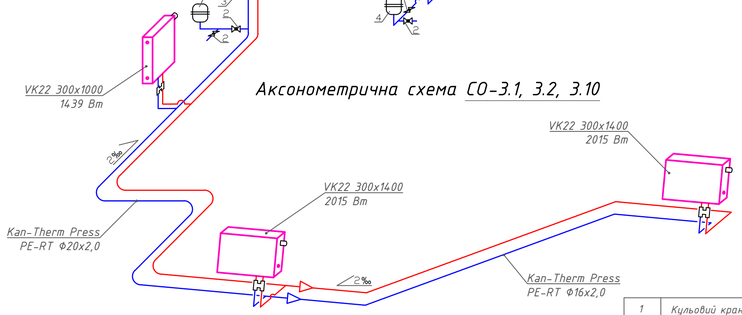
Аксонометрична схема СО-1.1, 1.2, 1.10



Аксонометрична схема СО-2.1, 2.2, 2.10

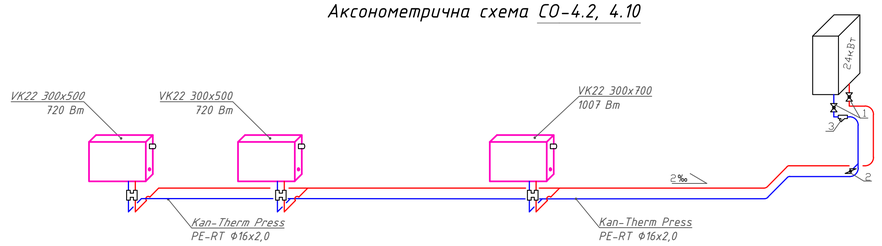


Аксонометрична схема СО-3.1, 3.2, 3.10

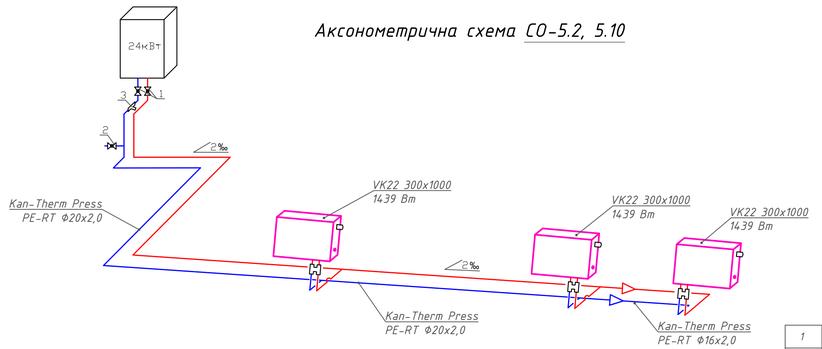


1	Кульовий кран Ду20
2	Кульовий кран Ду15
3	Фільтр сітчатий Ду20
4	Бак розширювальний 8л

Аксонометрична схема СО-4.2, 4.10

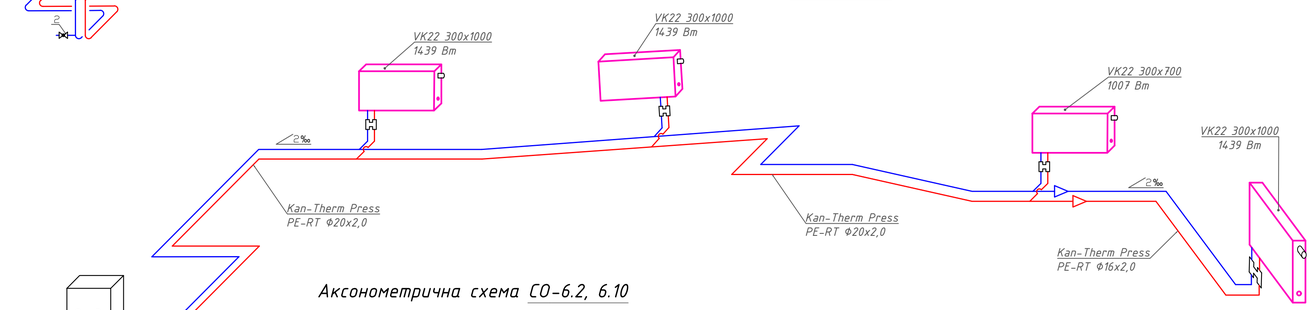


Аксонометрична схема СО-5.2, 5.10

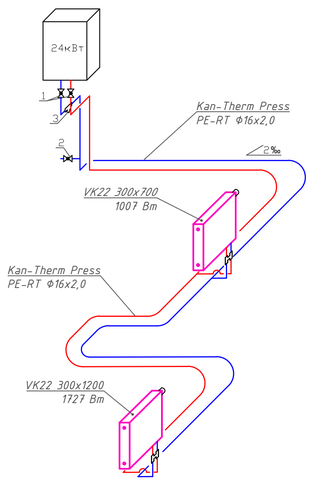


1	Кульовий кран Ду20
2	Кульовий кран Ду15
3	Фільтр сітчатий Ду20
4	Бак розширювальний 8л

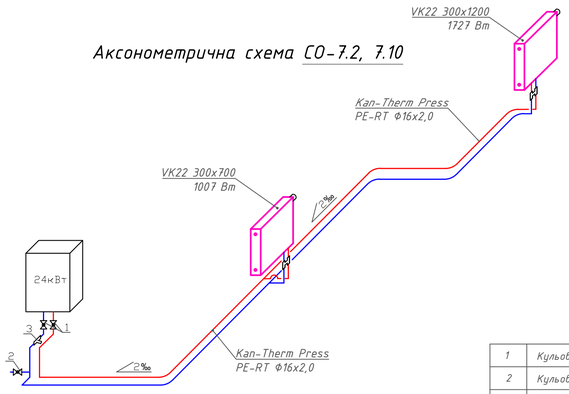
Аксонометрична схема СО-8.2, 8.10



Аксонометрична схема СО-6.2, 6.10

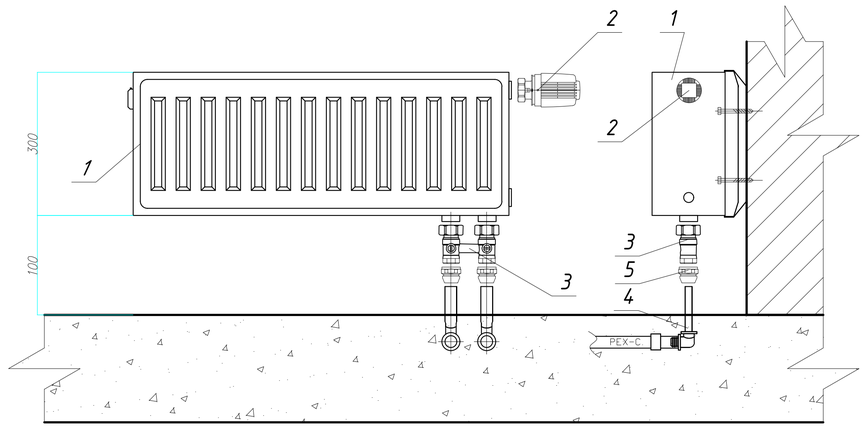


Аксонометрична схема СО-7.2, 7.10



1	Кульовий кран Ду20
2	Кульовий кран Ду15
3	Фільтр сітчатий Ду20
4	Бак розширювальний 8л

Вузол підключення радіатора



Умовні позначення

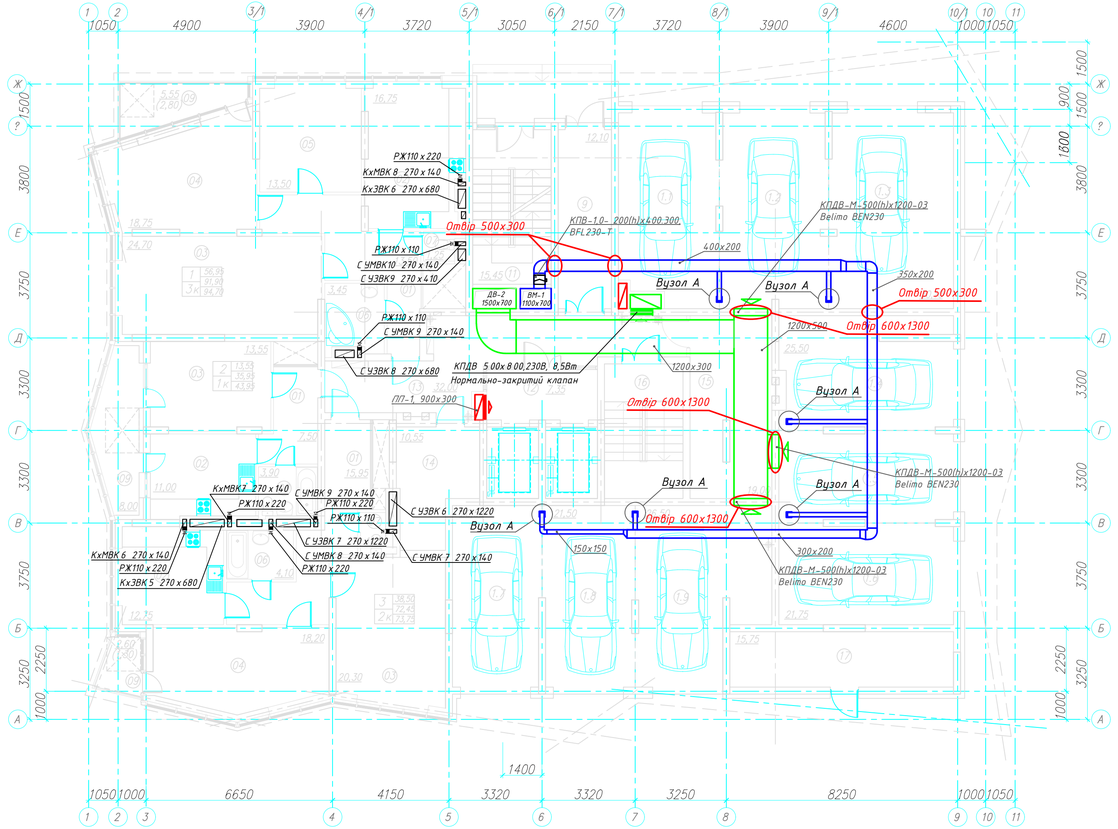
1. Стальний панельний радіатор з нижнім підключенням;
2. Клапан термостатичний (прямий).
3. Запірний клапан для нижнього підключення радіатора.
4. Відвід з трубкою з нержавіючої сталі.
5. Конусний з'єднувач на мідну трубку.

Примітка:

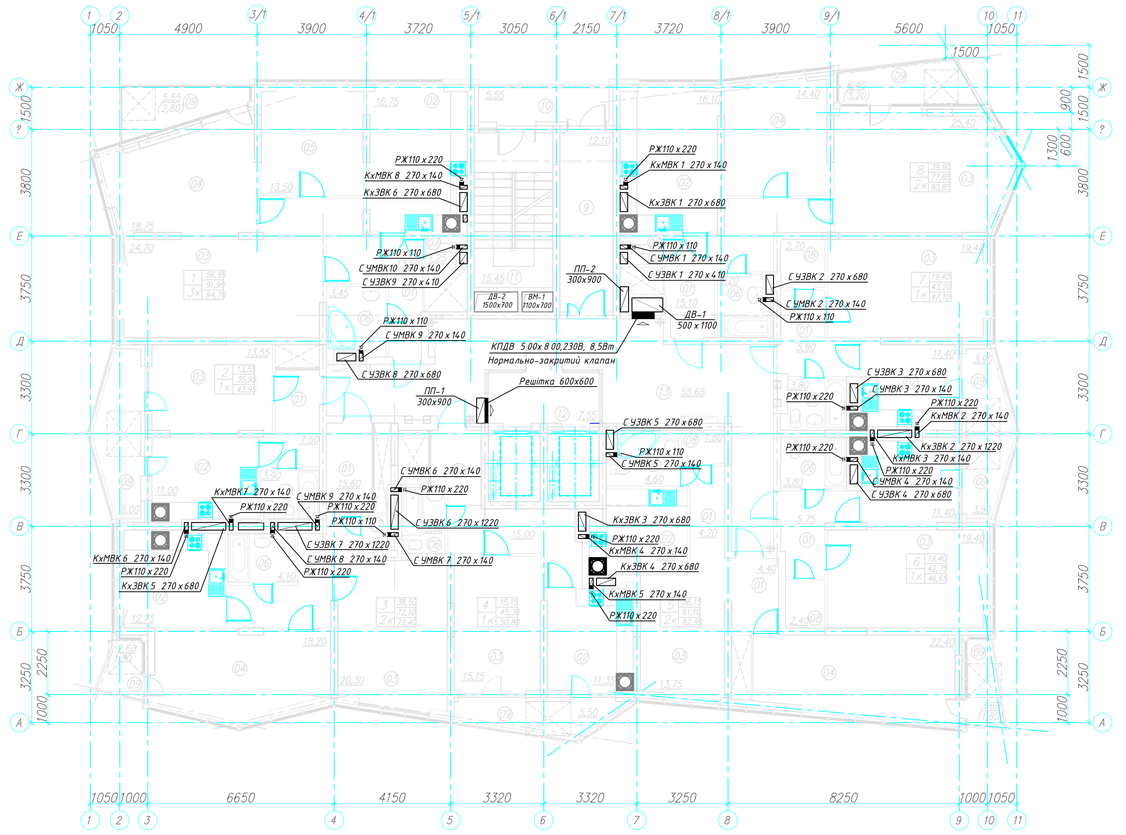
- За відмітки 0.000 прийнято відмітку "чистої підлоги" першого поверху;
- Трубопроводи укласти в трубну ізоляцію з мерилону товщиною 9мм;
- Трубопроводи укласти з ухилом 2‰ в сторону теплогенератора;
- Прив'язки і відмітки уточнити під час монтажних робіт;

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота бакалавра			
						Опалення і вентиляція багатоповерхового житлового будинку за адресою м.Тернопіль, вул.Білецька, б.31			
Розробив		Лисюк				Опалення і вентиляція	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Чепурна					КРБ	2	
Зав.каф.		Кириченко				Опалення. Аксонометричні схеми систем опалення	КНУБА		

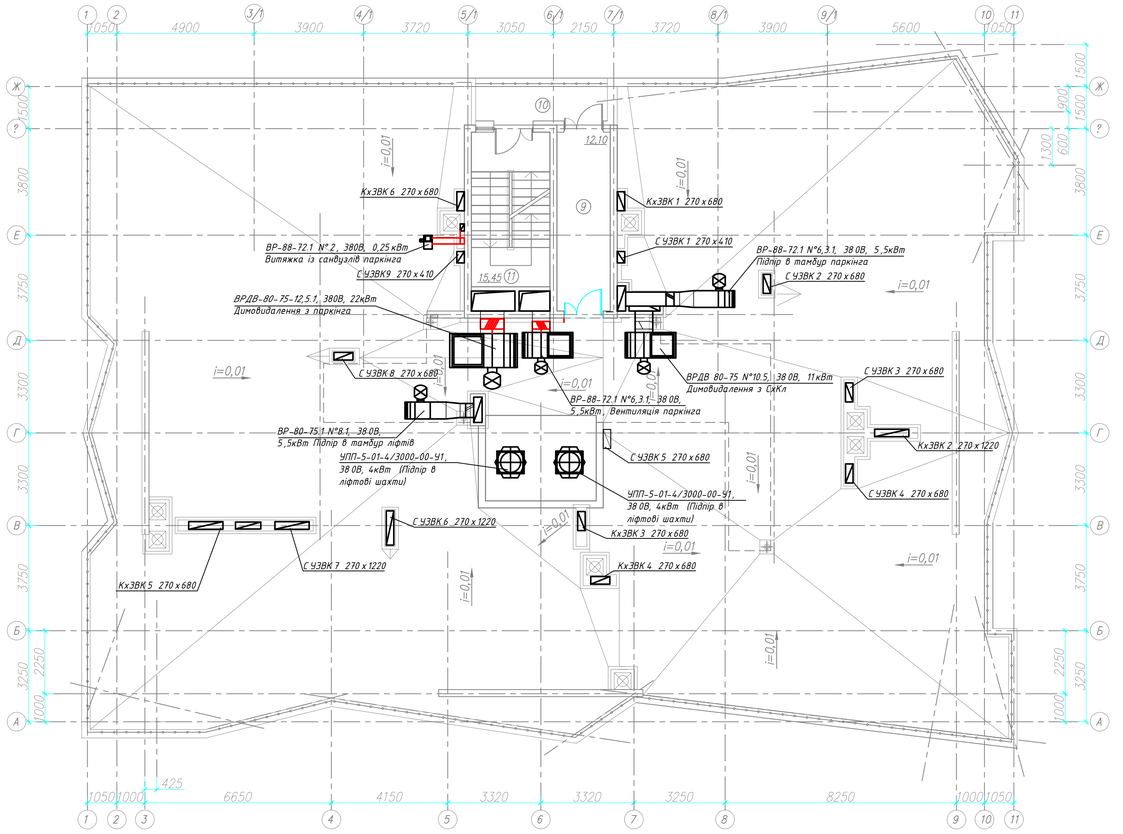
План 1-го поверхів.



План 2 ... 9-го поверхів.



План покрівлі.



Експл?кац?я прим?щень 1-го поверху.

№п/п	Найменування	Площа	Прим?тка
	Нежитлові приміщення.		
9	Загальний коридор	12,10	
11	Сходова клітка	15,45	
12	Л?фтовий холл	7,35	
13	Загальний коридор	32,00	
14	Техн?чне прим?щення	10,55	
15	Техн?чне прим?щення	19,00	
16	Сходова клітка	13,45	
17	Техн?чне прим?щення	15,75	
	Парковка		
1.1	Парковочне м?сце N1	24,15	
1.2	Парковочне м?сце N2	25,40	
1.3	Парковочне м?сце N3	30,10	
1.4	Парковочне м?сце N4	25,50	
1.5	Парковочне м?сце N5	20,50	
1.6	Парковочне м?сце N6	21,75	
1.7	Парковочне м?сце N7	20,50	
1.8	Парковочне м?сце N8	21,50	
1.9	Парковочне м?сце N9	26,50	
	Житлові приміщення.		

№п/п	Приміщення.	1	2	3	Прим?тка
	К-ть кімнат	3	1	2	
01	Прихожа	13,50	7,50	15,95	
02	Кухня	16,75	11,00	12,75	
03	Вітальня	24,70	13,55	20,30	
04	Спальня	18,75	–	18,20	
05	Дитяча	13,50	–	–	
06	Ванна (Санвузол)	3,45	3,90	4,10	
07	Туалет	1,25	–	1,15	
08	Кладовка	–	–	–	
09	Балкон (Лоджія)	5,55 (2,80)	8,00	2,60 (1,30)	
	Житлова площа	56,95	13,55	38,50	
	Площа квартири	91,90	35,95	72,45	
	Загальна площа	94,70	43,95	73,75	

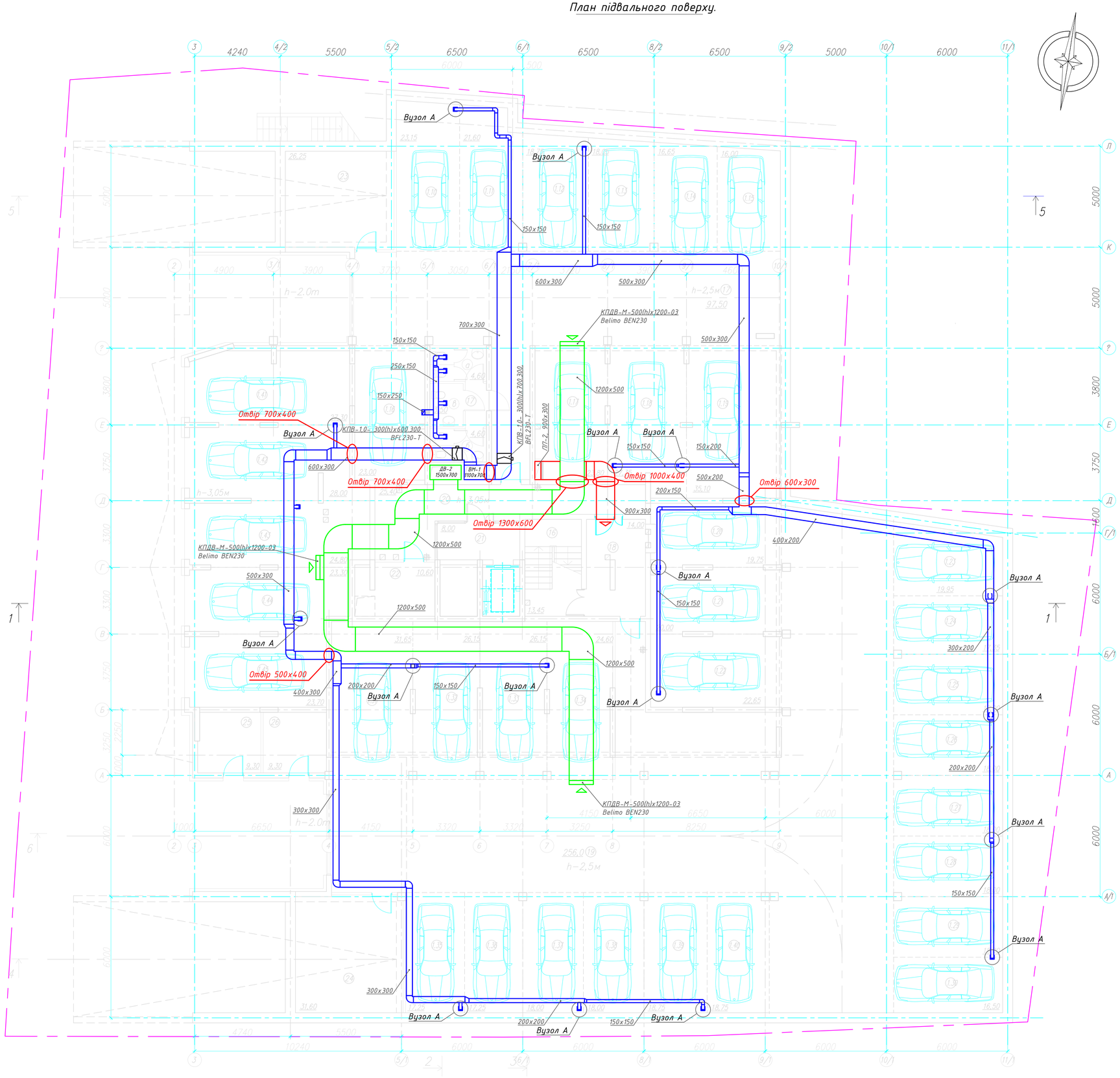
Експл?кац?я прим?щень типового поверху.

№п/п	Найменування	Площа	Прим?тка
	Нежитлові приміщення.		
9	Загальний коридор	12,10	
10	Холодний перех?д	5,55	
11	Сходова клітка	15,45	
12	Л?фтовий холл	7,55	
13	Загальний коридор	55,65	
	Житлові приміщення.		

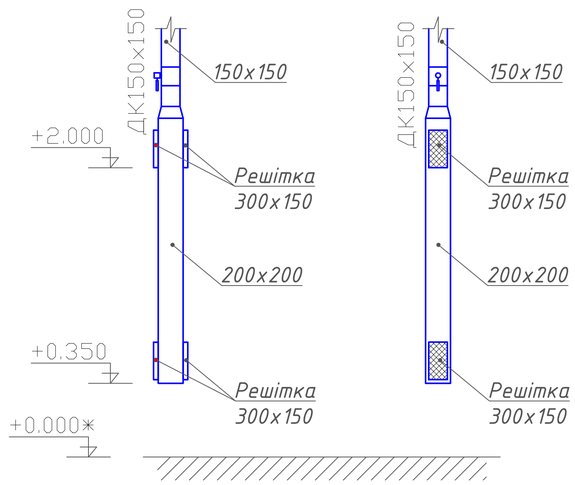
№п/п	Приміщення.	1	2	3	4	5	6	7	8
	К-ть кімнат	3	1	2	1	2	1	1	2
01	Прихожа	13,50	7,50	15,60	15,00	8,60	8,75	5,90	15,10
02	Кухня	16,75	11,00	12,75	11,35	9,95	11,40	11,40	16,10
03	Вітальня	24,70	13,55	20,30	15,15	13,75	19,40	19,40	25,40
04	Спальня	18,75	–	18,20	–	22,40	–	–	14,40
05	Дитяча	13,50	–	–	–	–	–	–	–
06	Ванна (Санвузол)	3,45	3,90	4,10	3,80	4,60	3,80	3,80	4,20
07	Туалет	1,25	–	1,15	–	–	–	–	1,25
08	Кладовка	–	–	–	–	1,80	2,40	2,70	–
09	Балкон (Лоджія)	5,55 (2,80)	8,00	2,60 (1,30)	5,50	3,60 (1,80)	3,90	3,90	6,40 (3,20)
	Житлова площа	56,95	13,55	38,50	15,15	36,15	19,40	19,40	39,80
	Площа квартири	91,90	35,95	72,10	45,30	61,10	42,75	43,20	76,45
	Загальна площа	94,70	43,95	73,40	50,80	62,90	46,65	47,10	79,65

							Кваліфікаційна робота бакалавра	
							Опалення і вентиляція багатоповерхового житлового будинку за адресою м.Тернопіль, вул.Білецька, б.31	
Зм.	*Кіл.*	*Арк.*	*№док.*	*Підпис*	*Дата*			
Розробив		*Лисюк*				*Опалення і вентиляція*	*Стадія*	*Аркуш*	*Аркушів*
Керівник		*Чепурна*					*КРБ*	*3*	
						Вентиляція. План поверхів та даху	*КНУБА*	
Зав.каф.		*Кириченко*						

План підвального поверху.



Вузол А



ВП- витяжка природна

ВМ-витяжка механічна

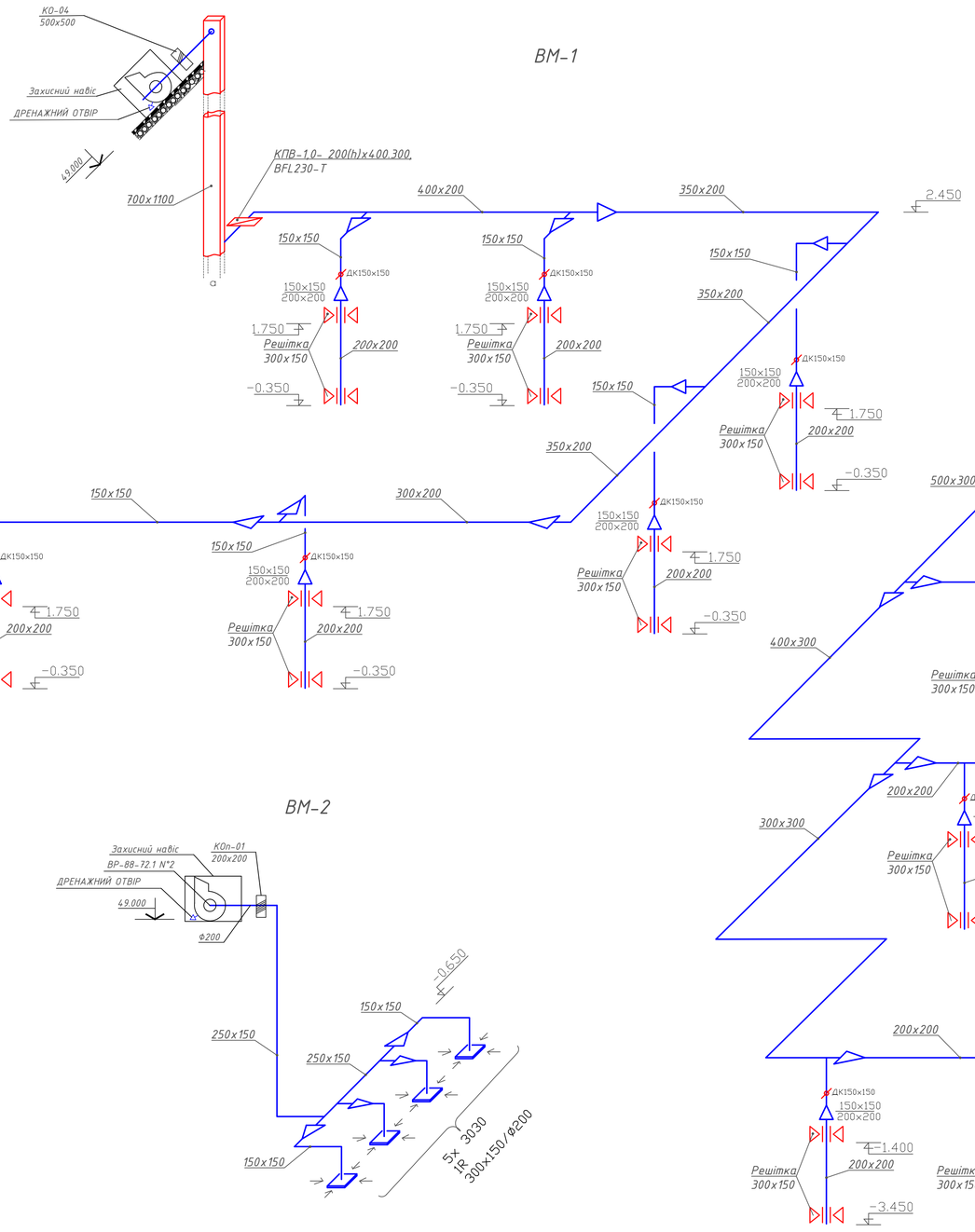
ДВ - витяжна система димовидалення механіка

Примітка:

- Відмітки уточнити під час монтажних робіт;
- Місця проходу повітропроводів огороджуючих конструкцій ущільнити негорючим клоччям;
- За відмітку 0.000 прийнято відмітку чистої підлоги першого поверху;
- Способи кріплення повітропроводів до огороджуючих конструкцій вибираються по місцю;

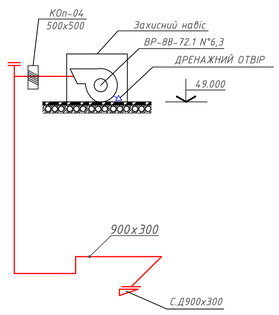
						Кваліфікаційна робота бакалавра		
						Опалення і вентиляція багатоповерхового житлового будинку за адресою м.Тернопіль, вул.Білецька, б.31		
Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата			
Розробив		Лисюк				Опалення і вентиляція	Стадія: КРБ	Аркуш: 4 / Аркушів:
Керівник		Чепурна						
Зав.каф.		Кириченко				Вентиляція. План паркінгу	КНУБА	

ВМ-1



ВМ-2

ПП-2

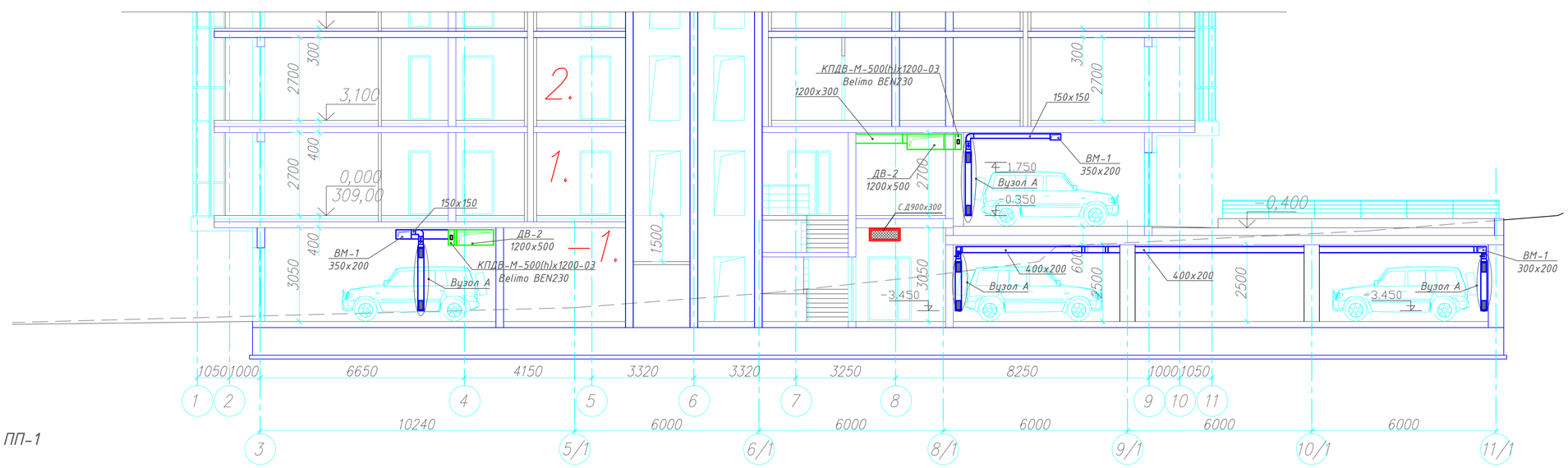


Примітка:

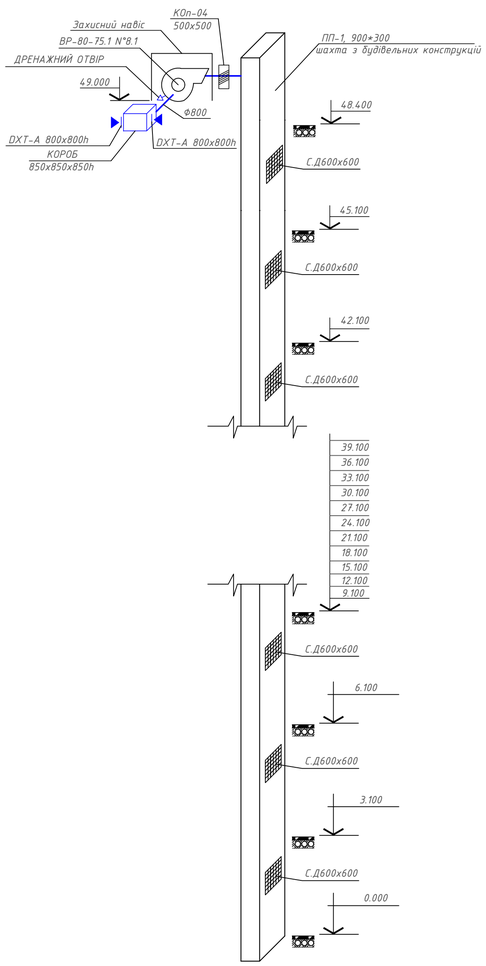
- *Відмітки уточнити під час монтажних робіт;*
- *Місця проходу повітропроводів огороджуючих конструкцій ущільнити негорючим клоччям;*
- *За відмітку 0.000 прийнято відмітку чистої підлоги першого поверху;*
- *Способи кріплення повітропроводів до огороджуючих конструкцій вибираються по місцю;*

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота бакалавра		
						Опалення і вентиляція багатоповерхового житлового будинку за адресою м.Тернопіль, вул.Білецька, б.31		
Розробив		Лисюк				Опалення і вентиляція	Стадія: КРБ	Аркуш: 5
Керівник		Чепурна						Аркушів:
						Вентиляція. Аксонометричні схеми систем вентиляції	КНУБА	
Зав.каф.		Кириченко						

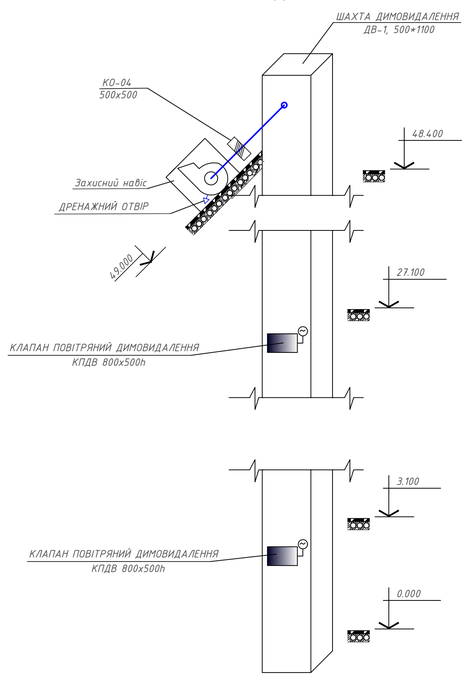
Розріз 1-1



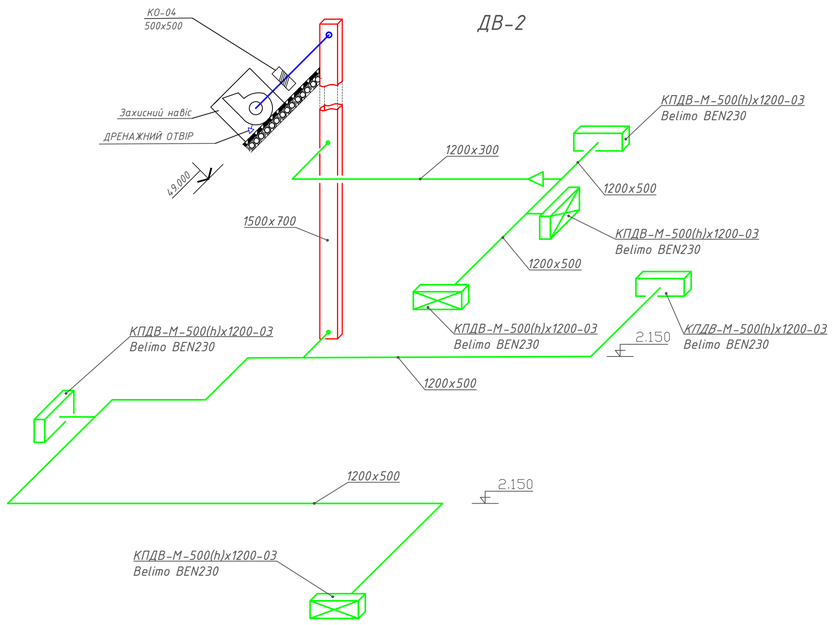
ПП-1



ДВ-1



ДВ-2



Примітка:

- *Відмітки уточнити під час монтажних робіт;*
- *Місця проходу повітропроводів огороджуючих конструкцій ущільнити негорючим кліччям;*
- *За відмітку 0.000 прийнято відмітку чистої підлоги першого поверху;*
- *Способи кріплення повітропроводів до огороджуючих конструкцій вибираються по місцю;*

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота бакалавра			
						Опалення і вентиляція багатоповерхового житлового будинку за адресою м.Тернопіль, вул.Білецька, б.31			
Розробив		Лисюк				Опалення і вентиляція	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Чепурна					КРБ	6	
Зав.каф.		Кириченко				Вентиляція. Аксонометричні схеми систем димовидалення. Розріз 1-1	КНУБА		