Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

201-пНТ 20237

Тема проекту (роботи) «Опалення та вентиляція котеджу з елементами енергозбереження в м. Миргород»

Розробив студент гр. 201-пНТ
"___"_____2022 р. _____ Кирій В.О.

Керівник дипломного проекту
"___"_____2022 р._____доктор наук з управління, проф. Писаренко В.П.

Допустити до захисту:
завідувач кафедри "Теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики" _____ к.т.н., проф. Голік Ю.С.
"_____"_____2022 р.

Полтава 2022

Зміст

Стор.

Зміст 2
1. Вибір загальних даних 7
1.1. Загальна характеристика об'єкту 7
1.2. Вибір параметрів зовнішнього повітря 11
1.3. Вибір параметрів внутрішнього повітря 12
2. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій 13
2.1. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій 13
2.2. Визначення термічного опору зовнішньої стіни 14
2.2.1. Розрахунок теплової інерційності конструкції стіни 16
2.2.2. Розрахунок теплової інерційності конструкції перекриття над неопалювальним підвалом 17
2.2.3. Розрахунок теплового опору вікон та дверей 19
2.2.4. Розрахунок теплової інерційності конструкції покриття 19
2.2.5. Розрахунок теплової інерційності конструкції покриття підлоги з лаг на ущільненому ґрунті 21
3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ 23
3.1. Загальні вимоги 23
3.2. Розрахунок теплової потужності системи опалення будівлі 30
3.2.1. Надходження теплоти від людей 31
3.2.2. Надходження теплоти від електричного освітлення 31
3.3. Середня витрата теплоти на опалення 32
3.4. Річна витрата теплоти на опалення 33
3.5. Клас енергоефективності будинку 33
4. Гідравлічний розрахунок системи опалення 34
4.1. Конструювання системи опалення 34
4.2. Гідравлічний розрахунок системи опалення 39
4.3. Розрахунок опалювальних приладів 49
5. РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ТЕПЛОТИ НА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ 57
6. ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРНОЇ 58

6.1. Підбір котла 58
6.2. Підбір циркуляційного насосу 60
6.3. Підбір розширювального баку 62
6.4. Вибір арматури трубопроводів 65
7. ВИЗНАЧЕННЯ ПОВІТРООБМІНІВ У ПРИМІЩЕННЯХ 71
7.1. Розрахунок теоретичного об’єму димових газів від установки спалювання органічного палива 76
8. КОНСТРУЮВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЇ 77
9. ВИСНОВКИ 82
ЛІТЕРАТУРА 84

ВСТУП

Сучасний котеджний будинок повинен бути енергоефективним, але не всі домовласники можуть швидко визначити, наскільки економним буде той чи інший будинок в обслуговуванні й експлуатації. Енергоефективний будинок від звичайного котеджу повинен відрізнятися. Проект для зведення приватного будинку сьогодні все рідше вибирають, орієнтуючись на зовнішній вигляд, і все більше уваги приділяють енергоефективним характеристикам будівлі [1].

Причин тому декілька:

по-перше – з одного боку, зростає вартість енергоносіїв, з іншого – збільшуються можливості економії витрат енергоресурсів;

по-друге – з'являється все більше енергозберігаючих будівельних матеріалів і опалювальних рішень у сфері альтернативної енергетики;

по-третє – все більше з'являється енергоефективних будинків із газобетону і блоків теплої кераміки.

Але одне лише використання газоблоків або керамічних блоків не робить будинок енергоефективним. Будівля може втрачати тепло не тільки через зовнішні несучі стіни, а й через інші огорожувальні конструкції – вікна, дах, фундамент.

Оцінка енергоефективних характеристик будинку повинна бути комплексною, що враховує й енергоефективні переваги проекту, і правильність його зведення й правильність врахування загальних енерговитрат.

В кваліфікаційній роботі зроблено аналіз енерговитрат котеджного енергоефективного будинку. На сьогодні, оцінка енергоефективності будинків у нашій країні пов'язана з труднощами. Система енергетичної сертифікації будівель працює в не повну силу, а послуги енергоаудиторів обходяться в чималу суму. Тому, для оцінки енергоефективних параметрів будинку найчастіше обмежуються загальним аналізом проекту і оцінкою

будівлі. Частіше всього енергоефективні характеристики котеджу зазвичай визначають шляхом енергоаудиту будинку з використанням тепловізора. Цей пристрій дає можливість зафіксувати обсяги витоків тепла в холодну пору року і оцінити енергоефективність будівлі. Енергоефективний будинок повинен бути спроектований компактно і раціонально. Причому його площа і поверховість повинні в точності відповідати потребам домовласника.

Умовно можна виділити кілька основних характеристик, які дозволяють оцінити будинок з точки зору енергоефективності. Тому при проектуванні повинні бути раціонально враховані:

- **1. Розміри будинку** і його житлова і загальна площа повинні в точності відповідати кількості мешканців. На одну людину в енергоефективному будинку зазвичай припадає не більше 25-30 м^2 загальної площі будівлі. Нести додаткові витрати на обігрів і охолодження надлишкової площі котеджу нераціонально. Таким чином для сім'ї з 3-4 чоловік енергоефективними можна визнати лише будинки площею не більше 100-120 м^2.
- **2. Форма будинку** і його окремих конструкцій повинна прагнути до максимальної простоти. Енергоефективні будинки зазвичай мають квадратне або прямокутне планування, простий скатний або плоский дах. Саме такі проекти дозволяють знизити площу стін та даху і, таким чином, зменшити тепловтрати.
- **3. Поверховість будинку** повинна відповідати площі і вимогам до максимальної простоти форми будівлі. Невеликий котедж можна зводити одноповерховим, але при збільшенні площі вище 100-120 м^2 енергоефективними будуть лише дома з другим поверхом, близькі за формою до куба, або мансардні котеджі з утепленим горищем.
- **4. Приміщення в будинку** повинні бути спроектовані з урахуванням енергоефективних потреб. Житлові, сантехнічні та господарські кімнати розміщують і орієнтують таким чином, щоб зменшити тепловтрати.
- **5. Інженерні системи** енергоефективного будинку повинні бути спроектовані за принципом мінімізації витрат енергоресурсів. Для опалення

вигідно використовувати рішення з максимальним ККД, такі як конденсаційні газові котли, або з доступом до поновлюваних енергоресурсів (сонячні колектори і батареї, теплові насоси і т. ін.).

- **6. Сантехнічні та господарські приміщення** з мінімум вікон розташовують з північного боку. При цьому допоміжні кімнати енергоефективного будинку, такі як гараж або майстерня, не обов'язково обігрівати також, як решту котеджу. Вони можуть грати роль температурного буфера з середньою температурою від +4-8 до +10-12 °С. Ці приміщення, як і тамбур при вході, істотно знизять надлишкові втрати тепла в холодну пору року і не будуть вимагати посиленого опалення.

Крім того, енергоефективний будинок повинен бути вписаний у ландшафт таким чином, щоб вплив навколишнього середовища мінімізував тепловтрати котеджу і забезпечував пасивне використання корисної енергії природи. Врахуємо це при проектуванні котеджного будинку.

1. ВИБІР ЗАГАЛЬНИХ ДАНИХ

1.1. Загальна характеристика об’єкту

В дипломній роботі бакалавра розробляються системи теплопостачання та вентиляції індивідуального житлового будинку на базі газового котла в м. Миргород, Полтавської області. На рис. 1.1-1.4 показано фасади даного будинку та на рис. 1.5-1.6 показано план першого та другого поверхів житлового будинку відповідно.

В індивідуальному житловому будинку мешкає 4 особи, 2 чоловіка і 2 жінки. Являє собою двоповерхову конструкцію з підвалом, загальною площею 149,34 м^2, оснащений газовим котлом. В будинку присутній гараж, без воріт. Загальна протяжність стін: 19,56 м, висота стелі обох поверхів 2,6 м. Поверхня покрівлі виконана із бітумної черепиці з утеплювачем.

Стіни складаються з перлітобетону товщиною 200 мм, які виконують роль несучої конструкції, пінопласту товщиною 200 мм. У віконні прорізи встановлено двокамерні склопакети, метало-пластикові віконні рами розмірами 2100×1500 мм (у кількості 3 шт.), 1800×1500 мм(у кількості 2 шт.), 700×1300 мм (1 шт.), 1220×1500 мм (1 шт.), 2910×1000 мм (1 шт.), 750×1000 (1 шт) та двері розміром 600×2250 мм (1 шт.). Загальна площа вікон становить 21,25 м^2. Загальна площа зовнішніх дверей дерев'яних, метало-пластикових дверей 6,09 м^2. Тип перекриття залізобетонний багатопорожнинний збірний настил, в якості утеплювача використано мінеральну вату на синтетичному зв’язуючому, товщиною 200 мм.

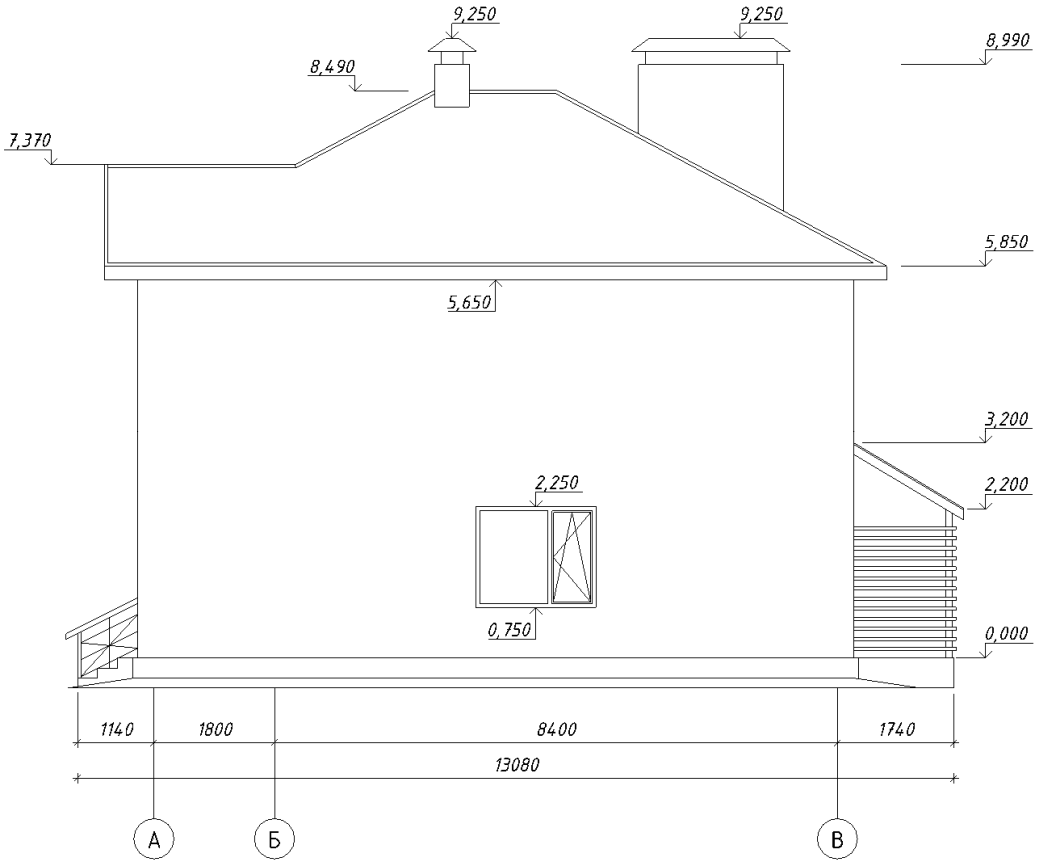


Рисунок 1.1 – Фасад А-В

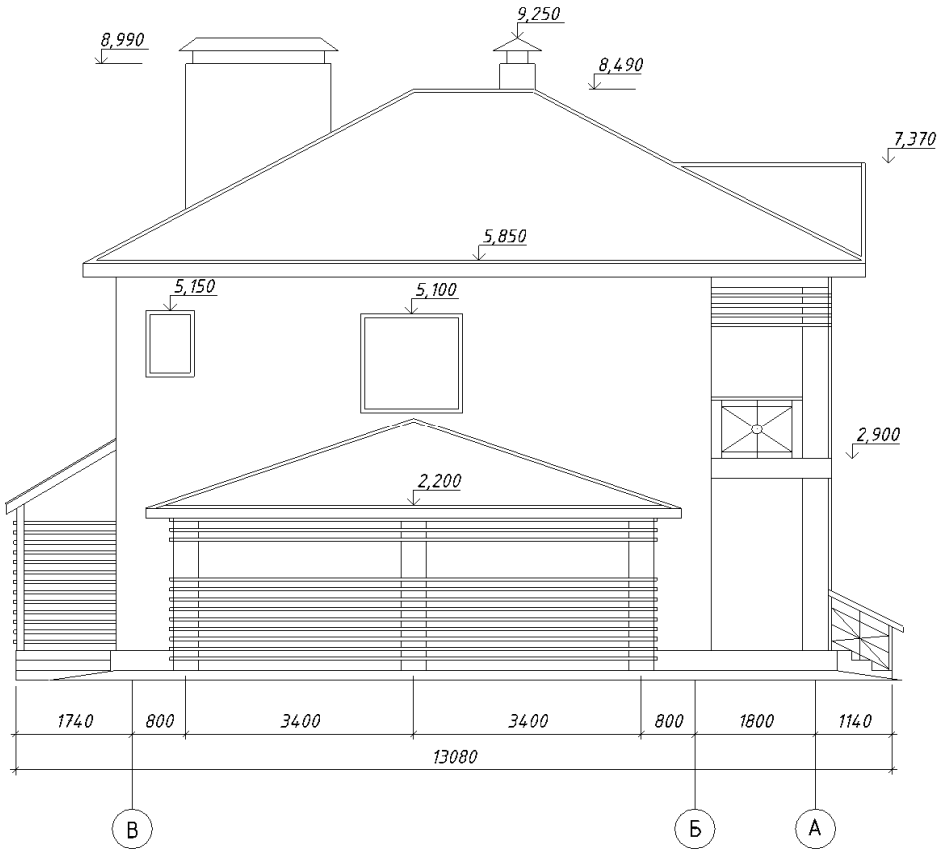


Рисунок 1.2 – Фасад В-А

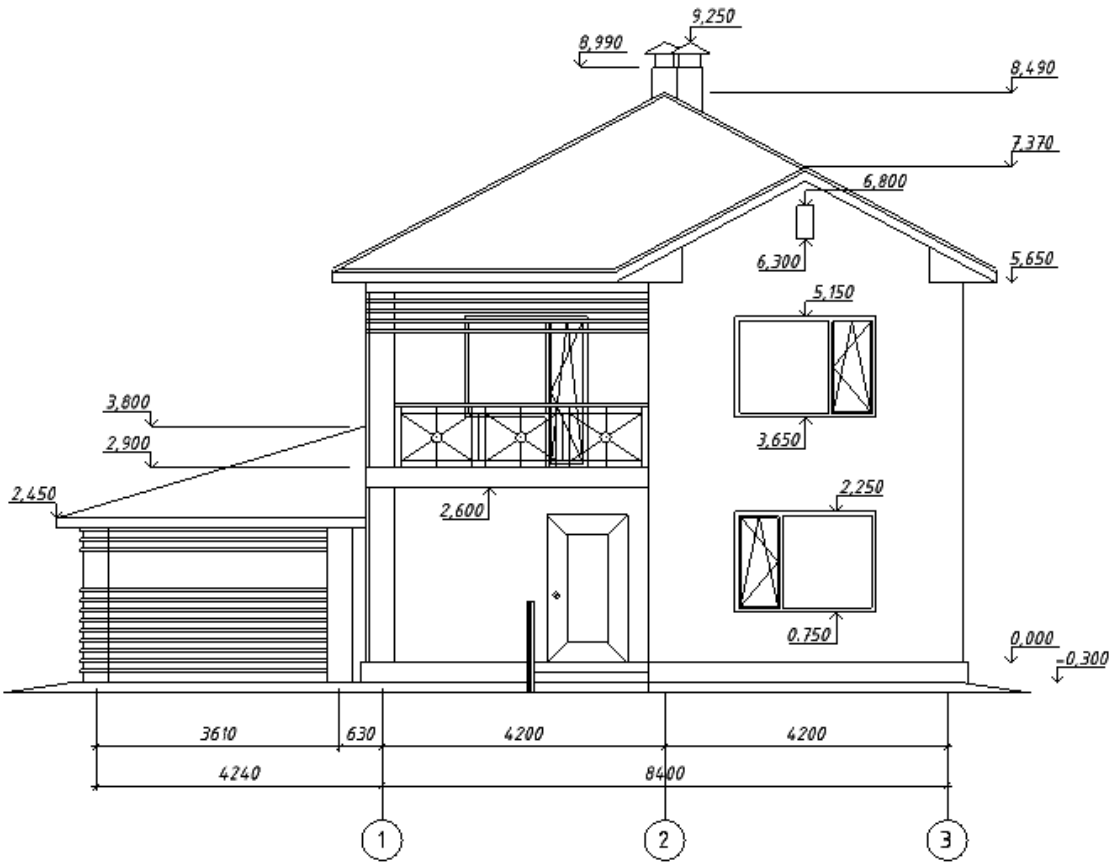


Рисунок 1.3 – Фасад 1-3

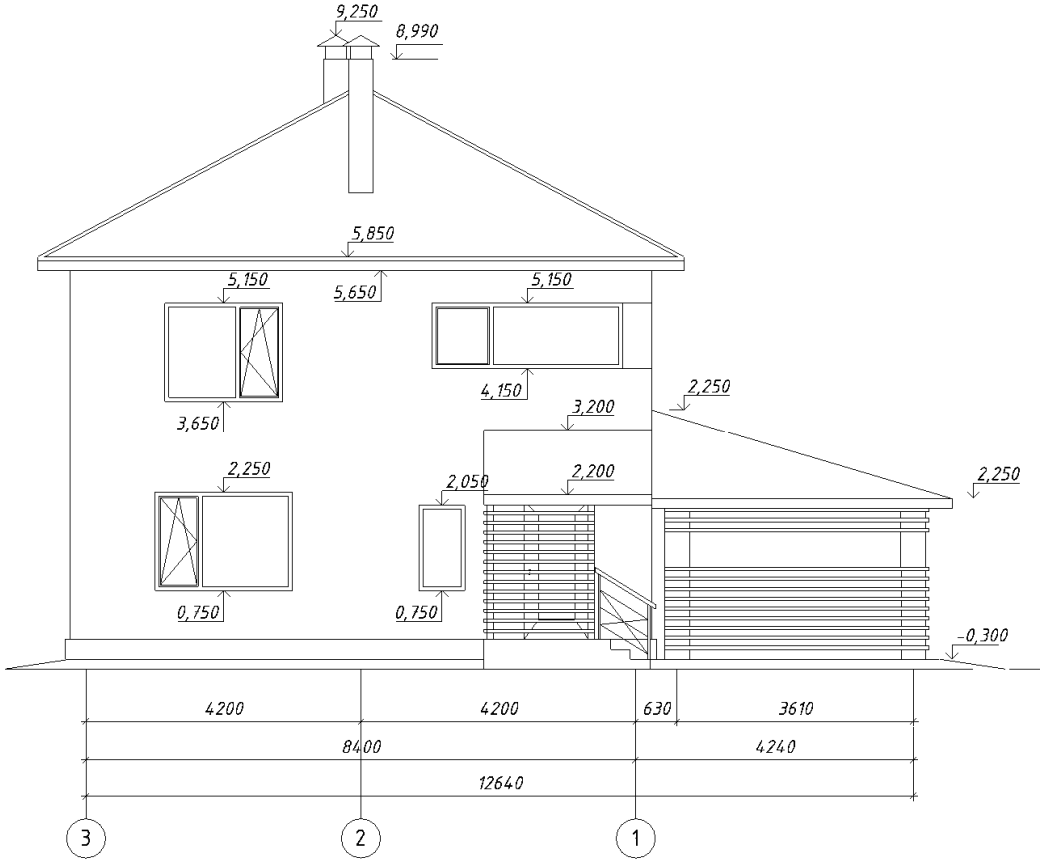


Рисунок 1.4 – Фасад 3-1

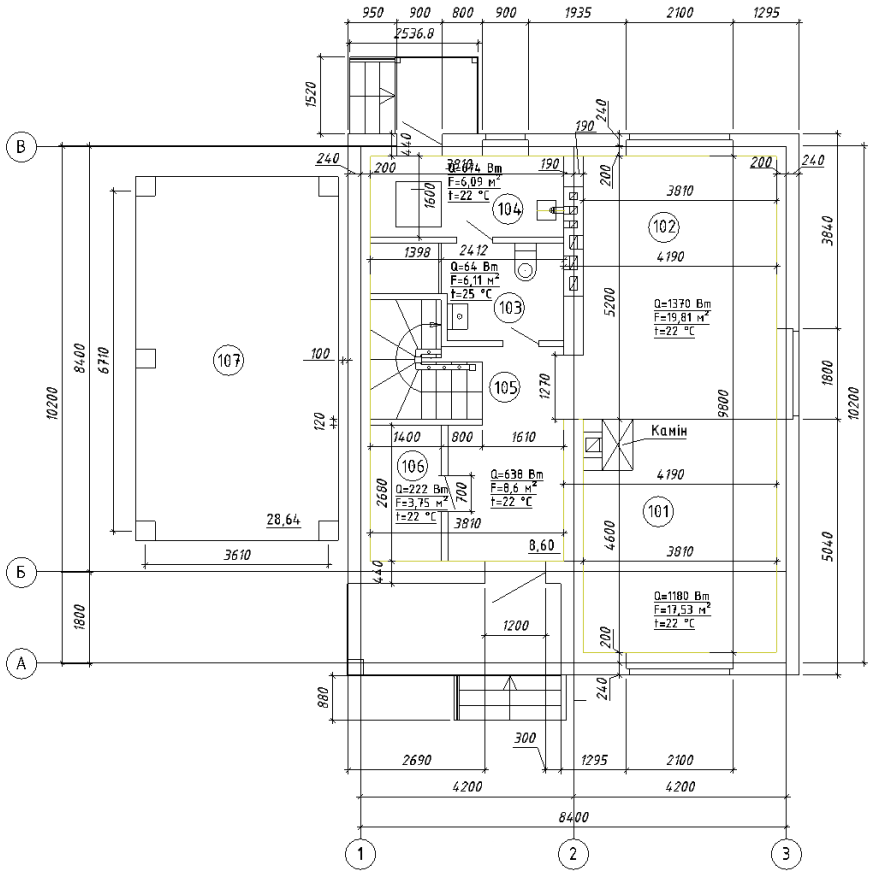


Рисунок 1.5 – План 1-го поверху

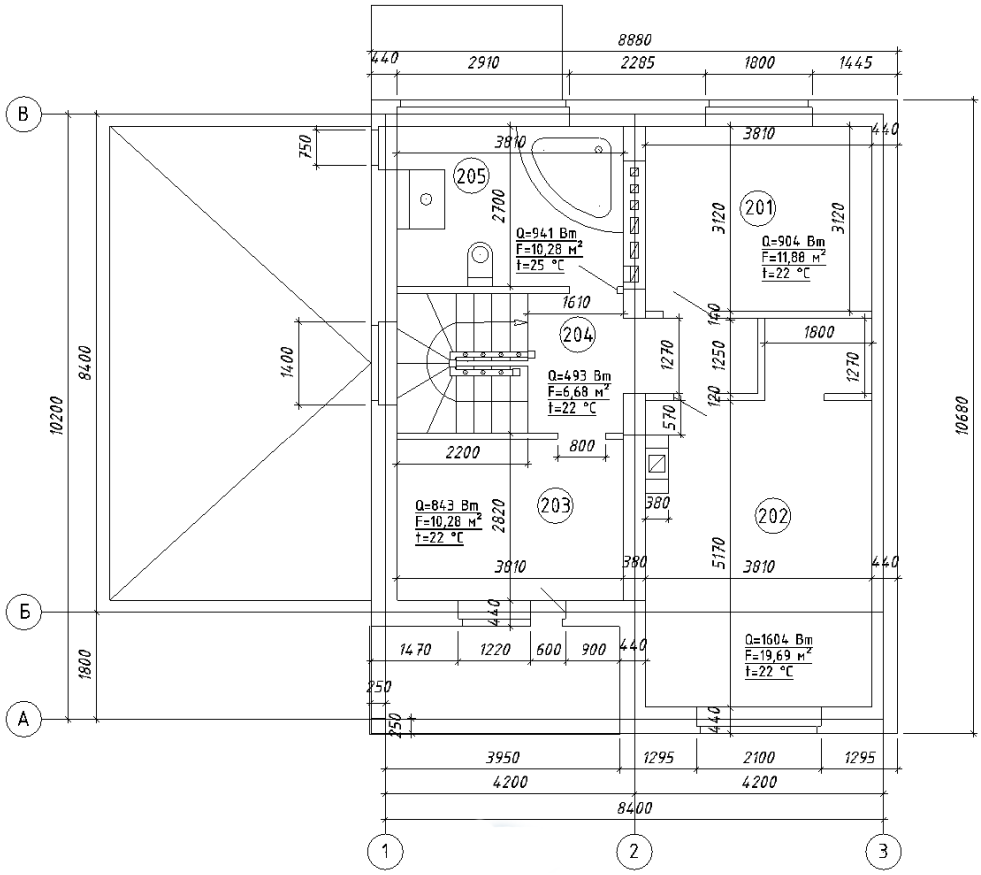


Рисунок 1.6 – План 2-го поверху

1.2. **Вибір параметрів зовнішнього повітря**

Кліматичний район проектування - м. Миргород, Полтавської області. Тому всі кліматичні характеристики прийняті для обласного центру, м. Полтава [2]

Розрахункові географічні координати:

- широта: 49°58′20″ пн.ш.;
- довгота: 33°37′32″ сх.д.
- Висота над рівнем моря: 100 м.

Теплий період року:

- Температура: +20,5 °С;
- Швидкість повітря: 2,2 м/с.

Холодний період року:

- Температура: – 23 °С;
- Швидкість повітря: 2,4 м/с.

Температура повітря у січні: – 5,6 °С.
Температура повітря у липні: + 20,5 °С.
Середньорічна температура повітря: + 7,8 °С.

Температура найбільш холодної доби забезпеченістю $0{,}92^{t\times д}$ складає -27 °С.

Температура найбільш холодної п’ятиднівки забезпеченістю $0{,}92^{tнб}$ складає -23 °С.

Повторюваність напрямків повітря за січень, % :

Пн	ПнСх	Сх.	ПдСх	Пд.	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
9,0	10,0	11,9	8,7	14,7	14,9	20,2	10,6	2,5

Середня швидкість повітря по напрямкам за січень, м/с :

Пн	ПнСх	Сх.	ПдСх	Пд.	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
3,1	2,9	3,5	2,8	3,2	3,4	3,6	3,6	2,5

Повторюваність напрямків повітря за липень, % :

Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
19,5	12,3	11,0	5,3	7,5	8,3	20,4	15,7	7,4

Середня швидкість повітря по напрямкам за липень:

Пн	Пнях	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
2,4	2,3	2,2	2,0	2,1	2,5	2,7	2,5	7,4

Мінімальна з середніх швидкостей за румбами за липень: 0 м/с.

Середньодобова кількість сонячної радіації , що надходить у липні на горизонтальну поверхню при безхмарному небі на широті 49° Пн. ш. складає 328 Вт/м^2.

1.3. **Вибір параметрів внутрішнього повітря**

Оптимальні параметри повітря у приміщеннях котеджу приймаємо у відповідності до ДБН В .2.2-15:2019 [3,4]:

Діапазон температури приміщення для опалення та охолодження

Таблиця 1.1

Тип будівлі/приміщення	Умови мікроклімату	Температура, °С	
		Діапазон в опалювальний період (у холодний період), приблизно 1,0 кло	Діапазон в період охолодження (у теплий період), приблизно 0,5 кло
Житлові будівлі: житлові об'єми (спальна кімната, вітальня, кабінет, кухня-їдальня тощо). Сидяча діяльність – приблизно 1,2 мет	Оптимальні	22,0±2,0	24,5±1,5
Житлові будівлі: інші об'єми (кухня, гардеробна, комора тощо). Стояння-хотьба – приблизно 1,5 мет	Оптимальні	19,5±3,0	-
Житлові будівлі: ванна кімната. Стояння-хотьба при 0,2 кло – приблизно 1,6 мет	Оптимальні	25,0±1,5	

Приймаємо температури:

- загальна кімната, спальна, дитяча кімната, кабінет - температура оптимальна: 22 °С;

- кухня – 19,5 + 2,5 = 22°С ;

- ванна – 25 °С ;

- суміщений санвузол - 25 °С.

2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

Мета теплотехнічного розрахунку – визначити нормативний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій та товщину теплової ізоляції для масивних огорож; підібрати конструкцію заповнення вікон і дверей. Теплотехнічний розрахунок виконується, виходячи з того, що опір теплопередачі огорожувальної конструкції повинен бути не менше необхідного опору теплопередачі конструкції.

$$R_0 \geq R_{q\min}, \text{ де} \qquad (2.1)$$

R_0 – опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м^2·^{o}С/Вт;

$R_{q\min}$ – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м^2·^{o}С/Вт.

2.1. **Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій**

При проведенні теплотехнічного розрахунку враховано, що місто Миргород розташовано в 1 температурній зоні. Для цієї зони відповідно до ДБН В 2.6.-341:2016 [5] мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій приймаємо.

Таблиця 2.1

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q\,min}$, м^2·К/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	5,5
3	Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
6	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,5	0,45
7	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,6	0,5

2.2. **Визначення термічного опору зовнішньої стіни**

Теплотехнічний розрахунок виконуємо для температури внутрішнього повітря 22 °С.

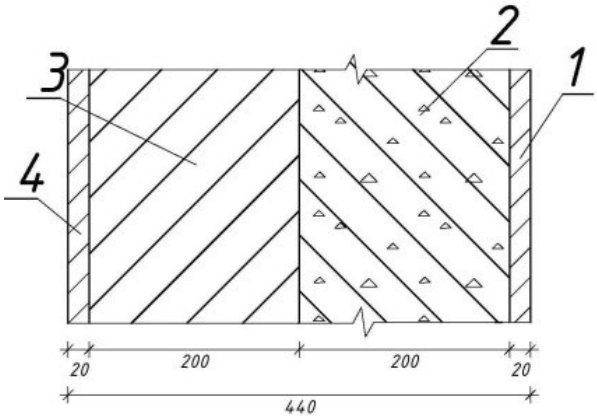
Зовнішня стіна складається з:

1 – вапняно-піщаного розчину, ширина якого δ_1 = 20 мм;

2 – основного стінового матеріалу, який виконаний у даному проекті з перлітобетону;

3 – тепло ізолюючий матеріал пінопласт;

4 – цементно-піщаного розчину, ширина якого δ_4 = 20 мм.



Визначаємо необхідний опір теплопередачі огорожуючої конструкції $R_0^{тр.}$:

$$R_0^{тр.} = \frac{t_в + t_н}{\Delta t_н} Ч \frac{1}{\alpha_в} Ч n Ч m, \qquad (2.2)$$

де $t_в$– температура внутрішнього повітря у робочій зоні для холодного періоду року; $t_в$ = 22 °С, приймаємо $t_в$ = 22 °С;

$t_н$ – розрахункова зовнішня температура повітря.

В залежності від масивності конструкції (масивна, середня чи мала) задаються параметром $t_н$. Вважаємо, що конструкція буде масивна і у початковому наближенні задаємося розрахунковою зовнішньою температурного $t_н$ на рівні найбільш холодної п’ятиднівки $t_{нб}$. $t_{нб}$ = -23 °С

$\Delta t_н$ – температурний перепад, що нормується:

$$\Delta t_н = t_в - \tau_{вп}, \qquad (2.3)$$

Визначимо режим приміщення по відношенню до вологості:

t = 12-24 °С; φ = 55 %, тому режим приміщення нормальний, і приймаємо $\Delta t_н$ = 6 °С.

$\alpha_в$ – це параметр, який визначає умови теплообміну на внутрішній поверхні конструкції (додаток Б, ДСТУ Б В.2.6-189:2013): $\alpha_в$ = 8,7 Вт/м^2×°С.

n = 1 –коефіцієнт, який вказує положення зовнішньої поверхні по відношенню до зовнішнього повітря.

m – коефіцієнт, який вказує ступінь індустріальності конструкцій, m = 1

Отже,

$$R_0^{тр.} = \frac{22+23}{4} Ч \frac{1}{8,7} Ч1Ч1 = 1,29 \text{ м}^2\times°С/Вт.$$

Визначаємо фактичний термічний опір огорожуючої конструкції:

$$R_0Ф = R_в + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_н = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_н}, \text{ де (2.4)}$$

$R_в$ –опір на внутрішній поверхні конструкції;

R_1 ,R_2 ,R_3, R_4 – опір відповідно у шарах перлітобетону, утеплювача і у шарів вапняно-піщаного та цементно-піщаного розчину;

δ_1, δ_2, δ_3, δ_4 – товщина цих шарів відповідно;

λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 – коефіцієнти теплопровідності відповідно.

Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Таблиця 2.2

№ шару	Найменування матеріалу шару	Густина ρ, кг/м^3	Товщина шару δ, м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м×К)	Розрахунковий коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м^2×К)	Термічний опар шару $R = \delta/\lambda$, м^2×К/Вт
1.	Штукатурка – (розчин складний: пісок, вапно, цемент)	1700	0,02	0,87	10,42	0,023
2.	Перлітобетон	1200	0,2	0,5	8,01	0,4
3.	Пінопласт ПХВ-1	50	-	0,064	1,18	-
4.	Штукатурка – піщано-цементна	1600	0,02	0,81	9,76	0,025

$R_н$ – опір на зовнішній поверхні;

$\alpha_в$, $\alpha_н$ –коефіцієнти, які визначають умови теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях відповідно приймаємо $\alpha_в$ = 8,7 Вт/м^2×°С; $\alpha_н$ = 23 Вт/м^2×°С.

Товщина основного стінового шару δ_3 невідома. Припустимо, що $R_0Ф = R_0^{тр}$, тоді ми можемо знайти δ_3:

$$\delta_3 = \lambda_3\left[R_{q\,min} - \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_н} + \frac{1}{\alpha_в}\right)\right]$$

$$\delta_3 = 0{,}064\left[3{,}3 - \left(0{,}023 + 0{,}4 + 0{,}012 + \frac{1}{8{,}7} + \frac{1}{23}\right)\right] = 0{,}172 \text{ м.}$$

δ_3 приймаємо рівною кратному цілому числу сантиметрів. Приймаємо δ_3 = 20 см = 0,2 м. Тоді, його термічний опір дорівнюватиме:

.

Визначаємо фактичний опір теплопередачі конструкції :

$$R_\Sigma = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}023 + 0{,}4 + 3{,}125 + 0{,}025 + \frac{1}{23} = 3{,}7$$.

Оскільки $R_\Sigma Ф$ = 3,7 7 , умова виконується, тобто опір теплопередачі зовнішньої стіни більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі.

2.2.1. Розрахунок теплової інерційності конструкції стіни

Визначаємо теплову інерційність *D* огорожуючої конструкції:

$$D = \sum_{i=1}^{n} R_i s_i = R_1 s_1 + R_2 s_2 + R_3 s_3 + R_4 s_4, \text{ де} \qquad (2.5)$$

R_i – опір теплопередачі огорожуючої конструкції (таблиця 2.1);

s_i – розрахункові коефіцієнти теплозасвоєння:

D = 0,023 × 10,42 + 0,4 × 8,01 + 3,125 × 1,18 + 0,025 × 9,76 = 7,372

В залежності від ступеня масивності огорожувальної конструкції, теплова інерційність D приймає такі значення:

D>7 – масивна

4< D<7 – середня

1,5< D<4 – легка

D<1,5 дуже легка.

В даному випадку D=7,372, тобто, за тепловою інерційністю огорожуюча конструкція (зовнішня стіна) є масивна, ми початково задалися масивною конструкцією із $t_н$ на рівні $t_{нб}$, тобто вибрана $t_н$ п'ятиденки вибрана правильно.

2.2.2. Розрахунок теплової інерційності конструкції перекриття над неопалювальним підвалом

Визначаємо фактичний термічний опір перекриття над неопалювальним підвалом.

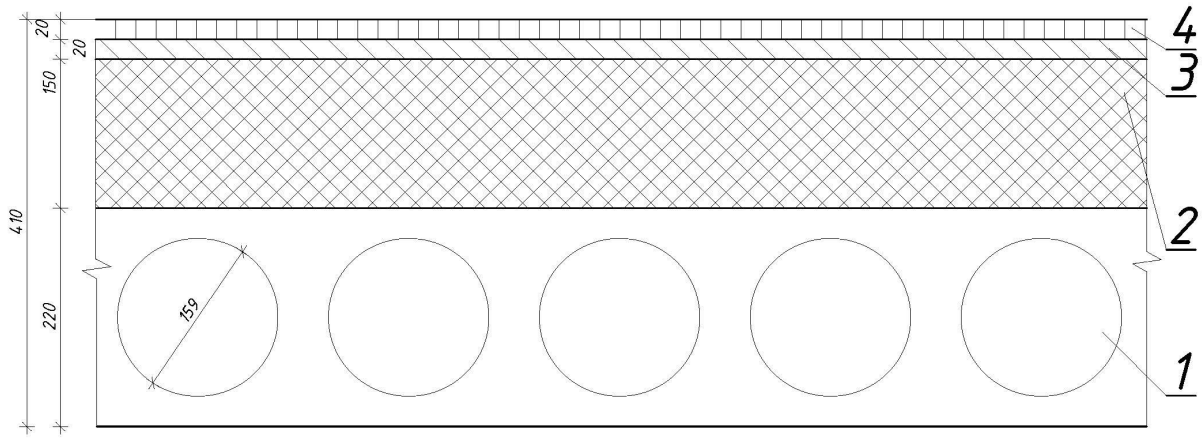
Перекриття над неопалювальним підвалом складається з:

1 – залізобетонної багатопорожнинної плити-перекриття ПК-42-15-8, δ_1 = 220 мм;

2 – утеплювач (плити мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого з масою від 3,5% до 4,2%));

3 – стяжка цементно-піщана, армована скловолокном, δ_3 = 20 мм;

4 – керамічна плитка для підлоги, δ_4 = 20 мм.



Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Таблиця 2.3

№ шару	Найменування матеріалу шару	Густина ρ, кг/м^3	Товщина шару δ, м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м×К)	Розрахунковий коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м^2×К)	Термічний опар шару $R = \delta/\lambda$, м^2×К/Вт
1.	Багатопорожниста плита-перекриття (залізобетон)	2500	0,061*	2,04	18,95	0,03
2.	Утеплювач -плити мінеральної вати на синтетичному звязуючому (вміст звязуючого з масою від 3,5% до 4,2%)	50	-	0,042	0,37	-
3.	Стяжка - розчин цементно-піщаний	1600	0,02	0,81	9,76	0,02
4.	Плити керамічні для підлоги	2000	0,02	1,1	12,55	0,02

*Примітка: * - В розрахунку плиту-перекриття вважаємо термічно-однорідною, товщиною δ_2 = 220-159 = 61 мм, тобто від загальної товщини плити віднята товщина шару, рівному діаметру круглого отвору плити. Термічні опори шарів плити товщиною 159 мм в розрахунку не враховуються.*

$\alpha_в$, $\alpha_н$ –коефіцієнти, які визначають умови теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях відповідно приймаємо $\alpha_в$ = 8,7 Вт/м^2×°С; $\alpha_н$ = 6 Вт/м^2×°С. (ДБН В.2.6-31)-

$$\delta_2 = \lambda_2\left[R_{q\,min} - \left(\frac{1}{\alpha_в} + R_1 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_н}\right)\right]$$

$$\delta_2 = 0{,}042\left[3{,}75 - \left(\frac{1}{8{,}7} + 0{,}03 + 0{,}02 + 0{,}02 + \frac{1}{6}\right)\right] = 0{,}142 \text{ м.}$$

δ_2 приймаємо рівною кратному цілому числу сантиметрів. Приймаємо δ_2 = 15 см = 0,15 м. Тоді, його термічний опір дорівнюватиме:

.

Визначаємо фактичний опір теплопередачі конструкції :

$$R_\Sigma = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}03 + 3{,}75 + 0{,}02 + 0{,}02 + \frac{1}{6} = 3{,}93 \quad .$$

Оскільки $R_{\Sigma}\Phi$ = 3,93 , умова виконується, тобто опір теплопередачі перекриття над холодним підвалом більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі.

2.2.3. Розрахунок теплового опору вікон та дверей

Вікна та двері в даному проекті прийняті (замовлені) з необхідним значенням опору теплопередачі $R_{q\min}$ зовнішніх дверей : (=0,6) та світлопрозорих огорожувальних конструкцій (=0,75), відповідно ДБН В.2.6.31-2016 «Теплова ізоляція будівель».

2.2.4. Розрахунок теплової інерційності конструкції покриття

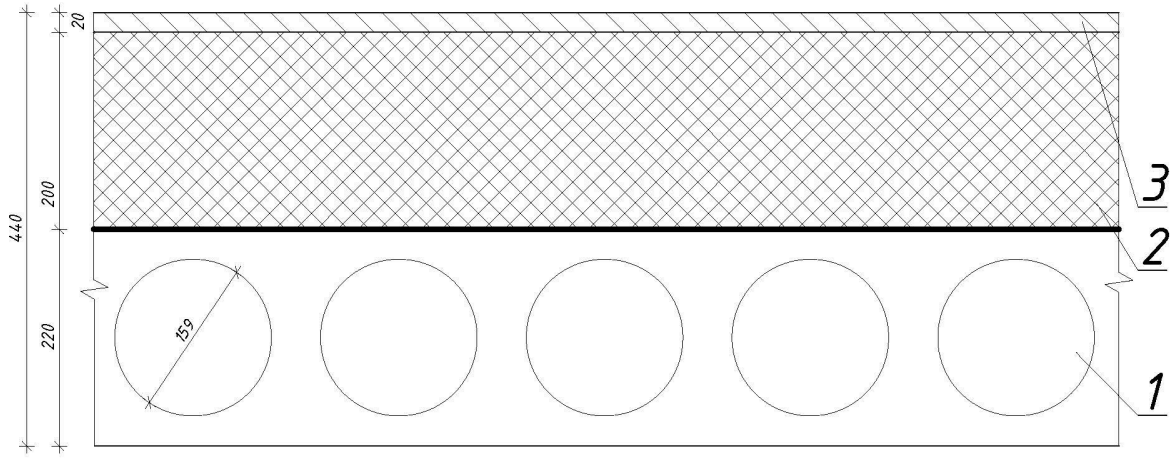
Перекриття над неопалювальним горищем складається з:

1 – залізо-бетонної багатопорожнинної плити-перекриття ПК-42-15-8, δ_1 = 220 мм;

2 - пароїзоляція (один шар руберойду та бітумна мастика);

3 – утеплювач (плити мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого з масою 3,5-4,2%));

4 – стяжка цементно-піщана, армована скловолокном, δ_3 = 20 мм.



Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Таблиця 2.4

№ шару	Найменування матеріалу шару	Густина ρ, кг/м^3	Товщина шару δ, м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м×К)	Розрахунковий коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м^2×К)	Термічний опар шару $R = \delta/\lambda$. м^2×К/Вт
1.	Багатопорожниста плита-перекриття (залізобетон)	2500	0,061*	2,04	18,95	0,03
2.	Утеплювач -плити мінеральної вати на синтетичному звязуючому (вміст звязуючого з масою від 3,5% до 4,2%)	70	-	0,040	0,43	-
3.	Стяжка - розчин цементно-піщаний	1600	0,02	0,81	9,76	0,02

*Примітка: * - В розрахунку плиту-перекриття вважаємо термічно-однорідною, товщиною δ_2 = 220-159 = 61 мм, тобто від загальної товщини плити віднята товщина шару, рівному діаметру круглого отвору плити. Термічні опори шарів плити товщиною 159 мм та шар пароізоляції в розрахунку не враховуються.*

$\alpha_в$, $\alpha_н$ –коефіцієнти, які визначають умови теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях відповідно приймаємо $\alpha_в$ = 8,7 Вт/м^2×°С; $\alpha_н$ = 12 Вт/м^2×°С. (ДБН В.2.6-31)-

$$\delta_2 = \lambda_2\left[R_{q\,min} - \left(\frac{1}{\alpha_в} + R_1 + R_3 + \frac{1}{\alpha_н}\right)\right]$$

$$\delta_2 = 0{,}04\left[4{,}95 - \left(\frac{1}{8{,}7} + 0{,}03 + 0{,}02 + \frac{1}{12}\right)\right] = 0{,}188 \text{ м.}$$

δ_2 приймаємо рівною кратному цілому числу сантиметрів. Приймаємо δ_2 = 20 см = 0,2 м. Тоді, його термічний опір дорівнюватиме:

.

Визначаємо фактичний опір теплопередачі конструкції :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,03 + 5,0 + 0,02 + \frac{1}{12} = 5,25 \quad .$$

Оскільки $R_{\Sigma}\Phi = 5,25$, умова виконується, тобто опір теплопередачі перекриття над неопалювальним горищем більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі.

2.2.5. Розрахунок теплової інерційності конструкції покриття підлоги з лаг на ущільненому ґрунті

Підлога першого поверху будинку прийнята з лаг на ущільненому ґрунті складається з:

1 - ущільнений грунт;

2 - гідроїзоляція (два шари руберойду та бітумна мастика), 10 мм;

3 – цегляний стовпчик 250×250×150 мм;

4 - гравій керамзитовий, δ_1 = 100 мм;

5 - повітряний прошарок, 50 мм;

6 - дощата підкладка, 20 мм;

7 - лаги 140×40 мм;

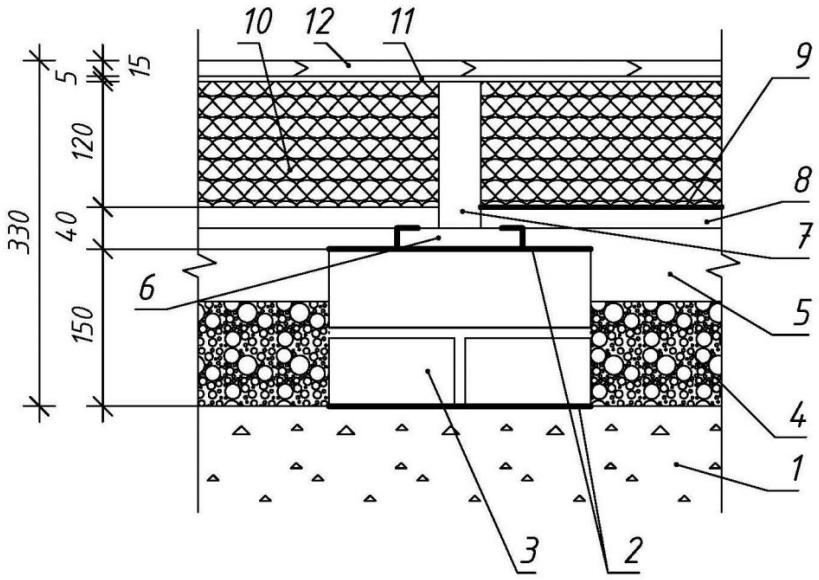
8 - деревинностружкова плита, δ_2 = 20 мм;

9 - пароізоляція, 5 мм;

10 – утеплювач (плити мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого з масою 3,5-4,2%));

11 – амортизаційна підкладка, 5 мм;

12 – паркетна дошка, δ_4 = 15 мм.



Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Таблиця 2.5

№ шару	Найменування матеріалу шару	Густина ρ, кг/м^3	Товщина шару δ, м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м×К)	Розрахунковий коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м^2×К)	Термічний опар шару $R = \delta/\lambda$. м^2×К/Вт
1.	Керамзіт	800	0,10	0,23	3,6	0,43
2.	ДСП	600	0,02	0,18	4,73	0,11
3.	Утеплювач - плити мінеральної вати на синтетичному звязуючому (вміст звязуючого з масою від 3,5% до 4,2%)	70	-	0,04	0,4	-
4.	Паркетна дошка	700	0,015	0,41	7,83	0,04

*Примітка: * - Термічні опори шарів гідро- та пароізоляції в розрахунку не враховуються.*

$\alpha_в$, $\alpha_н$ –коефіцієнти, які визначають умови теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях відповідно приймаємо $\alpha_в$ = 8,7 Вт/м^2×°С; $\alpha_н$ = 23 Вт/м^2×°С. (ДБН В.2.6-31)-

$$\delta_3 = \lambda_3\left[R_{q\,min} - \left(\frac{1}{\alpha_в} + R_1 + R_2 + R_4 + \frac{1}{\alpha_н}\right)\right]$$

$$\delta_3 = 0{,}04\left[3{,}75 - \left(\frac{1}{8{,}7} + 0{,}43 + 0{,}11 + 0{,}04 + \frac{1}{23}\right)\right] = 0{,}12 \text{ м.}$$

δ_3 приймаємо рівною кратному цілому числу сантиметрів. Приймаємо δ_3 = 12 см = 0,12 м. Тоді, його термічний опір дорівнюватиме:

.

Визначаємо фактичний опір теплопередачі конструкції :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,43 + 3,0 + 0,04 + \frac{1}{23} = 3,75 \quad .$$

Оскільки $R_{\Sigma}\Phi = 3,75$, умова виконується, тобто опір теплопередачі перекриття над ущільненим ґрунтом дорівнює мінімально допустимому значенню опору теплопередачі.

3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ

3.1. **Загальні вимоги**

Основні тепловтрати визначаються як :

$$Q_{\text{осн.}} = KF(t_{\text{в.}} - t_{\text{н.}}) \times n \text{ , де} \qquad (3.1)$$

К – коефіцієнт теплопередачі огорожуючої конструкції, $\frac{Вт}{м^2 \times \circ C}$

$$\text{К} = \frac{1}{R_0\Phi} \text{, де} \qquad (3.2)$$

$R_0Ф$ – фактичний опір теплопередачі огорожуючої конструкції.

F – площа поверхні огорожуючої конструкції, м^2.

$t_в$ – температура повітря всередині приміщення

$t_н$ – температура найбільш холодної п’ятиднівки;

n – поправковий коефіцієнт – вказує положення зовнішньої поверхні по відношенню до зовнішнього повітря.

$$Q_{\sum} = Q_{осн}\left(1 + \frac{\sum \beta}{100}\right) \text{, де} \qquad (3.3)$$

$\sum \beta$ - сума додаткових теплових втрат в долях від основних втрат огородження, приймаються:

1) припуск на орієнтацію огорожі з боків горизонту приймається для всіх зовнішніх вертикальних і похилих (у вертикальній проекції) огорож, що виходять на північ, схід, північний схід і північний захід на 10%, захід і південний схід - 5% від максимальних втрат тепла через ці огорожі.

2) додавання у кутових приміщеннях громадських будівель та допоміжних приміщень виробничих будівель (з двома і більше зовнішніми стінами) враховує зниження температури випромінювання. Для вертикальних огороджень (зовнішні стіни, вікна та двері) ми приймаємо у розмірі 5% базових втрат тепла (у кутових приміщеннях житлових та подібних будинків підвищують структурну температуру повітря в приміщенні на 2 °C і додавання 5% не входить).

3) надбавка при надходженні холодного повітря через входи й в'їзди в будинки, не обладнаних повітряними або повітряно-тепловими шторами. При короткочасному відкриванні зовнішніх дверей в N-Поверхових будинках при подвійних дверях з тамбуром між ними приймають добавку в розмірі 0,27N, при одинарних дверях — 0,22N, при наявності двох тамбурів між потрійними дверима — 0,2 N основних тепловтрат через ці двері.

Втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря

Зовнішнє повітря потрапляє в приміщення через протікання у закритих конструкціях будівлі (вікна, балконні двері, стикові панелі тощо) та перепади тиску між внутрішнім і зовнішнім повітрям. Це повітря компенсує кількість повітря, що видаляється з приміщень природним провітрюванням. Таким чином, виконується природна (гравітаційна) вентиляція приміщень.

Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря розраховують за формулою:

$$Q_{інф.} = \frac{1005}{3600} \cdot G_{інф.} \cdot (t_в - t_{н5}) \cdot A \text{, де} \qquad (3.4)$$

$G_{інф} = V_п \cdot \rho_в$ - витрати повітря, м^3/год; питома нормована витрата приймається рівною 3 м^3/год на 1 м^2 площі; $V_п$ – об’єм кімнати;

ρ - густина зовнішнього повітря, кг/м^3;

А – коефіцієнт економайзерного ефекту, який залежить від виду вікна, тобто для подвійного скління в дерев'яних чи пластмасових спарених переплетах він буде дорівнювати, А=0,8

$$Q_{інф.} = 0{,}28\ V_п \cdot \frac{353}{273 + t_в} \cdot (t_в - t_{н5}) \cdot A .$$

$$Q_{зат} = Q_{\sum} + Q_{інф} .$$

$Q_{заг}$ округлити до цілих.

Всі ці розрахунки зведемо в таблицю 3.1:

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ

Таблиця 3.1

Найменування огороджуючої конструкції	Розмір a × b, м			F, м²	Орієнтація	K, Вт/м² × °C	$t_в$ - $t_н$, °C	n	$Q_{осн}$	Додатки, %			$Q_Σ$	$Q_{інф}$	$Q_{заг}$
										Орієнтація	Іншого	Усього			
1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I ПОВЕРХ															
Вітальня (101), F=17,53 м², h=2,6 м, $t_в$=22 °C															
Зовнішня стіна	5,11	×	2,6	13,3	Сх	0,27	45	1	160	10	5	15	184		
Зовнішня стіна	4,69	×	2,6	12,2	Пд	0,27	45	1	147	0	5	5	154		
Вікно	2,1	×	1,5	3,2	Пд	1,07	45	1	151	0	5	5	159		
Зовнішня стіна	2,02	×	2,6	5,3	Зх	0,27	45	1	63	5	5	10	70		
Підлога	3,81	×	5,04	19,2	-	0,13	45	0,6	65	0	0	0	65		
												Разом:	632	548	**1180**
Кухня-столова (102), F=19,81 м², h=2,6 м, $t_в$=22 °C															
Зовнішня стіна	5,58	×	2,6	14,5	Сх	0,27	45	1	175	10	5	15	201		
Вікно	1,8	×	1,5	2,7	Сх	1,07	45	1	129	10	5	15	149		
Зовнішня стіна	4,44	×	2,6	11,5	Пн	0,27	45	1	139	10	5	15	160		
Вікно	2,1	×	1,5	3,2	Пн	1,07	45	1	151	10	5	15	174		
Підлога	3,81	×	5,14	19,6	-	0,13	45	0,6	66	0	0	0	66		
												Разом:	750	619	**1370**
Санвузол (103), F=6,11 м², h=2,6 м, $t_в$=25 °C															
Зовнішня стіна	1,12	×	2,6	2,9	Зх	0,27	48	1	37	5	0	5	39		
Підлога	4	×	2,05	6,9	-	0,13	48	0,6	25	0	0	0	25		
												Разом:	64	0	**64**
Технічне приміщення (104), F=6,09 м², h=2,6 м, $t_в$=22 °C															
Зовнішня стіна	4,42	×	2,6	11,5	Пн	0,27	45	1	139	10	5	15	159		
Вікно	0,9	×	1,3	1,2	Пн	1,07	45	1	56	10	5	15	65		
Двері	0,9	×	2,2	2,0	Пн	1,40	45	1	125	10	5	15	143		
Зовнішня стіна	2,1	×	2,6	5,5	Зх	0,27	45	1	66	5	5	10	72		
Підлога над підвалом	3,81	×	1,66	6,3	-	0,25	45	0,6	43	0	0	0	43		
												Разом:	483	190	**674**

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Тамбур (105), F=8,6 м^2, h=2,6 м, $t_в$=22 °С															
Зовнішня стіна	2,29	×	2,6	6,0	Пд	0,27	45	1	72	0	0	0	72		
Двері	1,2	×	2,2	2,6	Пд	1,40	45	1	166	0	0	0	166		
Зовнішня стіна	2,48	×	2,6	6,4	Зх	0,27	45	1	78	5	0	5	82		
Підлога	2,41	×	4,29	14,5	-	0,13	45	0,6	49	0	0	0	49		
												Разом:	369	269	**638**
Гардеробна (106), F=3,75 м^2, h=2,6 м, $t_в$=22 °С															
Зовнішня стіна	1,92	×	2,6	5,0	Пд	0,27	45	1	60	0	5	5	63		
Зовнішня стіна	3,18	×	2,6	8,3	Зх	0,27	45	1	100	5	5	10	110		
Підлога	2,41	×	4,29	14,5	-	0,13	45	0,6	49	0	0	0	49		
												Разом:	222	0	**222**
														Разом І поверх:	**4147**

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
II ПОВЕРХ															
Спальня (201), F=11,88 м^2, h=2,6 м, $t_в$=22 °С															
Зовнішня стіна	3,62	×	2,6	9,4	Сх	0,27	45	1	114	10	5	15	131		
Зовнішня стіна	4,44	×	2,6	11,5	Пн	0,27	45	1	139	10	5	15	160		
Вікно	1,8	×	1,5	2,7	Пн	1,07	45	1	129	10	5	15	149		
Горище	3,81	×	3,12	12,1	-	0,19	45	0,9	93	0	0	0	93		
												Разом:	533	371	**<u>904</u>**
Спальня (202), F=19,69 м^2, h=2,6 м, $t_в$=22 °С															
Зовнішня стіна	7,06	×	2,6	18,4	Сх	0,27	45	1	221	10	5	15	255		
Зовнішня стіна	4,69	×	2,6	12,2	Пд	0,27	45	1	147	0	5	5	154		
Вікно	2,1	×	1,5	3,2	Пд	1,07	45	1	151	0	5	5	159		
Зовнішня стіна	1,8	×	2,6	4,7	Зх	1,07	45	1	224	5	5	10	247		
Горище	3,81	×	5,17	22,5	-	0,19	45	0,9	174	0	0	0	174		
												Разом:	988	616	**<u>1604</u>**
Спальня (203), F=10,28 м^2, h=2,6 м, $t_в$=22 °С															
Зовнішня стіна	4,44	×	2,6	11,5	Пд	0,27	45	1	139	0	5	5	146		
Вікно	1,22	×	1,5	1,8	Пд	1,07	45	1	88	0	5	5	92		
Двері	0,6	×	2,22	1,3	Пд	1,40	45	1	84	0	5	5	88		
Зовнішня стіна	3,2	×	2,6	8,3	Зх	0,27	45	1	100	5	5	10	110		
Горище	3,81	×	2,82	11,0	-	0,19	45	0,9	85	0	0	0	85		
												Разом:	522	321	**<u>843</u>**
Холл (204), F=6,68 м^2, h=2,6 м, $t_в$=22 °С															
Зовнішня стіна	2,48	×	2,6	6,4	Зх	0,27	45	1	78	5	0	5	82		
Вікно	1,4	×	1,5	2,1	Зх	1,07	45	1	101	5	0	5	106		
Горище	6,14	×	2,48	12,6	-	0,19	45	0,9	97	0	0	0	97		
												Разом:	284	209	**<u>493</u>**

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Сумісний санвузол (205), F=10,28 м^2, h=2,6 м, $t_в$=25 °С															
Зовнішня стіна	3,2	×	2,6	8,3	Зх	0,27	48	1	107	5	5	10	118		
Вікно	0,75	×	1	0,8	Зх	1,07	48	1	38	5	5	10	42		
Зовнішня стіна	4,44	×	2,6	11,5	Пн	0,27	48	1	149	10	5	15	171		
Вікно	2,91	×	1	2,9	Пн	1,07	48	1	149	10	5	15	171		
Горище	3,81	×	2,7	12,1	-	0,19	48	0,9	99	0	0	0	99		
												Разом:	601	339	**941**
														Разом II поверх:	**4785**
														Загальні тепловтрати котеджного будинку:	**8932**

3.2. **Розрахунок теплової потужності системи опалення будівлі**

Після розрахунку тепловтрат, визначають загальні витрати теплоти:

$$\sum Q_{тп}=8932 \text{ Вт}$$

Теплове навантаження системи опалення всього будинку визначається за формулою:

$$Q_{со} = (Q^{'}_{тп} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 - Q_{поб}) / 0{,}97, \text{ де} \qquad (3.5)$$

$Q^{зд}_{тп}$ - теплові втрати всього будинку,

β_1 - коефіцієнт, що враховує додаткову теплопередачу в приміщення, яка пов'язана зі зростанням площі (порівняно з розрахунковою) прийнятих до установки опалювальних приладів, β_1 =1,05 (див. розділ 4.1);

β_2 - коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, та пов'язані з розміщенням опалювальних приладів відносно зовнішніх огорож, β_2 =1,02, (див. розділ 4.1);

* Примітка: за радіаторну ділянку облаштовуємо тепловідбиваючою фольгою.

$Q_{поб}$ – загальні побутові теплові надходження в будинку, Вт.

Визначення побутових теплонадходжень:

$$Q_{поб.} = 10 \sum F_{буд.}$$

де $\sum F$ – сума площ приміщень будинку, м^2.

Розрахунок наведений у формі таблиці 3.2.:

Розрахунок сумарного теплового навантаження

Таблиця 3.2

I поверх					II поверх				
№ кімн.	F, м^2	$Q_{тп}$, Вт.	$Q_{поб}$, Вт.	$Q_{СО}$, Вт.	№ кімн.	F, м^2	$Q_{тп}$, Вт.	$Q_{поб}$, Вт.	$Q_{СО}$, Вт.
101	17,53	1180	175,3	1122	201	11,88	904	118,8	876
102	19,81	1370	198,1	1308	202	19,69	1604	196,9	1568
103	6,11	64	61,1	8	203	10,28	843	102,8	825
104	6,09	674	60,9	681	204	6,68	493	66,8	476
105	8,6	638	86	615	205	10,28	941	102,8	933
106	3,75	222	37,5	207					
Разом:	**61,89**	**4147**		**3941**		**58,81**	**8932**		**4677**
Разом буд.	**120,7**	**8932**		**8618**					

3.2.1. Надходження теплоти від людей

Як відомо, теплота, яка надходить до приміщення від людей, може бути «явна» – $Q_я$ і «прихована» – $Q_{прих}$, а потік повної теплоти дорівнюватиме сумі потоків «явної» та «прихованої» теплоти, це значить :

$$Q_л = Q_я + Q_{прих}. \quad (3.6)$$

В практичних розрахунках надходження повної теплоти від людей, кВт, розраховують за формулою

$$Q_л = (q_{пч} + 0{,}85\ q_{пж}) \cdot 10^{-3}, \text{де} \quad (3.7)$$

q – надходження повної теплоти від одного дорослого чоловіка, Вт/чол (залежить від температури внутрішнього повітря та характеру виконуваної роботи, яка може бути: легка, робота середньої важкості та важка фізична робота);

$n_ч$, $n_ж$, – відповідно кількість чоловіків та жінок в приміщенні.

Для умов житлового будинку q=151 Вт/чол [4].

Кількість осіб у будинку ($n_ч$=2, $n_ж$=2).

Надходження теплоти від людей розраховуємо за формулою (3.7)

$$Q_л = (151 \times 2 + 0{,}85 \times 151 \times 2) \times 10^{-3} = 0{,}56 \text{ кВт}.$$

3.2.2. Надходження теплоти від електричного освітлення

Надходження теплоти від електричного освітлення розраховують за формулою

$$Q_{осв} = N_Л \times k_{осв} \times n_{св}, \text{ де} \quad (3.8)$$

де $N_л$ – потужність одного джерела освітлення, Вт;

$k_{осв}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову (лампи розжарення – $k_{осв}$= 0,95; люмінесцентні лампи – $k_{осв}$= 0,4);

$n_{св}$ – кількість однотипних джерел освітлення.

В будинку встановлено 20 люмінісцентних ламп виробника DELUX GLOBE 30 W (1600LM) 4100K 220V E27 та 4 підпотолочні люстри Люстра Brille BCL-645C/6 E14 30 W на 6 люмінісцентних лампочок кожна та 2 LED-світильника для дзеркал санвузлів DUET 3D l=564 мм 12 W.

Надходження теплоти від електричного освітлення становить:

$Q_{осв} = 30\times0,4\times20 + 30\times0,4\times24 + 12\times0,4\times2 = 538$ Вт = 0,54 кВт.

Загальні надходження теплоти до приміщень становлять:

$$Q_З = Q_л + Q_{осв} = 0,56 + 0,54 = 1,2 \text{ кВт.}$$

Теплове навантаження на систему опалення розраховується за формулою (2.1):

$$Q_{СО} = 8,618 – 1,2 = 7,418 \text{ кВт.}$$

Загальна витрата теплоносія у системі опалення будинку визначається за формулою:

$$G_{со} = \frac{Q_{со}}{1,163\left(t_{под} - t_{звор}\right)}, \text{ де} \qquad (3.9)$$

$t_{под}$ - температура води на падаючій магістралі, $t_{под} = 95^0 C$,

$t_{звор}$- температура води на зворотній магістралі, $t_{звор} = 70^0 C$. Ці параметри температур взяті із завдання.

$$G_{со} = \frac{7418}{1,163(95 - 70)} = 296,4 \frac{кг}{год}.$$

3.3. **Середня витрата теплоти на опалення**

Середня витрата теплоти на опалення розраховується за формулою

$$Q_0^{ср} = Q\frac{t_{вн} - t_{ср.0}}{t_{вн} - t_{р.0}}, \text{ де} \qquad (3.10)$$

$t_{ср.о}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період. Для м. Миргород [2] $t_{ср.о}$ = -0,68°С.

Тоді:

$$Q_0^{ср} = 7,418\frac{22 + 0,68}{22 + 23} = 3,74 \text{ кВт.}$$

3.4. **Річна витрата теплоти на опалення**

Річна витрата теплоти на опалення, кВт·год/рік, розраховується за формулою:

$$Q_{рік} = 24 Q_{ср.} n_{оп.}, \text{ де} \qquad (3.11)$$

$n_{оп.}$ – тривалість опалювального періоду, діб. За [2] для м. Миргород $n_{оп.}$ = 178 діб.

$Q_{ср.}$ – середня витрата теплоти на опалення, кВт.

Тоді:

$$Q_{рік} = 24 \text{ Ч } 3{,}74 \text{ Ч } 178 = 15971 \ \frac{кВт \ год.}{рік}.$$

3.5. **Клас енергоефективності будинку**

Клас енергоефективності визначається за різницею розрахункових і максимальних теплових втрат будинку.

Розрахунок питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період $q_{буд}$, кВт·год/м^2, визначається за формулою

$$q_{буд} = Q_{річ} / F_h, \text{ де} \qquad (3.12)$$

F_h – опалювана площа, м^2. Для даного будинку складає F_h = 120,7 м^2.

Отже, за формулою (3.8) питомі тепловтрати становлять:

$$q_{буд} = 15971 : 120{,}7 = 122 \text{ кВт·год/м}^2.$$

Різниця у відсотках розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат $q_{буд}$ та максимально допустимого значення E_{max} визначається як:

$$[(qбуд - E_{max})/ E_{max}].100\%, \text{ де} \qquad (3.13)$$

E_{max} – максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, (кВт·год)/м^2. Для двоповерхового житлового будинку (т.1 [5]) начення E_{max} =120 (кВт·год)/м$^{2.}$

Різниця фактичного значення питомих тепловитрат

$$[(122-120)/120]\times 100\% = 1{,}67\%.$$

Так як отримане розрахункове значення знаходиться в інтервалі 1 < 1,67 < 25, то можемо зробити висновок, що за табл. 2 [5] дана будівля належить до класу енергоефективності «D».

4. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

4.1. **Конструювання системи опалення**

Проектування системи опалення виконується в такій послідовності:

Розмістить прилади опалення на стіні нижче глобальних отворів, оскільки найбільші втрати тепла саме там. Пристрої біля стін розміщують, як виняток.

Повітря відводиться з системи опалення у найвищі точки. Проект передбачає спуск повітря через клапани випуску повітря. Щоб вода могла виділятися, основний трубопровід прокладається з нахилом руху теплоносія. Всі магістральні трубопроводи прокладені з ухилом 0,002 ... 0,005. Цей проект передбачає прокладку трубопроводів з нахилом 0,005 до дренажних пристроїв. На перетині стін, перегородок і стелі переконайтесь, що труби прокладені в гільзах, виготовлених з негорючих матеріалів.

Розсувні клапани призначені для відключення та зливу води з окремих частин системи: на кожному стояку; на окремих кільцях та гілках; до та після підйомників, клапанів і іншого обладнання.

Запірні клапани або засувки встановлюються на окремих гілках системи, щоб їх можна було закрити під час ремонту, зливні клапани або крани в нижніх точках системи. Клапани або кульові крани встановлюються на трубопроводах діаметром до 50 мм. Замки встановлюються на більших діаметрах труб.

Сходи обігріваються приладами на першому поверсі.

Після розміщення на поверхах планів обігрівачів, стояків, трубопроводів, малюємо аксонометричну схему системи опалення в масштабі 1:100 (рис. 4.1, 4.2). Нагрівальні прилади за аксонометричною схемою показані у вигляді паралелограм.

У разі перекриття трубопроводів, що ускладнює читання схеми, стояки рекомендують зміщення, умовне переривання трубопроводів та маркування на місцях розриву малими літерами.

Рис. 4.1. Аксонометрична схема системи опалення 1-го поверху

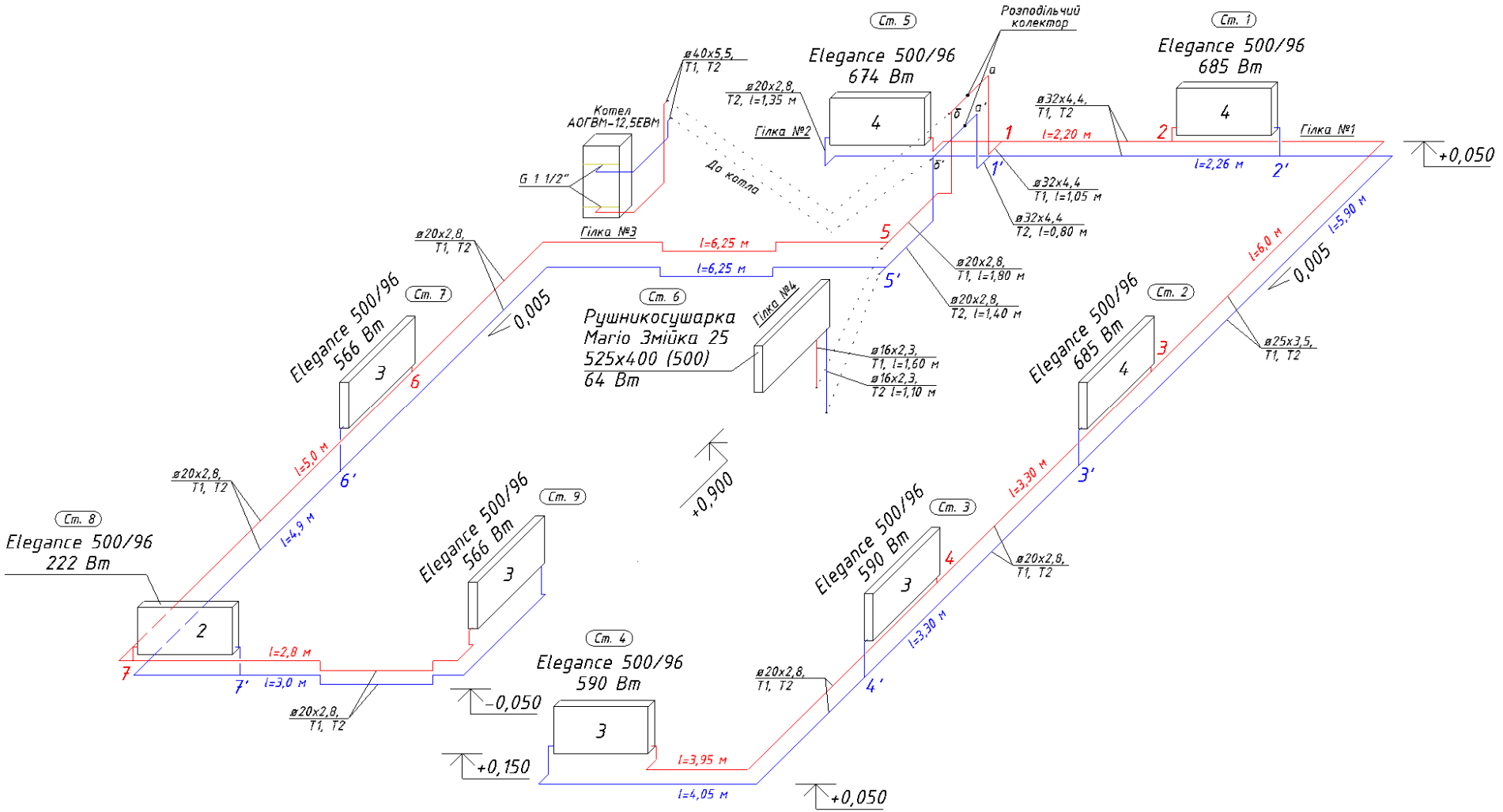
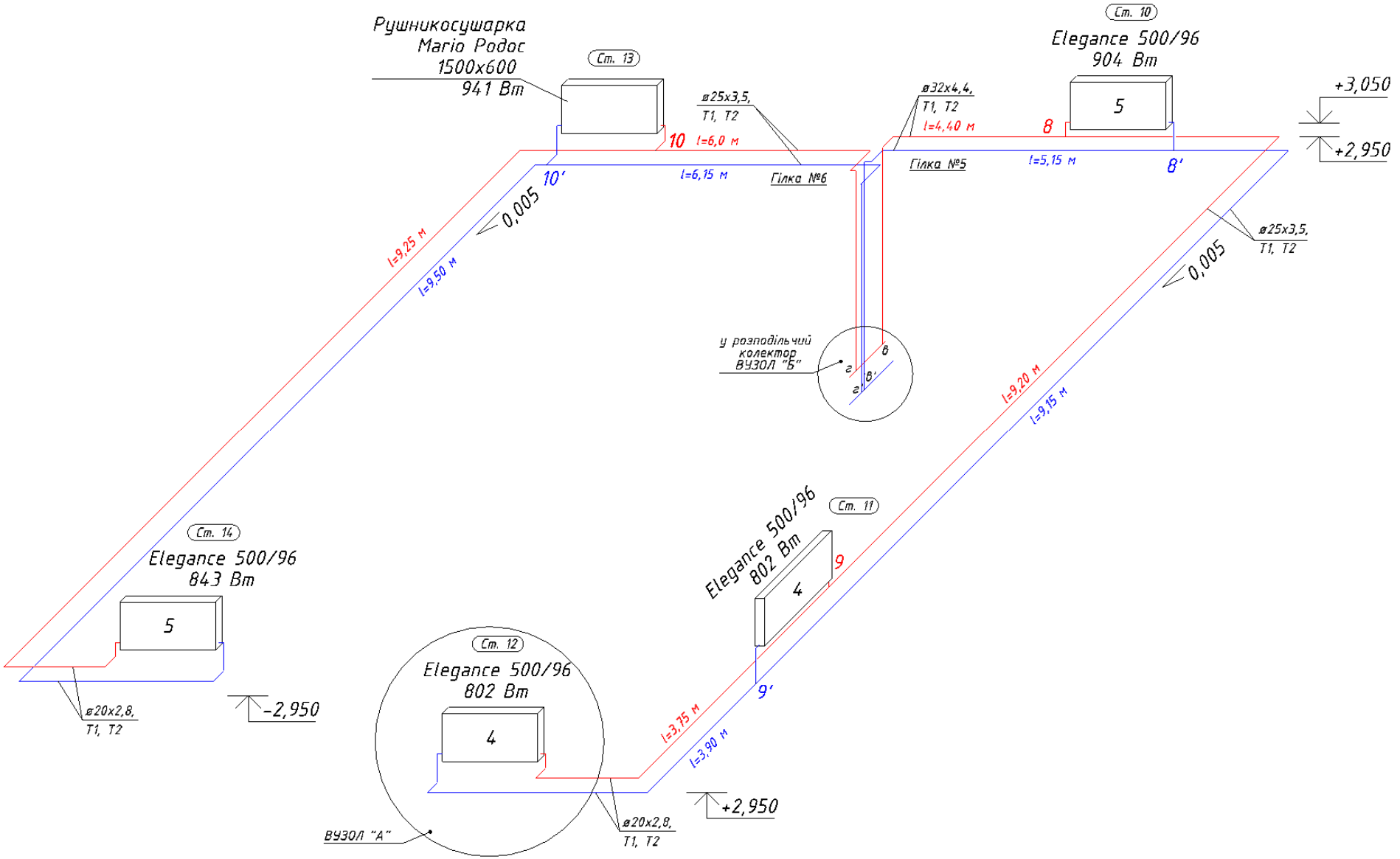


Рис. 4.2. Аксонометрична схема системи опалення 2-го поверху



4.2. **Гідравлічний розрахунок системи опалення**

Метою гідравлічного розрахунку є вибір таких діаметрів труб, які забезпечували б проходження розрахункової вартості теплоносія для передачі певної кількості тепла на кожен нагрівач.

Початкові дані для гідравлічного розрахунку перекреслюють розраховані і розширені схеми системи опалення. Теплові навантаження кожного опалювального приладу (дорівнює тепловтратам приміщення) відносяться до схеми системи опалення. Крім того, вказують довжину кожного відрізку для розрахунку. Розрахункова секція – ділянка трубопроводу одного діаметру з постійними витратами теплоносія.

Вибирають на аксонометричній схемі головне кільце циркуляції. Воно проходить через найбільш віддалений опалювальний прилад найбільш навантаженої гілки та котел. Інші кільця циркуляції мають спільні й паралельні ділянки по відношенню до головного і, як наслідок, гідравлічно зв'язані з останнім.

Визначається теплове навантаження гілки, Вт

$$Q_{ст} = Q_{прим\ 1} + Q_{прим\ 2} + ... + Q_{прим\ n}, \quad (4.1)$$

Головне кільце розбивають на ділянки – відрізки трубопроводу, на яких витрати теплоносія і діаметри постійні. Визначають довжини ділянок, їх теплові навантаження й витрати води.

Визначається витрата води в гілці, кг/год

$$G_{ст} = \frac{Q_{ст} \cdot 3{,}6 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c(t_г + t_0)}, \quad (4.2)$$

де с – питома теплоємність теплоносія, с = 4,19 кДж/кг ˚С;

$t_г$, $t_о$ – температура теплоносія в подаючому і зворотному трубопроводі, ˚С;

β_1, β_2 – поправкові коефіцієнти, приймаються за таблицями 9.5, 9.6 [7].

Модель радіатора	β_1	β_2	
		Зовн. стіна	Зовн. остекл.

EL. 500/96	1,05	1,02	1,07

За табл. 4.1 приймають умовні діаметри трубопроводів рівними 16, 20, 25 або 32 мм, орієнтуючись на менші за 80 Па/м питомі втрати тиску за довжиною *l*. У тому випадку, коли питомі втрати тиску в трубопроводі більші за максимально можливі, необхідно збільшити діаметр трубопроводу. Для системи опалення приймають труби, які витримують тиск не менше 20 бар (PN16) та температуру теплоносія 80 °С.

Таблиці для гідравлічного розрахунку трубопроводів систем водяного опалення із труб поліпропіленових STABI при температурі води 80 °С та k_e=0,01 мм

Таблиця 4.1

PN 16	Температура води = 80 °C STABI									
к = 0,01	16 x 2,3 мм		20 x 2,8 мм		25 x 3,5 мм		32 x 4,4 мм		40 x 5,5 мм	
Q л/с	R кПа/м	v м/с	R кПа/м	v м/с	R кПа/м	v м/с	R кПа/м	v м/с	R кПа/м	v м/с
0,01	0,015	0,1	0,004	0,1						
0,02	0,061	0,2	0,019	0,1	0,007	0,1				
0,03	0,117	0,3	0,038	0,2	0,014	0,1	0,004	0,1		
0,04	0,198	0,4	0,067	0,2	0,023	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1

За прийнятими діаметрами визначають точне значення питомих втрат тиску за довжиною методом інтерполяції.

Втрати тиску на всіх ділянках кільця циркуляції визначають за формулою, Па,

$$\Delta p_i = R_i l_i + \Sigma\xi \frac{v^2}{2}\rho_в, \qquad \text{де} \tag{4.3}$$

R_i – питомі втрати тиску від тертя на *i*-тій ділянці, Па/м;

l_i – довжина ділянки, м;

$\sum\xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на цій ділянці;

v – швидкість руху води, $v=G/(3600 \cdot f \cdot \rho_B)$, м/с;

ρ_B – густина води, кг/м^3, у середньому $\rho_B = 980$ кг/м^3;

f – площа внутрішнього перерізу труби $f=\pi\, d^2/4$ (м^2);

d – діаметр трубопроводу внутрішній (м).

Важливо пам'ятати, що коли місцеві опори (трійник, хрестовина) знаходяться на кінцях ділянок, то числове значення коефіцієнтів місцевих опорів відносять до ділянки з меншою витратою води.

На ділянках, на яких розташовані опалювальні прилади, треба визначити втрати тиску в термостатичних радіаторних клапанах та радіаторних вентилях.

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

$$\Delta p_{кл} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{G}{k_v} \right)^2, \qquad (4.4)$$

де G – розрахункова витрата теплоносія на ділянці, кг/год;

k_v – пропускна здатність клапана, м^3/год, яку приймаємо за таблицями 4.1 та 4.2.

Характеристики клапанів RA-N

Таблиця 4.1

Тип	Модель	З'єднання		Попередня настройка								k_{vs}	Максимальний тиск			Макс. темпер. води,
		вхід	вихід	Пропускна здатність клапану k_v (м^3/год при Δp=1 бар)									Робочий	Перепад тиску	Випробувальний	
				1	2	3	4	5	6	7	N	N	бар	бар	бар	°C
RA-N10	прямий	R_p 3/8	R_p 3/8	0,04	0,08	0,12	0,19	0,25	0,33	0,38	0,56	0,65	10	0,6	16	120
	кутовий															
RA-N15	прямий	R_p 1/2	R_p ½	0,04	0,09	0016	0,25	0,36	0,43	0,52	0,73	0,9				
	кутовий															
RA-N20	прямий	R_p 3/4	R_p ¾	0,10	0,15	0,1	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40				
	кутовий															

Характеристики клапанів RLV

Таблиця 4.2

Тип та виконання		D_y, мм	Різьба штуцерів, дюйми	Пропускна здатність клапане K$_v$, м^3/год
RLV	прямий	10	3/8	1,8
	кутовий			
RLV	прямий	15	1/2	2,5
	кутовий			
RLV	прямий	20	¾	3,0
	кутовий			

Результати гідравлічного розрахунку заносять у таблицю 4.3.;

Оскільки основні втрати тиску зазвичай це втрати в опалювальному приладі, то за розрахункову гілку вибираємо ту де розміщені найбільш теплонапружені прилади (гілка №1).

Визначається необхідна витрата теплоносія на 1 ділянці (приміщення 101, 102,104), $Q_{К-1}$ = 1370+1180+674 = 3223 Вт.

Витрати теплоносія, визначені за формулою (4.2):

$$G_{К1} = \frac{3,6 \text{Ч} 3223}{(95 - 70)} 1,02 \text{Ч} 1,07 = 184,64 \text{ кг/годину},$$

$$G_{К1} = \frac{184,64}{(3600 \text{Ч} 0,98)} = 0,03 \text{ л/с}.$$

За таблицею [4.1] визначаємо:

d = 32 мм, W= 0,1 м/с, R= 4 Па.

Втрати тиску на всіх ділянках кільця циркуляції гілки 1 визначають за формулою, Па,

$$p_{дин.К1} = \frac{v^2}{2}\rho_в = \frac{\rho_в}{2} \text{Ч} \frac{4G_i}{1000 \text{Ч} 3600 \text{Ч} \pi d^2} = \frac{980}{2} \text{Ч} \frac{4 \text{Ч} 118,64}{1000 \text{Ч} 3600 \text{Ч} 3,14 \text{Ч} 0,032^2} = 0,82,$$

$$\Sigma\xi_{К1} = 1,8 + 0,1 = 1,9, \text{ де}$$

1,8 – коефіцієнт місцевого опору кута Ø32 мм на 90°;

0,1 - коефіцієнт місцевого опору кульового повнопрохідного крану Ø32 мм.

$$\Delta p_{К1} = 4 \text{Ч} 1,05 + 1,9 \text{Ч} 0,82 = 5,76 \text{ Па}.$$

Розрахунок на інших ділянках гілки 1 проводиться аналогічно (див. табл. 4.3), до ділянки з опалювальним приладом, де враховуються витрати тиску на термостатичних клапанах за формулою (4.2).

Сумарні втрати тиску на ділянках кільця 1-1’ гілки 1 ($\Delta p_{11'Г1}$=2310,38 Па) повинні бути такими самими, як і кільця циркуляції гілки 2.

Витрати теплоносія гілки 2:

$$G_{Г2} = \frac{3,6 \text{Ч} 674}{(95 - 70)} 1,02 \text{Ч} 1,07 = 24,81 \text{ кг/годину} = 0,01 \text{ л/с},$$

d = 20 мм, W= 0,022 м/с, R= 4 Па.

$$p_{дин.К2} = \frac{v^2}{2}\rho_в = \frac{\rho_в}{2} \text{Ч} \frac{4G_i}{1000 \text{Ч} 3600 \text{Ч} \pi d^2} = \frac{980}{2} \text{Ч} \frac{4 \text{Ч} 24,81}{1000 \text{Ч} 3600 \text{Ч} 3,14 \text{Ч} 0,02^2} = 0,24,$$

$$\Sigma\xi_{К2} = 2,1 \times 4 + 1,5 + 3,86 + 0,5 = 14,26, \text{ де}$$

2,1 – коефіцієнт місцевого опору кута Ø20 мм на 90° (4 шт.);

1,5 - коефіцієнт місцевого опору трійника на відгалудження Ø20 мм;

3,86 - коефіцієнт місцевого опору біметалевого радіатору на 4 секції;

0,5 - коефіцієнт місцевого опору трійника на відгалудження Ø20 мм

$$\Delta p_{RA\ N} = 0{,}1(\frac{24{,}81}{0{,}16})^2 = 2404 \text{ Па}, \qquad \Delta p_{RLV} = 0{,}1(\frac{24{,}81}{3{,}0})^2 = 6{,}84 \text{ Па}.$$

$$\Sigma\Delta p_{K2} = 4 \text{Ч}(1{,}1 + 1{,}35) + 14{,}26 \text{Ч}0{,}24 + 2404 + 6{,}84 = 2424{,}12 \text{ Па}.$$

Всі інші кільця за допомогою запірних клапанів на приладі регулюємо так щоб втрати по всім гілкам були рівні. Для цього термостатичний клапан RA-N на кожному опалювальному приладі необхідно повернути на вказане у стовпчику 9 таблиці 4.3 положення від закритого.

Наприкінці гідравлічного розрахунку витрат тиску другої гілки (1-1') необхідно перевірити нев'язки з витратами тиску ділянки 1-1' гілки 2, що розраховуються за формулою, %:

$$\text{A}_{1\text{-}1'} = \frac{\Sigma\Delta p_{к2} - \Sigma\Delta p_{к1}}{\Sigma\Delta p_{к1}} \text{Ч}100\%, \qquad (4.5)$$

Розбіжність (нев'язка) в розрахункових витратах тиску з'єднаних ділянок допускається на рівні до 15%.

$$\text{A}_{1\text{-}1'} = \frac{2424{,}12 - 2310{,}38}{2424{,}12} \text{Ч}100\% = 4{,}96\%.$$

Умова виконується.

Маємо найбільші втрати по гілці 2 до приладу в приміщенні 104, тому цей тиск буде розрахунковим і на нього підбирається насос.

При неможливості нев'язки витрат тиску шляхом зміні діаметру чи термостатичними клапанами (гілка 4), на стояку встановлюється діафрагма. Діаметр діафрагми $d_Д$ визначається (приймається не менш ніж 5 мм), видштовхуючись від витрати теплоносія в стояку $G_{ст.}$ за формулою:

$$d_Д = 3{,}54(\frac{G_{Ст}^2}{\Delta p_Д})^{0{,}25}, \text{ де} \qquad (4.6)$$

$\Delta p_Д$ - необхідні для нев'язки витрати тиску в діафрагмі, Па.

$$\Delta p_{д} = \Delta p_{5\ 5'}(\text{дальнє кільце}) - \Delta p_{5\ 5'}(\text{ближнє кільце}) = 2379{,}23\text{-}411{,}76 = 1967{,}47 \text{ Па}.$$

$$d_{д} = 3{,}54\left(\frac{2{,}36^{2}}{1967{,}47}\right)^{0{,}25} = 0{,}9 мм \rightarrow 5 \text{ мм}.$$

Гідравлічний розрахунок системи опалення

Таблиця 4.3

№ ділянки	Q_i, Вт	G, кг/год	G, л/с	l, м	d, мм	v, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma\xi$	$p_{дин.}$, Па	Z	Δp_i, Па	$\Sigma\Delta p_i$, Па	Примітки ([6] Додаток И, [7] дод. II.10-II.20)
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
І ПОВЕРХ														
Гілка 1														
Дальнє кільце через Ст.4														
а-1	3223	118,64	0,03	1,05	32 х4,4	0,041	4	4,2	1,9	0,82	1,56	5,76		кутик 90° (1,8), кран кульовий (0,1)
1-2	2550	93,86	0,03	2,20	32 х4,4	0,032	4	8,8	4,5	0,52	2,32	11,12		тр. відг. (1,5), тр. розділ. (3,0)
2-3	1865	68,65	0,02	6,00	25 х3,5	0,039	7	42	5,5	0,74	4,07	46,07		кутик 90° (2,0) тр. на розд. (3,0), тр. на прохід (0,5)
3-4	1180	43,43	0,01	3,30	20 х2,8	0,038	4	13,2	3,5	0,72	2,53	15,73		тр. на розг. (3,0), тр. на прохід (0,5)
4-Ст.4	590	21,72	0,01	3,95	20 х2,8	0,019	4	15,8	6,8	0,18	1,23	17,03		кутик 90° (2,1) тр. на відг. (1,5), тр. на прохід (0,5)
Клапан RA-N-20 К	590	21,72	0,006		20	0,019	k_y=	0,15	пол.2	0,18	2096	2096		
Радіатор Ст.4	590	21,72	0,006		20	0,019	0	0	5,57	0,18	1,01	1,01		біметалевий радіатор 3 (5,57)
Клапан RLV-K	590	21,72	0,006		20	0,019	k_y=	3		0,18	5,24	5,24		
Ст.4-4'	590	21,72	0,01	4,05	20 х2,8	0,019	4	16,2	9,3	0,18	1,68	17,88		кутик 90° (2,1)х3, тр. на розд. (3,0)
4'-3'	1180	43,43	0,01	3,30	20 х2,8	0,038	4	13,2	3,5	0,72	2,53	15,73		тр. на розд. (3,0), тр. на прохід (0,5)
3'-2'	1865	68,65	0,02	5,90	25 х3,5	0,039	7	41,3	5,5	0,74	4,07	45,37		кутик 90° (2,0) тр. на розд. (3,05), тр. на прохід (0,5)
2'-1'	2550	93,86	0,03	2,60	25 х3,5	0,053	14	36,4	2	1,38	2,77	39,17	$\Delta p_{1-1'}$	тр. на прохід (0,5), тр. на зл. (1,5),
1'-а'	3223	118,64	0,03	0,80	32 х4,4	0,041	4	3,2	3,4	0,82	2,80	6,00	**2310,38**	кутик 90° (1,8), кран (0,1), трійник на злиття (1,5)
				33,15				194,3			2127,85	**2322,15**		
Гілка 2														
Ближнє кільце через Ст.5														
1-Ст.5	674	24,81	0,01	1,10	20 х2,8	0,022	4	4,4	5,7	0,24	1,35	5,75		кутик 90° (2,1)х2, тр. на відг. (1,5)
Клапан RA-N-20 К	674	24,81	0,007		20	0,022	k_y=	0,16	пол.2,5	0,24	2404	2404		
Радіатор Ст.5	674	24,81	0,007		20	0,022	0	0	3,86	0,24	0,91	0,91		біметалевий радіатор 4 (3,86)
Клапан RLV-K	674	24,81	0,007		20	0,022	k_y=	3		0,24	6,84	6,84		
Ст.5-1'	674	24,81	0,01	1,35	20 х2,8	0,022	4	5,4	4,7	0,24	1,11	6,51		кутик 90° (2,1)х2, тр. на відг. (0,5)
				2,45							$\Delta p_{1-1'}$	**2424,12**	**4,69 % нев'язка Г.1-Г.2**	

Таблиця 4.3

№ ділянки	Q_i, Вт	G, кг/год	G, л/с	l, м	d, мм	v, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma\xi$	$p_{дин.}$, Па	Z	Δp_i, Па	$\Sigma\Delta p_i$, Па	Примітки ([6] Додаток И, [7] дод. II.10-II.20)
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Гілка 3														
Дальнє кільце через Ст.10														
б-5	1417	52,16	0,01	1,80	20 х2,8	0,046	4	7,2	5,2	1,04	5,42	12,62		кран кульовий (0,1), кутик 90° (2,1), тр. на розд. (3,0)
5-6	1353	49,80	0,01	6,25	20 х2,8	0,044	4	25	15	0,95	14,27	39,27		тр. відг. (1,5), кутик 90 (2,1)х5, тр. розділ. (3,0)
6-7	788	29,00	0,01	5,00	20 х2,8	0,026	4	20	5,6	0,32	1,81	21,81		тр. прох. (0,5), кутик 90 (2,1), тр. розділ. (3,0)
7-Ст.10	566	20,83	0,01	3,00	20 х2,8	0,018	4	12	15,2	0,17	2,53	14,53		на прохід (0,5), кутик 90° (2,1)х7
Клапан RA-N-20 К	566	20,83	0,006		20	0,018	k_y=	0,14	пол.1,8	0,17	2214	2214		
Радіатор Ст.10	566	20,83	0,006		20	0,018	0	0	5,57	0,17	0,93	0,93		біметалевий радіатор 3 (5,57)
Клапан RLV-K	566	20,83	0,006		20	0,018	k_y=	3		0,17	4,82	4,82		
Ст.10-7'	566	20,83	0,01	3,2	20 х2,8	0,018	4	12,8	17,7	0,17	2,95	15,75		кутик 90° (2,1)х7, тр. на розд. (3,0)
7'-6'	788	29,00	0,01	4,90	20 х2,8	0,026	4	19,6	5,6	0,32	1,81	21,41		тр. прох. (0,5), кутик 90 (2,1), тр. розділ. (3,0)
6'-5'	1353	49,80	0,01	6,25	20 х2,8	0,044	4	25	12,5	0,95	11,89	36,89	$\Delta p_{5\text{-}5'}$	тр. прох. (0,5), кутик 90 (2,1)х5, тр. відг. (1,5)
5'-б'	1417	52,16	0,01	1,40	20 х2,8	0,046	4	5,6	3,7	1,04	3,86	9,46	**2379,23**	трійник на злиття (1,5), кутик 90° (2,1), кран (0,1)
				31,80				127,2			2264,66	**2391,86**	**2,91**	**% нев'язка Г.1-2-Г.3-4**
Гілка 4														
Ближнє кільце через Ст.6														
5-Ст.6	64	2,36	0,001	1,60	16 х2,3	0,003	24	38,4	2,7	0,01	0,01	38,41		тр. на прох. (0,5), кутик 90° (2,2)
Клапан RA-N-15 К	64	2,36	2,404		15	0,004	k_y=	0,04	пол.1	0,01	347	347		
Радіатор Ст.5	64	2,36	0,001		25	0,001	0	0	4	0,00	0,00	0,00		Сталевий рушникосушник (4,0)
Клапан RLV-K	64	2,36	0,001		15	0,004	k_y=	2,5		0,01	0,09	0,09		
Ст.5-1'	64	2,36	0,001	1,10	16 х2,3	0,003	24	26,4	4,7	0,01	0,02	26,42	$\Delta p_{5\text{-}5'}$	кутик 90° (2,1)х2, тр. на відг. (0,5)
				2,70							$\Delta p_{1\text{-}1'}$	**411,76**	**82,69**	**% нев'язка Г.1-Г.2 (ставимо діафрагму)**

Таблиця 4.3

№ ділянки	Q_i, Вт	G, кг/год	G, л/с	l, м	d, мм	v, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma\xi$	$p_{дин.}$, Па	Z	Δp_i, Па	$\Sigma\Delta p_i$, Па	Примітки ([6] Додаток И, [7] дод. II.10-II.20)
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
II ПОВЕРХ														
Гілка 5														
Дальнє кільце через Ст.12														
в-8	2508	92,31	0,03	4,40	32 х4,4	0,032	4	17,6	6,71	0,50	3,35	20,95		кран кульовий (0,1), кутик 90° (1,8)х2, тр. на розд. (3,0)
8-9	1604	59,04	0,02	9,20	25 х3,5	0,033	7	64,4	6,5	0,55	3,56	67,96		тр. прох. (0,5), кутик 90 (2,0), тр. розділ. (3,0)
9-Ст.12	802	29,52	0,01	3,90	20 х2,8	0,026	4	15,6	6,8	0,33	2,27	17,87		тр. на прохід (0,5), кутик 90° (2,1)х3
Клапан RA-N-20 K	802	29,52	0,008		20	0,026	k_y=	0,21	пол.3,5	0,33	1976	1976		
Радіатор Ст.12	802	29,52	0,008		20	0,026	0	0	3,86	0,33	1,29	1,29		біметалевий радіатор 4 (3,86)
Клапан RLV-K	802	29,52	0,008		20	0,026	k_y=	3		0,33	9,68	9,68		
Ст.12-9'	802	29,52	0,01	4,05	20 х2,8	0,026	4	16,2	9,3	0,33	3,11	19,31		кутик 90° (2,1)х3, тр. на розд. (3,0)
9'-8'	1604	59,04	0,02	9,15	25 х3,5	0,033	7	64,05	5,5	0,55	3,01	67,06		тр. на прох. (0,5), кутик 90 (2,0), тр. розділ. (3,0)
8'-в'	2508	92,31	0,03	5,15	32 х4,4	0,032	4	20,6	7,8	0,50	3,89	24,49		трійник напрох. (0,5), кутик 90° (1,8)х4, кран (0,1)
				35,85				198,45			2006,15	**2204,60**	**5,06**	**% нев'язка Г.5-Г.1**
Гілка 6														
Ближнє кільце через Ст.14														
г-10	1784	65,66	0,02	6,00	25 х3,5	0,037	7	42	5,2	0,68	3,52	45,52		кран кульовий (0,1), кутик 90° (2,0)х3, тр. на розд. (3,0)
10-Ст.14	843	31,03	0,01	9,40	20 х2,8	0,027	4	37,6	15,2	0,37	5,61	43,21		на прохід (0,5), кутик 90° (2,1)х7
Клапан RA-N-20 K	843	31,03	0,009		20	0,027	k_y=	0,22	пол.3,5	0,37	1989	1989		
Радіатор Ст.14	843	31,03	0,009		20	0,027	0	0	2,96	0,37	1,09	1,09		біметалевий радіатор 3 (5,57)
Клапан RLV-K	843	31,03	0,009		20	0,027	k_y=	3		0,37	10,70	10,70		
Ст.14-10'	843	31,03	0,01	9,65	20 х2,8	0,027	4	38,6	17,7	0,37	6,53	45,13		кутик 90° (2,1)х7, тр. на розд. (3,0)
10'-г'	1784	65,66	0,02	6,15	25 х3,5	0,037	7	43,05	12,5	0,68	8,47	51,52		трійник на злиття (1,5), кутик 90° (2,1), кран (0,1)
				31,20				161,25			2025,16	**2186,41**	**5,85**	**% нев'язка Г.6-Г.1**

4.3. **Розрахунок опалювальних приладів**

Розрахунок тепла опалювальних приладів зводиться до визначення їх розміру із урахуванням тепла з відкритого, закладеного в трубопроводах. Початковими значеннями для розрахунку є тип нагрівача (секційні радіатори «Elegance» українського виробництва «SAN ТЕН RAI» та рушникосушки «Mario»), прогнозовані втрати тепла в приміщенні відповідно до теплового балансу, початкова та кінцева температура теплоносія, кімнатна температура.

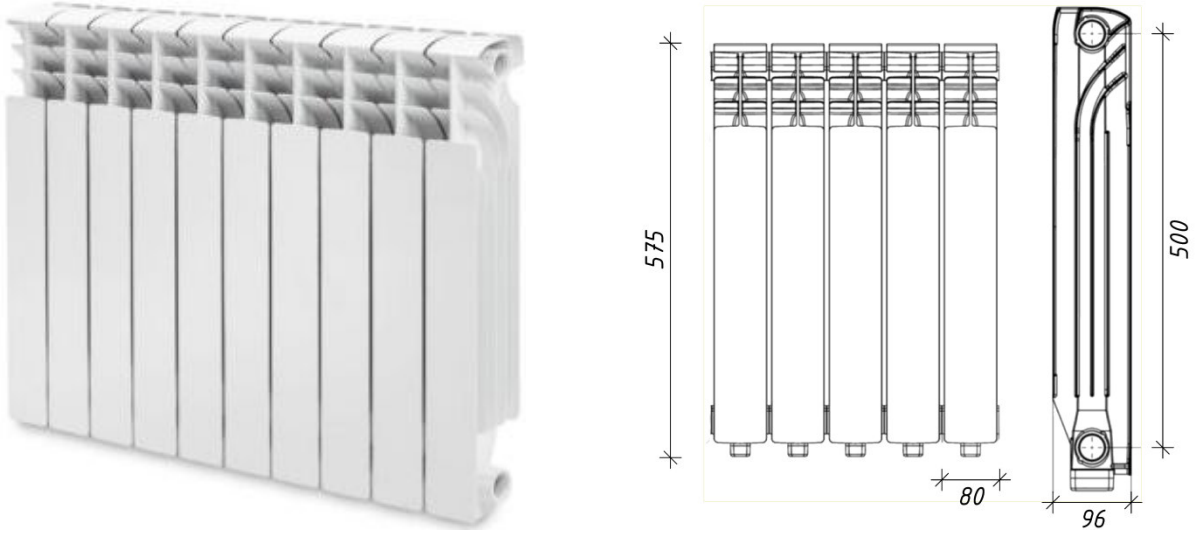


Рис. 4.3 – Біметалевий радіатори «Elegance» 500/96

Необхідний номінальний тепловий поток $Q_{н.т}$ (Вт), для вибору типорозміру опалювального приладу визначається за формулою:

$$Q_{н.т} = \frac{Q_{прил}}{\varphi_к}, \text{ де} \tag{4.7}$$

$Q_{прил.}$ – необхідна теплопередача приладу в приміщенні, Вт.

$$Q_{прил.} = Q_{прим.} - 0{,}9Q_{тр.}, \text{ де} \tag{4.8}$$

$Q_{тр.}$ – тепловіддача відкрито прокладених в межах приміщення труб гілки та підведень, до яких безпосередньо під'єднаний опалювальний прилад.

Загальна теплопередача окремих ділянок трубопроводів системи, що знаходяться в приміщенні, Вт, визначається формулою:

$$Q_{тр} = g_в l_в + g_г l_г, \text{ де} \tag{4.9}$$

$g_в$,$g_г$ – теплопередача 1 м вертикального та горизонтального теплопроводу (додаток К [6]);

$l_в$, $l_г$ – довжина вертикальних і горизонтальних труб, які знаходяться в кімнаті, м.

Розрахунок тепловіддачі трубопроводів наведений у вигляді таблиці 4.4.

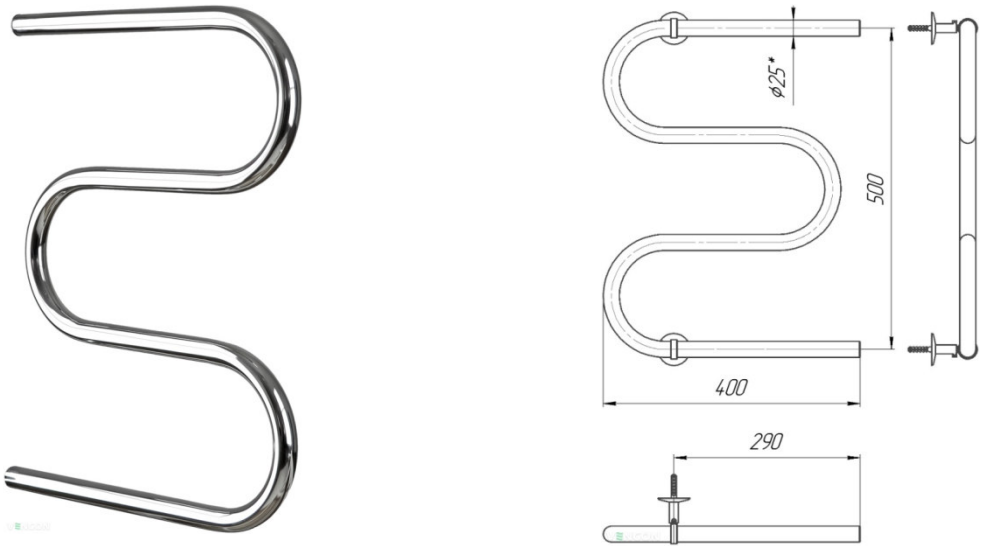


Рис. 4.4 - Сушка для рушників Mario Змійка 25 525×400/500

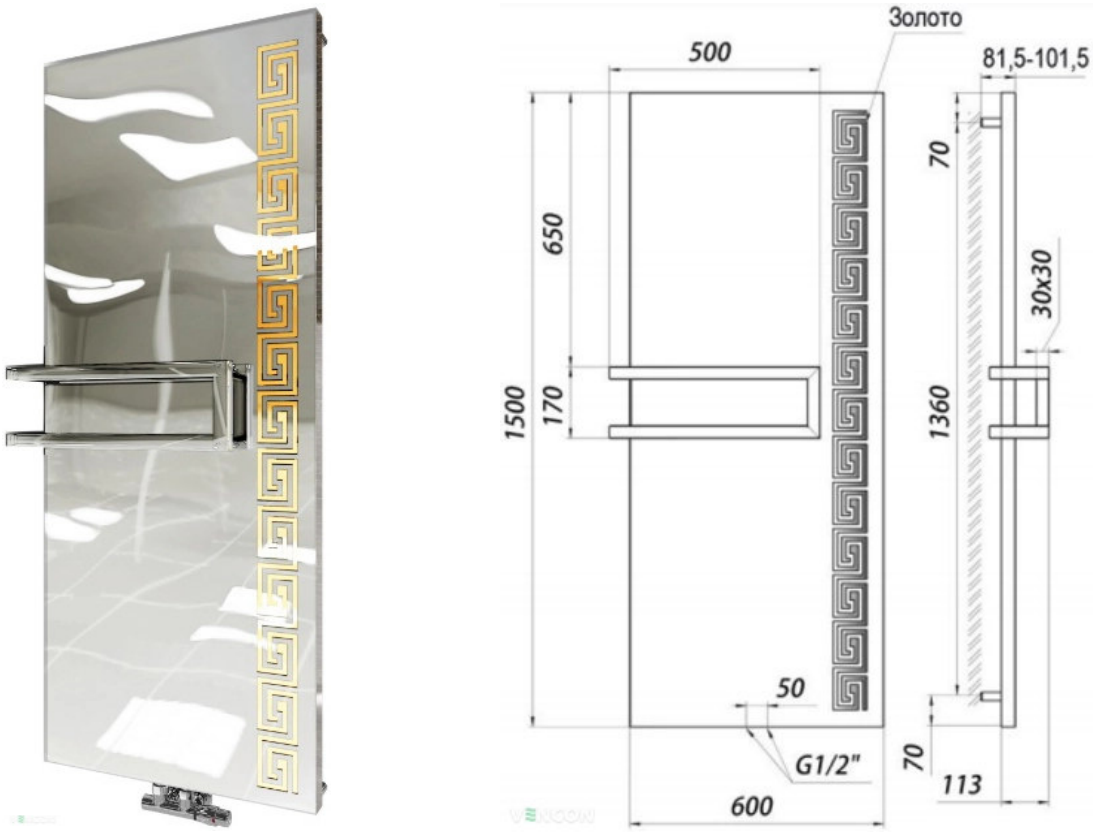


Рис. 4.5 - Сушка для рушників Mario Родос 1500×600

Тепловіддача трубопроводів

Таблиця 4.4

№ ділянки	***l***, м	*d*, мм	$l_г$, ***м***	$q_г$, Вт/м	$Q_{тр.г.}$, ***Вт***	$l_в$, ***м***	$q_в$, Вт/м	$Q_{тр.в.}$, ***Вт***	$Q_{тр.}$, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гілка 1									
К-1	1,05	32 ×4,4	0,21	64,30	13,18	0,85	52,60	44,45	
1-2	2,20	32 ×4,4	2,20	64,30	141,46	0,00	52,60	0,00	
2-Ст.1	0,10	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,10	36,20	3,62	
Ст.1-2'	0,1	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,1	36,20	3,62	
2'-1'	2,60	25 ×3,5	2,60	53,90	140,14	0,00	43,50	0,00	
1'-К'	0,80	32 ×4,4	0,22	64,30	13,82	0,59	52,60	30,77	
	6,85		**5,22**		**154,64**	**1,63**		**48,07**	**202,71**
2-3	6,00	25 ×3,5	6,00	53,90	323,40	0,00	43,50	0,00	
3-Ст.2	0,10	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,10	36,20	3,62	
Ст.2-3'	0,1	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,1	36,20	3,62	
3'-2'	5,90	25 ×3,5	5,90	53,90	318,01	0,00	43,50	0,00	
	12,10		**11,90**		**323,40**	**0,20**		**3,62**	**327,02**
3-4	3,30	20 ×2,8	3,30	45,30	149,49	0,00	36,20	0,00	
4-Ст.3	0,10	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,10	36,20	3,62	
Ст.3-4'	0,1	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,1	36,20	3,62	
4'-3'	3,30	20 ×2,8	3,30	45,30	149,49	0,00	36,20	0,00	
	6,80		**6,60**		**149,49**	**0,20**		**3,62**	**153,11**
4-Ст.4	3,95	20 ×2,8	3,85	45,30	174,41	0,10	36,20	3,62	
Ст.4-4'	4,05	20 ×2,8	3,95	45,30	178,94	0,1	36,20	3,62	
	8,00		**7,80**		**174,41**	**0,20**		**3,62**	**178,03**
Гілка 2									
1-Ст.5	1,10	20 ×2,8	1,00	45,30	45,30	0,10	36,20	3,62	
Ст.5-1'	1,35	20 ×2,8	1,25	45,30	56,63	0,10	36,20	3,62	
	2,45		**2,25**		**45,30**	**0,20**		**3,62**	**48,92**
Гілка 3									
К-5	1,80	20 ×2,8	0,96	45,30	43,26	0,85	36,20	30,59	
5-6	6,25	20 ×2,8	6,05	45,30	274,07	0,20	36,20	7,24	
6-Ст.7	0,10	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,10	36,20	3,62	
Ст.7-6'	0,1	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,1	36,20	3,62	
6'-5'	6,25	20 ×2,8	6,05	45,30	274,07	0,20	36,20	7,24	
5'-К'	1,40	20 ×2,8	0,82	45,30	36,92	0,59	36,20	21,18	
	15,90		**13,87**		**317,33**	**2,03**		**41,45**	**358,78**
6-7	5,00	20 ×2,8	4,80	45,30	217,44	0,20	36,20	7,24	
7-Ст.8	0,10	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,10	36,20	3,62	
Ст.8-7'	0,1	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,1	36,20	3,62	
7'-6'	4,90	20 ×2,8	4,70	45,30	212,91	0,20	36,20	7,24	
	10,10		**9,50**		**217,44**	**0,60**		**10,86**	**228,30**
7-Ст.9	3,00	20 ×2,8	2,90	45,30	131,37	0,10	36,20	3,62	
Ст.9-7'	3,2	20 ×2,8	3,10	45,30	140,43	0,1	36,20	3,62	
	6,20		**6,00**		**131,37**	**0,20**		**3,62**	**134,99**
Гілка 4									

5-Ст.6	1,60	16 ×2,3	0,20	38,00	7,60	1,40	30,10	42,14	
Ст.6-5'	1,10	16 ×2,3	0,20	38,00	7,60	0,90	30,10	27,09	
	2,70		**0,40**		**7,60**	**2,30**		**42,14**	**49,74**
Гілка 5									
К-8	4,40	32 ×4,4	2,34	64,30	150,20	2,06	52,60	108,57	
8-Ст.10	0,10	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,10	36,20	3,62	
Ст.10-8'	0,1	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,1	36,20	3,62	
8'-К'	5,15	32 ×4,4	2,83	64,30	182,03	2,32	52,60	121,98	
	9,75		**5,17**		**150,20**	**4,58**		**112,19**	**262,39**
8-9	9,20	25 ×3,5	9,20	53,90	495,88	0,00	43,50	0,00	
9-Ст.11	0,10	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,10	36,20	3,62	
Ст.11-9'	0,1	20 ×2,8	0,00	45,30	0,00	0,1	36,20	3,62	
9'-8'	9,15	25 ×3,5	9,15	53,90	493,19	0,00	43,50	0,00	
	18,55		**18,35**		**495,88**	**0,20**		**3,62**	**499,50**
9-Ст.12	3,90	20 ×2,8	3,80	45,30	172,14	0,10	36,20	3,62	
Ст.12-9'	4,05	20 ×2,8	3,95	45,30	178,94	0,1	36,20	3,62	
	7,95		**7,75**		**172,14**	**0,20**		**3,62**	**175,76**
Гілка 6									
К-10	6,00	25 ×3,5	3,94	53,90	212,15	2,06	43,50	89,78	
10-Ст.13	0,35	20 ×2,8	0,05	45,30	2,27	0,30	36,20	10,86	
Ст.13-10'	0,35	20 ×2,8	0,05	45,30	2,27	0,3	36,20	10,86	
10'-К'	6,15	25 ×3,5	3,83	53,90	206,49	2,32	43,50	100,88	
	12,85		**7,87**		**214,42**	**4,98**		**100,64**	**315,06**
10-Ст.14	9,40	20 ×2,8	9,30	45,30	421,29	0,10	36,20	3,62	
Ст.14-10'	9,65	20 ×2,8	9,55	45,30	432,62	0,1	36,20	3,62	
	19,05		**18,85**		**421,29**	**0,20**		**3,62**	**424,91**

Комплексний показник приведення:

$$\varphi_к = (\frac{\Delta t_{ср.}}{70})^{1+n} (\frac{G_{прим}}{360})^{p} b\psi c \text{ , де} \quad (4.10)$$

n, c, p - поправки що залежать від виду опалювального приладу (т. 9.2 [7]),

b - поправка на атмосферний тиск (т. 9.1 [7]),

ψ - поправка на рух води, $\psi = 1$,

$\Delta t_{ср}$ - розрахункова різниця температур.

Визначається температурний напір $\Delta t_{ср}$, ˚С

$$\Delta t_{ср} = t_{ср} - t_{в}, \text{ де} \quad (4.11)$$

$t_{в}$ – температура повітря у приміщенні, ˚С

$t_{ср}$ – середня температура води в опалювальних приладах, ˚С

$$t_{ср} = \frac{t_{н.} + t_{о.}}{2} \quad (4.12)$$

Середня температура води в нагрівачі із тепловим навантаженням, підключеним до гілки двотрубної системи опалення, визначається для першого за рухом води приладу за формулою:

$$t_{ср1} = t_{ср} - 0{,}04 \times L_{тр}, \text{ де} \quad (4.13)$$

$t_{ср}$ – середня температура води в опалювальних приладах, ˚С,

$L_{тр}$ - довжина ділянки трубопроводу, м, визначається за формулами:

для другого за рухом води приладу:

$$t_{ср\ 2} = t_{ср\ 1} - 0{,}04 \times L_{тр}, \quad (4.14)$$

і так далі.

Визначається кількість секцій секційних радіаторів за формулою:

$$N = \frac{Q_{н.т.}}{Q_{ну}}, \text{ де} \quad (4.15),$$

Де $Q_{ну}$ – тепловіддача однієї секції, =202 Вт.

Відстань між осями / ширина h/B	Висота, мм	Масса кг/секц	Теплова потужність Вт/секції	Довжина, мм
Elegans 500/96	555	1,7	202	80

Визначається фактична тепловіддача опалювального приладу, Вт:

$$Q_{уст} = Q_{ну} \times N, \quad (4.16)$$

Розрахунок опалювальних приладів наведений у вигляді таблиці 4.5:

Розрахунок кількості секцій радіатору

Таблиця 4.5

№ кімн.	Поверх	$Q_{прим.}$, Вт	$G_{пр.}$, кг/год	$t_{г.}$, °С	$t_{о.}$, °С	$t_{сер.пр.}$, °С	$t_{прим.}$, °С	$L_{тр}$, м	$\Delta t_{ср}$, °С	ψ	b	c	n	p	$Q_{тр.}$, Вт	φ_k	$Q_{н.т.}$, Вт	$Q_{н.у.}$, Вт	N, секції	$Q_{уст.}$, Вт
101	1	590	20,3	95	70	82,23	22	6,85	60,23	1	0,977	1,092	0,15	0,08	202,71	0,71	571,71	202	4	808
	1	590	20,3	95	70	81,74	22	12,10	59,74	1	0,977	1,092	0,15	0,08	327,02	0,71	418,67	202	4	808
102	I	685	23,6	95	70	81,47	22	6,80	59,47	1	0,977	1,092	0,15	0,08	153,11	0,71	769,21	202	3	606
	I	685	23,6	95	70	81,15	22	8,00	59,15	1	0,977	1,092	0,15	0,08	178,03	0,71	742,27	202	3	606
103	I	64	2,2	95	70	81,04	25	2,70	56,04	1	0,982	1	0,32	0	49,74	0,73	34,06	66	1	66
104	I	674	23,2	95	70	80,94	22	2,45	58,94	1	0,977	1,092	0,15	0,08	48,92	0,70	895,52	202	4	808
105	I	565	19,4	95	70	80,31	22	15,90	58,31	1	0,977	1,092	0,15	0,08	358,78	0,68	354,16	202	2	808
	I	565	19,4	95	70	80,06	22	6,20	58,06	1	0,977	1,092	0,15	0,08	134,99	0,68	651,54	202	3	808
106	I	222	7,6	95	70	79,66	22	10,10	57,66	1	0,977	1,092	0,15	0,08	228,30	0,63	26,51	202	2	404
201	II	904	31,1	95	70	79,27	22	9,75	57,27	1	0,977	1,092	0,15	0,08	262,39	0,70	959,81	202	5	1010
202	II	802	27,6	95	70	78,52	22	18,55	56,52	1	0,977	1,092	0,15	0,08	499,50	0,68	518,53	202	4	808
		802	27,6	95	70	78,21	22	7,95	56,21	1	0,977	1,092	0,15	0,08	175,76	0,67	953,62	202	4	808
203	II	843	29,0	95	70	77,44	22	19,05	55,44	1	0,977	1,092	0,15	0,08	424,91	0,67	690,84	202	5	1010
205	II	941	32,4	95	70	76,93	25	12,85	51,93	1	0,982	1	0,32	0	315,06	0,66	955,16	964	1	964

5. РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ТЕПЛОТИ НА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Середні витрати теплоти на гаряче водопостачання (ГВП) за опалювальний період розраховуються за формулою:

$$Q_{г.в.}^{ср.} = K_{т.п.} M_{г.в.} c_{в.} (t_{г.в.} - t_{х.з.}) \text{, де} \quad (5.1)$$

$K_{т.п.}$– коефіцієнт, що враховує втрати теплоти від трубопроводів системи ГВП та витрати теплоти на опалення ванних кімнат, $K_{т.п}$=1,2;

$c_в$ – теплоємність води, $c_в$ = 4187 Дж/(кг·К);

$t_{г.в}$ – температура гарячої води у споживача, $t_{г.в}$ = 55 °С;

$t_{х.з}$ – температура холодної водопровідної води в зимовий період, $t_{х.з}$ = 5 °С;

Величина масової витрати гарячої води визначається за формулою:

$$M_{г.в.} = \frac{ma}{24} \text{, де} \quad (5.2)$$

m – кількість людей, які використовують гарячу воду в будинку, m = 4 чол.;

a – норма витрати гарячої води на одну людину за добу, a = 90 кг/добу [8].

$$M_{г.в.} = \frac{5 \times 90}{24} = 18{,}75 \text{ кг/год} = 5{,}2 \times 10^{-3} \text{ кг/с.}$$

За формулою (5.1) розрахуємо середні витрати теплоти на гаряче водопостачання за опалювальний період:

$$Q_{г.в.}^{ср.} = 1{,}2 \times 5{,}2 \times 10^{-3} \times 4187 \times (55-5) = 1306 \text{ Вт}$$

Максимальні витрати теплоти на гаряче водопостачання житлових та громадських будівель за опалювальний період складає

$$Q_{г.в.}^{макс.} = (2...2{,}4) \times Q_{г.в.}^{ср.}, \quad (5.3)$$

$$Q_{г.в.}^{макс.} = 2 \times 1306 = 2612 \text{ Вт.}$$

Загальні витрати тепла на систему опалення та ГВП складатимуть:

$$Q_{\Sigma}^{\cdot} = Q_{CO}^{\cdot} + Q_{г.в.}^{макс.} = 8618+2612 = 11230 \text{ Вт} = 12 \text{ кВт}.$$

6. ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРНОЇ

6.1. **Підбір котла**

Теплогенераторна розміщується в технічному приміщенні (104) та складається з наступного основного обладнання: котел, насос, розширювальний бак та інше.

Теплова потужність котла повинна дорівнювати або бути більшою за повну потужність системи опалення та ГВП будинку, що дорівнює проектному тепловому навантаженню 12 кВт. Приймаємо двоконтурний газовий котел ATON atmo 12,5 ЕВМ. Основні технічні параметри та розміри апарату ATON наведені в таблиці 6.2.

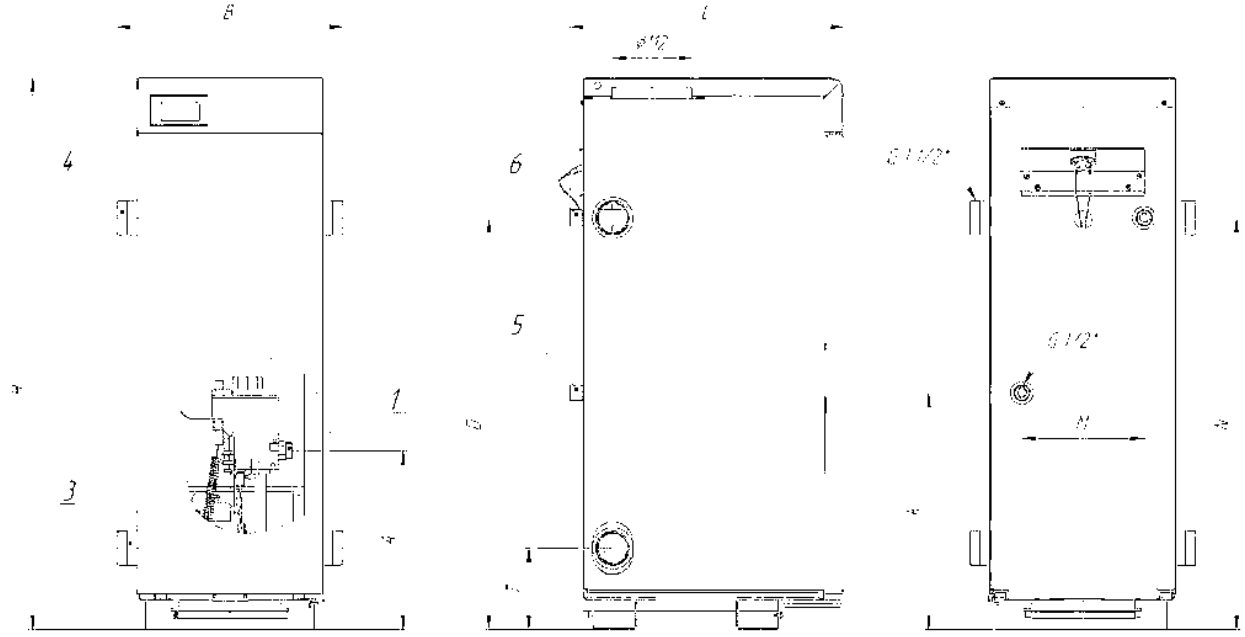


Рис. 6.1 - Габаритні і установчі розміри апаратів
1-газопідвідний патрубок; 2-патрубок для відводу продуктів згорання; 3-підвідний патрубок теплоносія; 4-відвідний патрубок теплоносія; 5-підвідний патрубок гарячого водопостачання; 6-відвідний патрубок гарячого водопостачання.

Значення розмірів вказані в таблиці 6.1.

Основні розміри апарату ATON atmo 12,5 ЕВМ

Таблиця 6.1

Модифікація	Розміри, мм								
	H	B	L	A	D	K	T	M	N
АОГВМ-12,5ЕВМ	756	376	383	248	567	327	112	230	567

Основні технічні параметри та розміри апарату ATON atmo 12,5 EBM

Таблиця 6.2

Найменування параметра або розміру	Одиниця виміру	Норма для модифікації АОГВМ-12,5 ЕВМ
Паливо	-	Природний газ по ГОСТ 5542-87
Тиск газу	Па	
- мінімальний	Па	640
- номінальний	Па	1274 ± 100
Номінальна витрата газу	$м^3$/годину	1,45
Номінальна теплова потужність	кВт	12,5±5%
Коефіцієнт корисної дії	%	не менше 90
Діапазон регулювання температури води на виході з апаратів у систему опалення	ºС	від 50 до 90±5
Обсяг води в котлі	л	24
Витрата води на гаряче водопостачання при нагріві на 35±5 ºС	л/хв.	5±0,8
Температура продуктів згорання на виході з апарату	ºС	не менше 110
Робочий тиск води, не більше:		
- в контурі опалення апаратів	кПа	100
- в контурі гарячого водопостачання	кПа	600
Приєднувальна різьба штуцерів:		
- для підведення і відводу води системи опалення	дюйми	G 1 ½-B
- для підведення і відводу води системи гарячого водопостачання	дюйми	G ½-B
- для підведення газу	дюйми	G ½-B
Площа поперечного перерізу патрубка для відводу продуктів згоряння	$дм^2$	від 1,0 до 1,3
Габаритні розміри, не більше		
- висота	мм	760
- глибина	мм	385
- ширина	мм	380
Маса, не більше	кг	49
Допустиме розрідження в патрубку для відводу продуктів згорання	Па	2,94 – 29,4

Схема обв’язки котла зображена на рисунку 6.2.

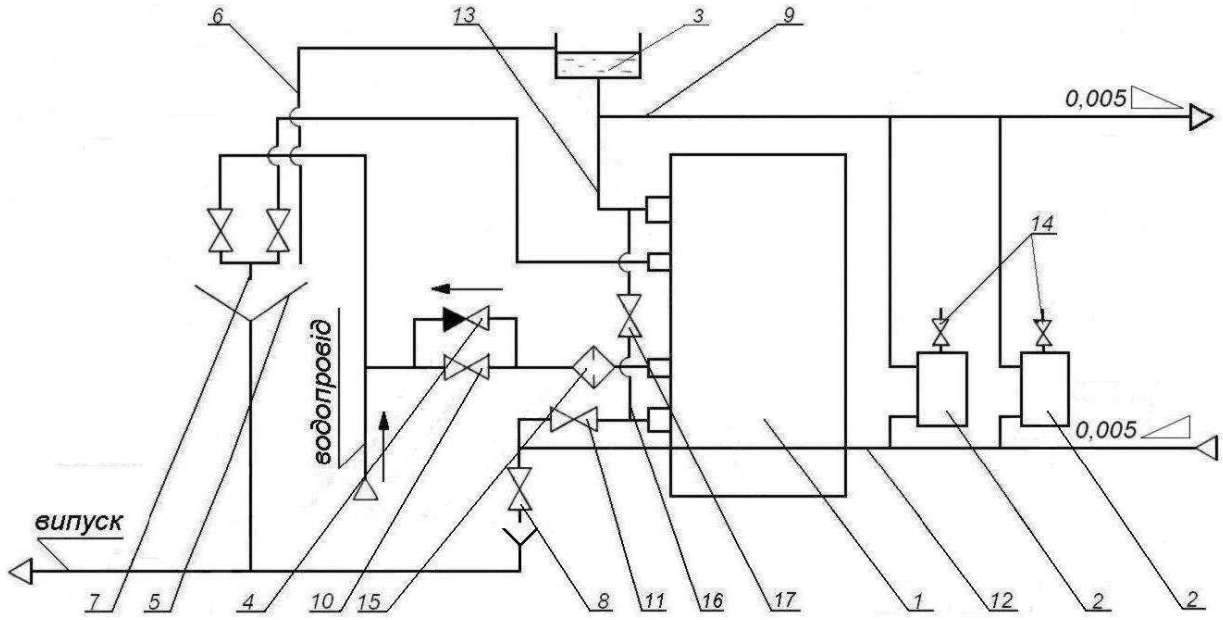


Рис. 6.2 - Схема приєднання апарата до системи опалення і гарячого водопостачання

1-апарат; 2-опалювальні прилади; 3-розширювальний бак; 4-зворотний клапан; 5-раковина; 6-переливна труба; 7-змішувач; 8-випускний вентиль; 9-подаючий трубопровід; 10-вентиль для подачі води в змійовик; 11-вентиль для регулювання опалення і водонагріву; 12-зворотний трубопровід; 13-головний стояк; 14-крани для випуску повітря; 15-фільтр для очистки води; 16-байпас; 17-вентиль байпасу.

6.2. **Підбір циркуляційного насосу**

Циркуляційний насос забезпечує циркуляцію теплоносія в опалювальному контурі. Кількість теплоносія, що циркулює в системі опалення, приймаємо за формулою (3.6), кг/год. Для переведення в об'ємні витрати, м^3/год,

$$L = \frac{G_H}{\rho_в}, \text{ де} \qquad (6.1)$$

$$L = \frac{296{,}4}{980} = 0{,}3 \text{ м}^3\text{/годину.}$$

$\Delta p_н$ – тиск, м.вод.ст., який створює насос в опалювальному контурі, визначається згідно з гідравлічним розрахунком системи опалення (див. табл. 4.3) як повні втрати тиску в головному кільці системи опалення (2424,12 Па/9800 = 0,25 м.вод.ст).

За номограмою підбираємо насос:

Використовуючи номограму характеристик насосів Wilo-Star-RS (рис. 6.3) з каталогу WILO, вибираємо насос та будуємо робочу точку насосу для нашої системи опалення за відомими витратою теплоносія L та втратою тиску у системі опалення $\Delta p_н$.

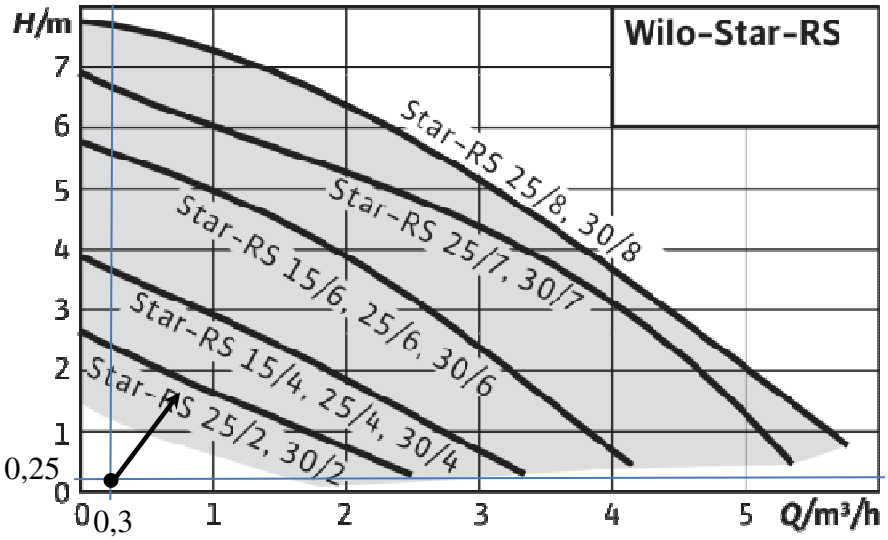


Рис. 6.3. Характеристика насосів Wilo-Star-RS

Характеристики циркуляційного насосу Wilo Star-RS 25/4

Таблиця 6.3

Найменування	Од. вимір.	Показник
Діаметр	мм	25
Різьбове з'єднання	дюйми	1 ½
Тип керування	-	Механічний
Тиск	бар	10
Максимальна продуктивність	$м^3$/година	3,5
Максимальна температура рідини, що перекачується	°С	110
Максимальний тиск	м	4
Матеріал	-	Чавун
Монтажна довжина	мм	180
Призначення	-	Для опалення
Галузь застосування	-	Побутовий
Живлення	В	230
Потужність	Вт	48
Країна виробник товару	-	Франція
Тип з'єднання	-	Різьбове
Розміри (Г×Ш×В)	мм	96×104×180
Вага	кг	2

Рис. 6.4 Циркуляційний насос Wilo Star-RS 25/4

6.3. **Підбір розширювального баку**

Також необхідним елементом системи опалення є розширювальний бак. Вода в контурі опалення постійно змінює температуру. В герметичному замкнутому контурі теплове розширення води здатне багаторазово збільшувати тиск, що загрожує проривом труб, радіаторів та виходом з ладу інших елементів. Тому, обов'язковим і невід'ємним конструктивним елементом опалення стає розширювальний бак, здатний компенсувати теплове розширення або зменшити його вплив.

Щоб визначитись з розширювальним баком, потрібно знати, скільки води знаходиться у всій системі $V_{заг}$ (кількість води в опалювальних приладах, трубах та у котлі).

Об'єм розширення визначається за формулою

$$V_{розш} = \frac{V_{сист} \text{Ч} E}{100}, \text{ де} \qquad (6.2)$$

$V_{сист}$ – загальний об'єм води в системі опалення (приймається з розрахунку 10-20 л води на кожен кіловат теплової потужності теплогенератора);

E – відносне розширення води, визначається за таблицею 6.4.

Відносне розширення води за різного максимального розрахункового температурного перерегулювання

Таблиця 6.4

Максимальне розрахункове температурне перерегулювання t_{max}, °С	Відносне розширення води E, %
30	0,66
40	0,93
50	1,29
60	1,71
70	2,22
80	2,81
90	3,47

100	4,21
110	5,03
120	5,93
130	6,90

Примітка: * t_{max} – різниця температур між температурою води під час заповнення системи опалення (водопровідною водою - 5°С) та максимальною температурою в трубопроводі на виході з котла $t_г$=95 °С,

$$t_{max} = 95 - 5 = 90\ °C \rightarrow E = 3,47\%$$

$$V_{сист} = 12 Ч 15 = 180\ л.$$

$$V_{розш} = \frac{180 Ч 3,47}{100} = 6,25\ л$$

Об'єм резерву для системи опалення, м^3,

$$V_{рез} = 0,05 \cdot V_{заг}. \qquad (6.3)$$

$$V_{рез.} = 0,05 \times 180 = 9\ л.$$

Значення ефективності розширювального бака розраховується за формулою (див. рис. 6.5)

$$K_{зап} = \frac{p_{кін} - p_o}{p_{кін} + 1}. \qquad (6.4)$$

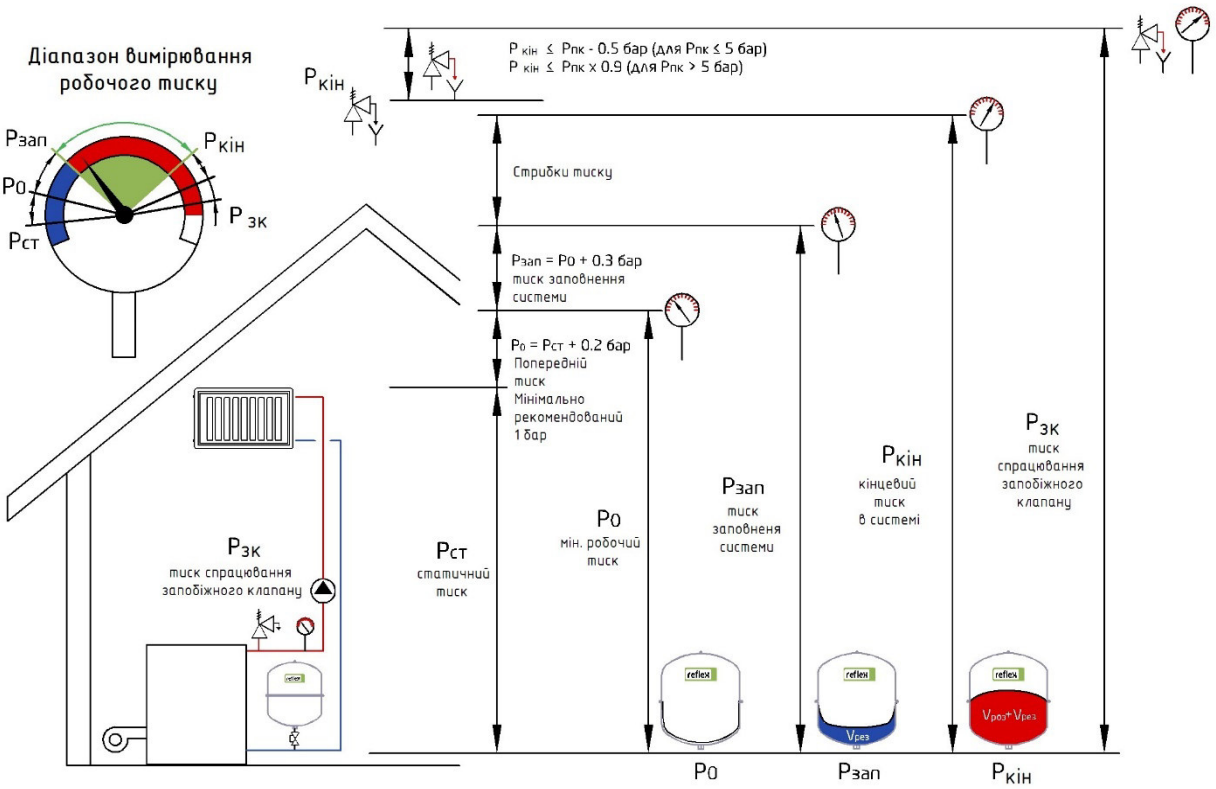


Рис. 6.5. – Діапазон вимірювання робочого тиску

Звичайним заданим тиском для побутового запобіжника є відмітка 3 атм. ($P_{зк}$ = 3,03 бар).

Кінцевий тиск у системі опалення буде дорівнювати (див. рис. 6.5):

$$P_{кін} = P_{зк} - 0,5 = 3,03 - 0,5 = 2,53\ бар\ (при\ P_{зк} \le 5\ бар).$$

Значення $P_o = P_{стат}$ +0,2 бар

$P_{стат}$ = (2,9+0,575+0,15-0,112)= 3,513 м.вод. ст.×0,098 = 0,34 бар

$$P_o = 0,34 + 0,2 = 0,54 \text{ бар.}$$

$$K_{зап.} = \frac{2,53 - 0,54}{2,53 + 1} = 0,56.$$

Номінальний об'єм розширювального бака приймається з урахуванням наступної умови:

$$V_n \geq \frac{V_{роз} + V_{рез}}{K_{зап}}, \qquad (6.5)$$

де V_n - номінальний об'єм розширювального бака, літри; $= \frac{6,25 + 9}{0,56} = 27,2$

$V_{роз}$ - об'єм розширення, літри;

$V_{рез}$ - водяний резерв, літри

$$V_n = \frac{6,25 + 9}{0,56} = 27,2 \text{ л.}$$

Обираємо розширювальні баки виробництва німецької компанії «Reflex». З модельного ряду, який зображено на рис. 6.6 обираємо розширювальний бак «Reflex» NG 35 номінальним об'ємом 35 л. Технічні характеристики та габаритні розміри вказано у таблиці 6.5 [10].

Модельний ряд розширювальних баків компанії Reflex

Таблиця 6.5

6 бар	Тип 6 бар / 120°C	№ артикула сірий	№ артикула білий	Номінальний об'єм, л	Вага кг	Ø D мм	H мм	h мм	A	Початк. тиск, бар
	NG 8	8230100	7230107	8	1.7	206	305	-	R ¾	1.5
	NG 12	8240100	7240107	12	2.4	280	275	-	R ¾	1.5
	NG 18	8250100	7250107	18	2,9	280	380	-	R ¾	1.5
	NG 25	8260100	7260107	25	3,7	280	490	130	R ¾	1.5
	NG 35	8270100	7270107	35	4.8	354	460	175	R ¾	1.5
	NG 50	8001011	7001100	50	5.7	409	493	175	R ¾	1.5
	NG 80	8001211	7001300	80	9.2	480	565	166	R 1	1.5
	NG 100	8001411	7001500	100	11.5	480	670	166	R 1	1.5
	NG 140	8001611	7001700	140	13.1	480	912	175	R 1	1.5

Рис. 6.6. Розширювальний бак.

6.4. **Вибір арматури трубопроводів**

Для коректного функціонування системи необхідно в теплову схему включити наступну арматуру:

– підживлюючий клапан Honeywell VF06-1/2A (1 шт.);

– аварійно-скидний клапан Herz DN15x20 3,0 бар(1 шт);

– зворотний клапан латунний муфтовий DN25 (4 шт.), встановлюється на подавальних трубопроводах систем опалення та ГВП для запобігання зворотного протоку теплоносія;

– кран кульовий латунний муфтовий DN25\20\15 (23 шт.);

– фільтр сітчастий латунний муфтовий DN25 (1 шт.), для видалення з води механічних домішок; +на вх в котел с обратки

– термоманометр аксіальний Watts F+R818, 0-120°C, Pp= 4 бар (1шт.);

– колектор на 4 виходів з витратомірами і термостатичними клапанами ICMA BP 1" x ¾" Євроконус (1 шт.), для розділення потоку теплоносія;

– колектор на 2 виходів з витратомірами і термостатичними клапанами ICMA BP 1" x ¾" Євроконус (1 шт.) ;

Результати вибору арматури та іншого обладнання наведено у вигляді специфікації матеріалів до розділу в табл. 6.6.

Специфікація матеріалів за кресленнями розділу опалення

Таблиця 6.6

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Теплогенераторна							
1.	Котел водогрійний газовий 12,5 кВт	АОГВМ-12,5 ЕВМ		ТОВ «Завод «Атонмаш»	шт.	1	49	
2.	Циркуляційний насос Q=3,5 м3/год.,	Star-RS 25/4		Wilo	шт.	1	2	
	P= 10 бар, N=48 Вт							
3.	Розширювальний бак, V=35 л	NG 35		Reflex	шт.	1	4,8	
4.	Фільтр сітчастий латунний муфтовий							
	DN25\15							
	Трубопровідна арматура							
5.	Підживлюючий клапан	VF06-1/2A		Honeywell	шт.	1		
6.	Зворотний клапан латунний			GENEBRE	шт.	1	0,175	
	муфтовий DN20							
7.	Зворотний клапан латунний			GENEBRE	шт.	1	0,260	
	муфтовий DN25							
8.	Зворотний клапан латунний			GENEBRE	шт.	2	0,375	
	муфтовий DN32							
9.	Колектор на 4 виходіи з	ICMA BP 1" x ¾"		Євроконус	шт.	1		
	витратомірами і термостатичними							
	клапанами							
10.	Колектор на 2 виходіи з	ICMA BP 1" x ¾"		Євроконус	шт.	1		
	витратомірами і термостатичними							
	клапанами							

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11.	Аварійно-скидний клапан 3 бар	DN15x20		Herz	шт.	1		
12.	Термоманометр аксіальний, 0-120°С, Рр= 4 бар	F+R818		Watts	шт.	1		
13.	Термостатичний клапан кутовий	RA-N 15		Danfoss	шт.	1		
14.		RA-N 20				13		
15.	Запірний клапан кутовий	RLV-S 15		Danfoss	шт.	1		
16.		RLV-S 20				13		
17.	Кран Маєвського 1/2" 15			Icma	шт.	12		
	Опалювальні прилади							
18.	Радіатор біметалевий 2 секціний	Elegance		San Ten Rai	шт.	1	3,4	
19.	3 секційний	500/96			шт.	4	5,1	
20.	4 секційний				шт.	5	6,8	
21.	5 секційний				шт.	2	8,5	
22.	Рушникосушник водяний 64 Вт,	Змейка 25		Mario	шт.	1	1,6	
	нержавіюча сталь, 525x400/500							
23.	Рушникосушник водяний 941 Вт,	Родос		Mario	шт.	1	29	
	нержавіюча сталь, 1500x600 мм							
	Трубопроводи							
24.	Трубопровід з поліпропіленових труб	ДСТУ Б В.2.7-144:2007						
	PN 16 Ø32x4,4 мм			KAN-therm PP	м.п.	14,0	0,520	
25.	Ø2,5x3,5 мм					45,0	0,328	

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
26.	Ø20×2,8 мм					80,0	0,218	
27.	Ø16×2,3 мм					3,0	0,16	
28..	Кут 90° Ø32			KAN-therm	шт.	7		
29.	Ø25			PP	шт.	10		
30.	Ø20				шт.	70		
31.	Ø16				шт.	2		
32.	Трійник 32×32×20			KAN-therm	шт.	2		
33.	32×25×20			PP	шт.	4		
34.	25×20×20				шт.	6		
35.	20×20×20				шт.	6		
36.	20×20×16				шт.	2		
37.	32×32×20				шт.	2		
	Димохід							
38.	Труба-сендвіч димохідна ø110 мм /1 мм	AISI 321		Stalar	шт.	1		
	1,0 м, нерж/оц							
39.	Труба-сендвіч димохідна ø110 мм /1 мм	AISI 321		Stalar	шт.	1		
	0,75 м, нерж/оц							
40.	Коліно-сендвіч 90° димохідне ø110 мм/1 мм, нерж/оц	AISI 321		Stalar	шт.	1		
41.	Засувка 270×270			Вл. вир-ва	шт.	1		

7. ВИЗНАЧЕННЯ ПОВІТРООБМІНІВ У ПРИМІЩЕННЯХ

Для більшості приміщень громадських будівель повітрообмін за припливом та витяжкою визначають за нормативними показниками:

- кратність обміну повітря,
- питомий повітрообмін на одну одиницю (1 м^2 площі підлоги, один сантехнічний прилад, одну людину),

залежно від призначення будинку та приміщення. Для основних приміщень житлових будинків розрахункові температури в холодний період року і кратність повітрообміну наведені у додатку Б [6].

Вентиляцію поділяють на припливну (надходження повітря) і витяжну (видалення відпрацьованого повітря).

З побутових кімнат (санвузол, кухня, ванна) – повітря видаляється, в житлові – надходить. При природній вентиляції – через двері, вікна, «нещільності» здійснюється приток, через канал вентиляції – витяжка. Для ефективного повітрообміну необхідні одночасно і притік, і витяжка. Причому в рівній кількості!

Необхідне значення площі живого перерізу вентиляційної решітки і каналу розраховують за формулою, м^2,

$$F = \frac{L}{3600 \cdot v}, \text{ де} \qquad (7.1)$$

L – витрати повітря, м^3/год;

v – рекомендована швидкість повітря, м/с (для решіток, вертикальних і горизонтальних каналів у межах 0,5-1 м/с; для вертикальних шахт – 1-1,5 м/с).

За визначеною площею F призначають розміри каналів і решіток та уточнюють швидкість повітря:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot F_C}, \text{ де} \qquad (7.2)$$

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

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

Нормативні розрахункові витрати повітря та кратність повітрообміну для підбору обладнання та трубопроводів для приміщень житлового будинку визначаються з табл. 2 [4] та наведені в таблиці 7.1

Вимоги до повітрообміну в приміщеннях

Таблиця 7.1

Приміщення	Мінімальна втрата повітря та кратність повітрообміну для підбору обладнання, повітропроводів у житлі
Загальна кімната, спальня, дитяча, кабінет	0,6
Кухня-їдальня об'ємом більше 20 м^3	72 м^3/год
Суміщений санвузол	90 м^3/год
Теплогенераторна	3

$$F_{к.ї.} = \frac{72}{3600 Ч 1,0} = 0,02 \text{ м}^2.$$

Приймаємо вентиляційну решітку Вентс ОРГ 150×200:

Рис. 7.1 – Зовнішній вигляд вентиляційної решітки ОРГ 150×200

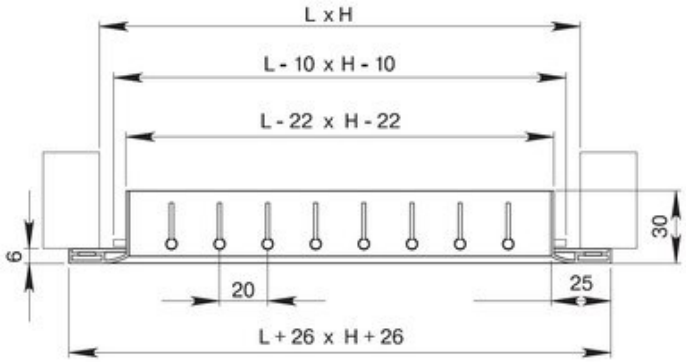


Рис. 7.2 – Розміри вентиляційної решітки ОРГ 150×200

Розміри вентиляційної решітки «Вентс» ОРГ 150×200

Таблиця 7.2

Розмір	L	H	Площа живого перерізу F_C, м^2
мм	150	200	0,017

Приєднувальний розмір - **128×178 мм.**

$$v_{реш.к.ї.} = \frac{72}{3600 Ч 0{,}017} = 1{,}18 \text{ м/с.}$$

Розраховуємо розмір вентиляційного каналу для цегляної кладки.

Розмір каналу - **140×140 мм** ($F_C = 0{,}0196$ м^2)

$$v_{кан..к.ї.} = \frac{72}{3600 Ч 0{,}0196} = 1{,}02 \text{ м/с.}$$

Розмір каналу - **140×270 мм** ($F_C = 0{,}0378$ м^2)

$$v_{кан..к.ї.} = \frac{72}{3600 Ч 0{,}0378} = 0{,}53 \text{ м/с.}$$

Розрахунковий розмір витяжного каналу в кухні-їдальні приймаємо 140×270 мм.

Аналогічним чином розраховуємо розміри вентиляційних решіток та вентиляційних каналів для санвузлів 1-го та 2-го поверхів, технічного приміщення та підвалу.

Окрім цього, у сумісних санвузлах та кухні, де основною проблемою є неприємні запахи, які потрібно видалити, заплановано встановлення витяжних вентляторів. До витяжної вентиляції у ваннах кімнатах існують підвищені вимоги в плані вологозахисту, так як це обладнання постійно працює в умовах високої вологості.

Так як ванні відносяться до категорії приміщень з високою вологістю, то для вентилятора обов'язково наявність вологозахисту. Виробник завжди вказує, чи має обладнання такий захист. Щоб не допустити передчасного виходу з ладу обладнання, клас електрозахисту повинен бути не менше IP 44. Установка датчика вологості. Основне завдання вентилятора у ванній – відвід повітряних мас з надмірною вологістю. Наявність датчика вологості дозволить вентилятору включатися тільки тоді, коли рівень вологості

перевищить встановлений поріг, наприклад 60-70%. Після того, як вологість знизиться до норми, вентилятор вимикається автоматично.

З додаткових опцій рекомендується встановлення зворотнього клапану або жалюзі і таймер затримки відключення. Зворотний клапан або жалюзі дозволять вирішити проблему повернення неприємних запахів з вентиляційного каналу, а також забезпечать захист від комах, що проникають в приміщення з вентиляції.

Таймер відключення. Наявність такої опції дозволяє вручну встановити, через який проміжок часу після вашого відходу вентилятор сам відключиться. Майже завжди таймер затримки вимкнення обладнується разом з датчиками світла, руху і вологи.

Прийняті витяжні вентилятори Soler & Palau SILENT-100 CZ DESIGN 3C, в яких використовується однофазний електродвигун і вбудований термозахист. Щоб мінімізувати рівень вібрацій і шуму, кріплення електродвигуна до корпусу здійснюється за допомогою «сайлент-блоків», виготовлених з гуми.

Характеристики малошумний вентилятор Soler & Palau Silent-100 CZ Design 3C

Таблиця 7.3

Виробник	Soler & Palau
Серія	Silent Design
Детальні характеристики	
Тип	осьовий
Класифікація	побутовий
Зворотній клапан	є
Двигун на шарикопідшипниках	є
Монтаж	настінний; стельовий
Безшумний двигун	є
Рівень шуму	26 дБ(А)
Гарантія	12 місяців
Клас захисту	IP 45
Частота обертів	2400 об/хв
Основні характеристики	
Напруга	1 фаз - 220 В
Розмір патрубка	100 мм
Макс. витрати повітря	85 $м^3$/год
Споживана потужність	8 Вт
Діаметр повітропроводу	100 мм
Фізичні характеристики	
Колір	білий

Глибина патрубка	84,6 мм
Висота передньої панелі	188 мм
Глибина передньої панелі	45 мм
Ширина передньої панелі	188 мм
Вага	0,65 кг

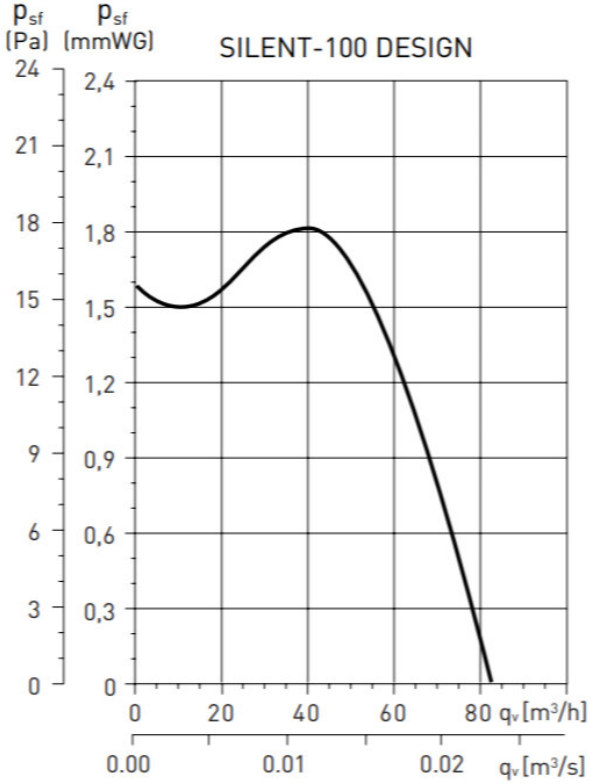


Рис. 7.3 - Робочі характеристики витяжного вентилятора

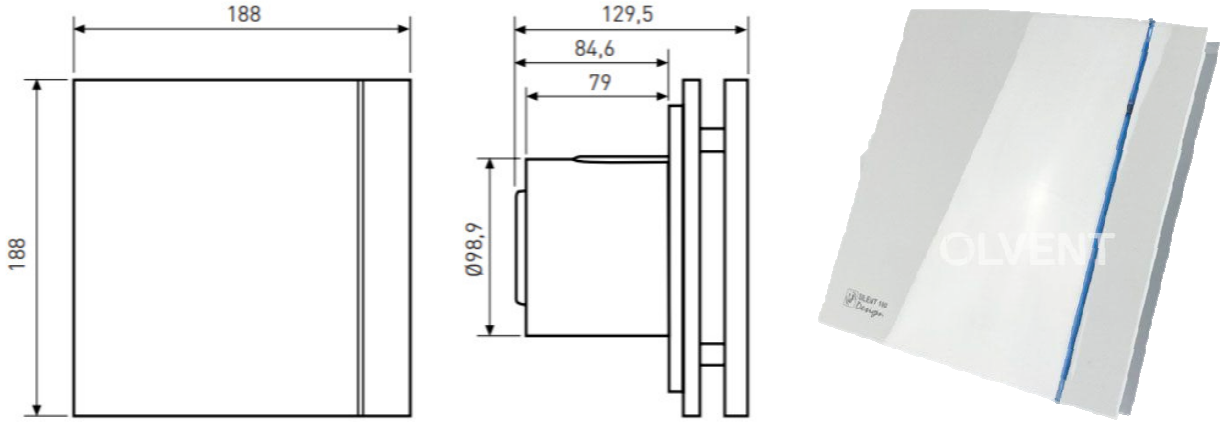


Рис. 7.4 – Зовнішній вигляд вентилятора

Результати розрахунків наведені в таблиці 7.4

Повітрообмін за нормативними показниками

Таблиця 7.4

№ з/п	Назва приміщення	Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	Норма на одиницю	Витрати повітря, L	Решітка					Канал		
						Тип	F_C,	v, м/с	Розміри, мм		v, м/с	Розміри, мм	
					$м^3$/год		$м^2$		a	b		a	b
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**		**11**	**12**	
001	Підвал	$м^3$	11,571	5	58	ОРГ 150х200	0,0170	0,95	150	200	0,82	140	140
	І ПОВЕРХ												
103	Санвузол	$м^3$	15,886	1,5	90	SILENT-100	0,0079	3,18	100		0,66	140	270
104	Теплогенераторна	$м^3$	15,834	3	48	ОРГ 150х200	0,0170	0,44	150	200	0,67	140	140
102	Кухня-їдальня	$м^3$	51,506	1,5	72	SILENT-100	0,0079	2,55	100		0,53	140	270
					210								
101	Вітальня	$м^3$	45,578	0,6	27								
105	Холл	$м^3$	22,36		0								
106	Гардеробна	$м^3$	9,75		0								
					27								
	ІІ ПОВЕРХ												
205	Санвузол	$м^3$	26,728	1,5	90	SILENT-100	0,0079	3,18	100	200	0,66	140	270
					90								
201	Спальня	$м^3$	30,888	0,6	19								
202	Спальня	$м^3$	51,194	0,6	31								
203	Спальня	$м^3$	26,728	0,6	16								
204	Холл	$м^3$	17,368										
					65								

У відповідності з тим, що нормативні витрати витяжного повітря з кухні-їдальні, санвузлів та технічного приміщення на обох поверхах будинку перевищують розрахункові витрати припливного повітря, за основу приймаємо розрахунковий повітрообмін щодо витяжного повітря.

7.1. **Розрахунок теоретичного об'єму димових газів від установки спалювання органічного палива**

Витрати вихідних газів із достатнім ступенем точності в розрахунку на витрати палива в $м^3$/год з урахуванням коефіцієнта надлишкового повітря визначаються наступним чином:

$$V = L \times V_т \times \alpha_в \times \frac{273 + t}{273} \div 3600, \quad \text{де} \qquad (7.3)$$

V – питомий об'єм димових газів, $м^3$/с;

L – витрати газового палива, $м^3$/год. Як паливо передбачається природний газ із теплотворною спроможністю спалювання 51,98 МДж/$м^3$. Витрати газу складають 1,45 $м^3$/годину для котла.

V_T – об’єм повітря, для спалювання 1 м^3 палива, V=10 м^3/м^3;

α_B – коефіцієнт надлишку повітря, становить 1,3 [11];

t – температура димових газів, 110 ^{0}С.

Витрата димових газів для одного котла становитиме:

$$V = 1{,}45 \times 10 \times 1{,}3 \times \frac{273 + 110}{273} = 26{,}45 \text{ м}^3\text{/годину.}$$

Витрата димових газів на одну димову трубу становитиме:

Для подальших розрахунків приймається значення, збільшене на 10%, для урахування можливих витрат. Тобто, кількість димових газів буде складати: 29 м^3/годину.

8. КОНСТРУЮВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЇ

У житловому будинку в якості повітропроводів використаний вертикальний канал у внутрішніх стінах із червоної цегли.

Якщо будинок має горище, канали об’єднують у збірний канал (короб). Радіус дії системи гравітаційної вентиляції – не більше 8 м. Не можна об’єднувати в одну систему приміщення, вікна яких розташовані на різних фасадах споруди. Компактно розміщені у внутрішній стіні канали можна виводити за межі даху без об’єднання.

Розміри каналів у внутрішніх цегляних стінах прийняті 140×140 мм та 140×270 мм. Відношення сторін каналу слід приймати не більше 1:3, переріз каналу – кратним розміру цегли; простінки між каналами – 140 мм.

Витяжні отвори приміщень розміщують під стелею на відстані 0,15 м від стелі, на них установлюють вентиляційні решітки.

Висоту вентиляційної труби системи витяжної вентиляції приймаємо не менше ніж 0,5 м над гребенем даху.

Далі будуємо аксонометричні схеми систем природної (ВП) та механічної (В) витяжної вентиляції та димових каналів (ДК) (рис.8.1-8.3):

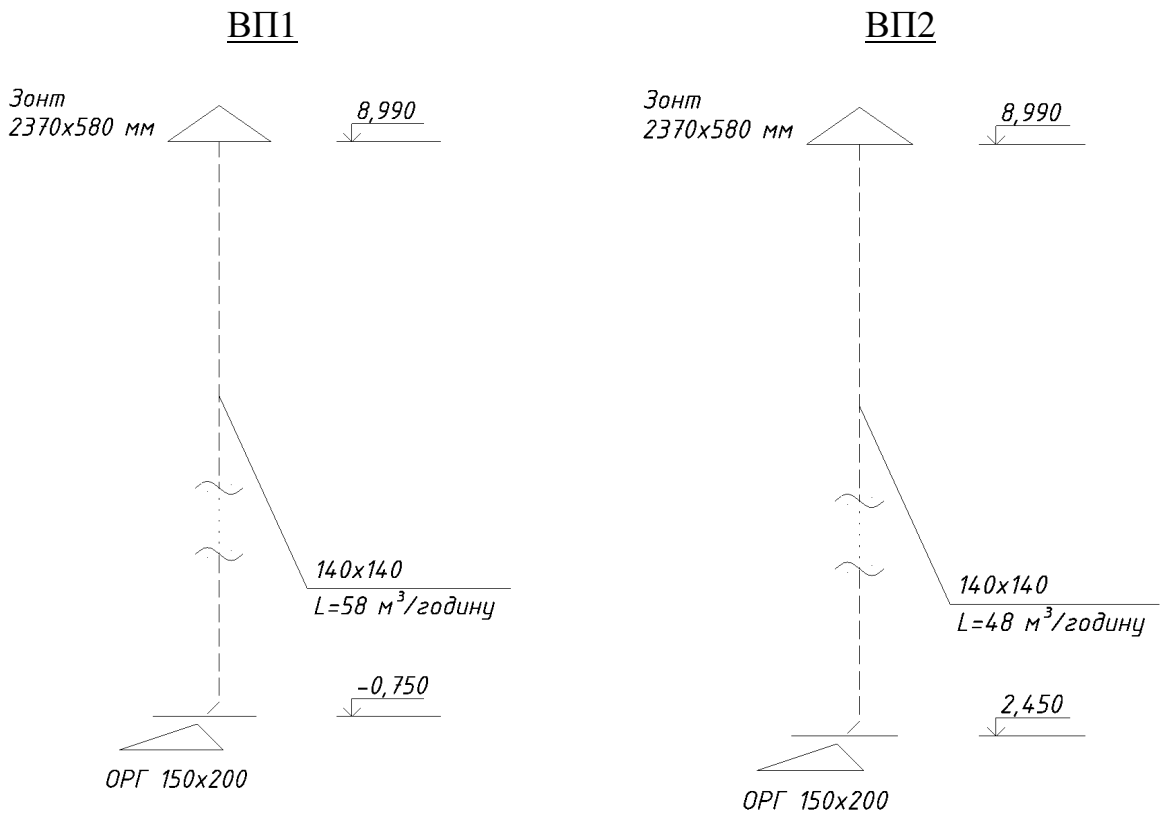


Рис. 8.1. Аксонометричні схеми систем природної витяжної вентиляції

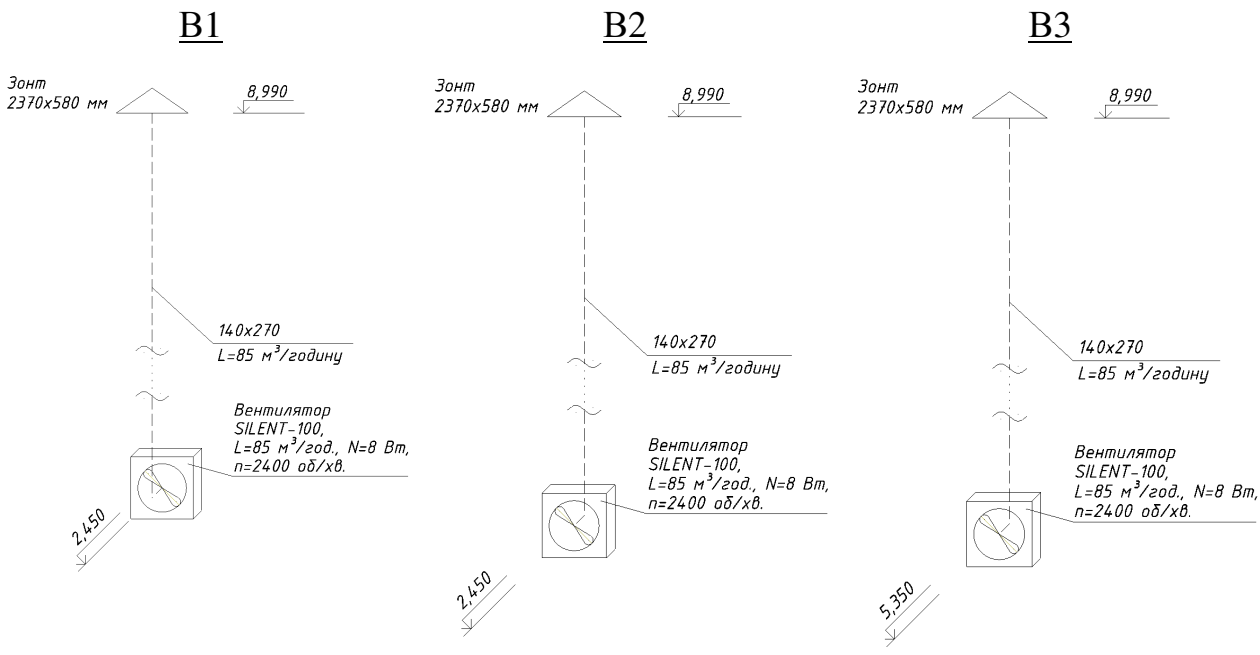


Рис. 8.2. Аксонометричні схеми систем механічної витяжної вентиляції

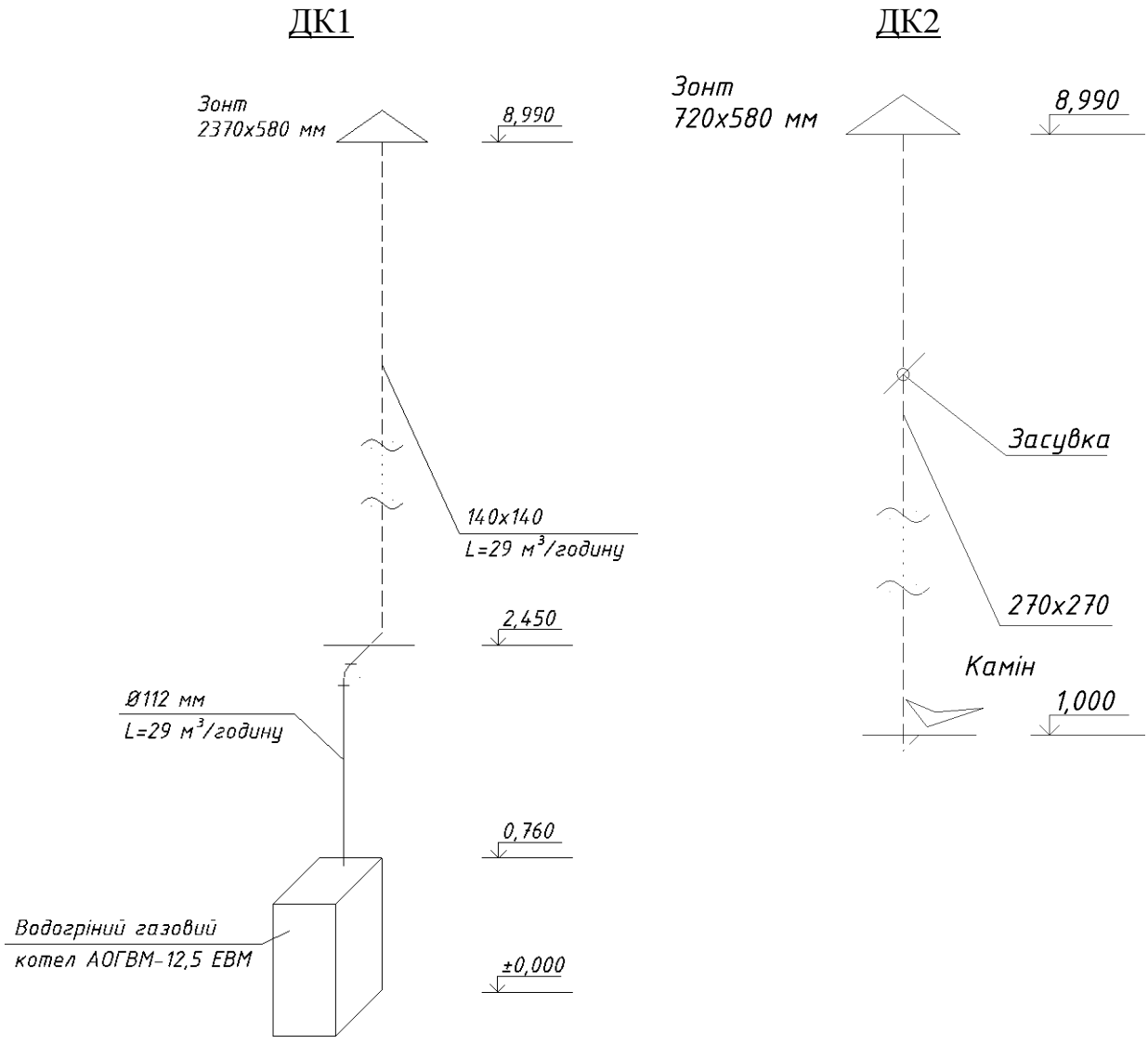


Рис. 8.3. Аксонометричні схеми димових каналів

					ДР 201-пНТ 20237	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Специфікація матеріалів за кресленнями розділу вентиляція

Таблиця 8.1

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Вентиляція							
	ВП1							
1.	Вентиляційна решітка	ОРГ 150×200		Вентс	шт.	1		
	ВП2							
2.	Вентиляційна решітка	ОРГ 150×200		Вентс	шт.	1		
	В1							
3.	Витяжний вентилятор L=85 м³/год	SILENT-100 CZ		Soler & Palau	шт.	1	0,65	
	N= 8 Вт, n=2400 об/хв.	DESIGN 3C						
	В2							
4.	Витяжний вентилятор L=85 м³/год	SILENT-100 CZ		Soler & Palau	шт.	1	0,65	
	N= 8 Вт, n=2400 об/хв.	DESIGN 3C						
	В3							
5.	Витяжний вентилятор L=85 м³/год	SILENT-100 CZ		Soler & Palau	шт.	1	0,65	
	N= 8 Вт, n=2400 об/хв.	DESIGN 3C						
6.	Грибок оцинкований прямокутний			TINCRAFT	шт.	1		
	2350x580 мм							
7.	Грибок оцинкований прямокутний			TINCRAFT	шт.	1		
	720x580 мм							

9. ВИСНОВКИ

Даний дипломний проект бакалавра являє собою реальний проект систем опалення, гарячого водопостачання та вентиляції індивідуального житлового будинку, що знаходиться за адресою Полтавська обл., м. Миргород. Проект складається з ряду теплотехнічних та гідравлічних розрахунків і технічних рішень, кінцевою метою яких є реалізація інженерних систем будівлі, що розглядається. Низькотемпературна система опалення відповідає всім сучасним нормам з енергозбереження, автоматизації роботи інженерних систем та охорони праці експлуатації інженерних систем.

У даному дипломному проекту було виконано наступний обсяг робіт:

1. розраховано теплові втрати приміщень;

2. розраховано витрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря та надходження теплоти до приміщень об’єкта проектування;

3. визначено клас енергоефективності будинку;

4. виконано розрахунок опалення та гарячого водопостачання будинку;

5. була розроблена система опалення;

6. були підібрані біметалеві радіатори в приміщеннях будинку та рушникосушники – у санвузлах;

7. вибрано обладнання систем опалення та ГВП (газовий котел, розширювальний бак, насосне обладнання та ін.);

8. у гідравлічному розрахунку отримано циркуляційний тиск системи і підібрано діаметри трубопроводів. За результатами розрахунку були підібрані циркуляційні насоси системи опалення;

9. спроектовані системи природної, механічної витяжної вентиляції у вигляді вентиляційного каналу, що прокладений у внутрішній стіні житлового будинку.

Технічні рішення, прийняті в проекті, відповідають умовам екологічних, санітарно-гігієнічних та інших діючих норм і забезпечують безпечну для

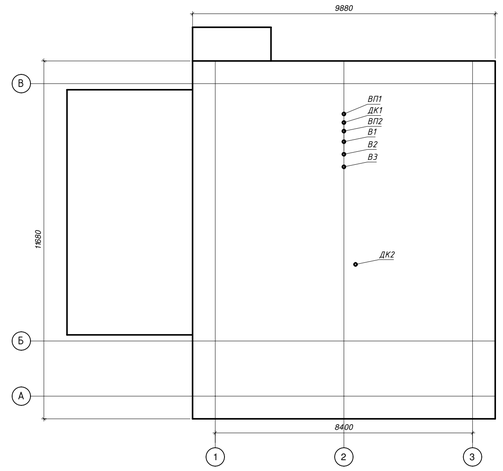
життя та здоров’я людей експлуатацію будинку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інтернет ресурс. https://www.maximuscentr.com.ua/enerhoefektyvnyi-budynok/
2. ДСТУ-Н.Б В.1.1-27: 2010р.Будівельна кліматологія. . К.: Мінрегіонбуд, 2011р.94с.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. . К.: Мінрегіонбуд, 2013р.131с.
4. ДБН В .2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення. Мінрегіонбуд. К.: 2020р.
5. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіонбуд, 2017р. 31с.
6. Навчальний посібник до виконання курсової роботи «Індивідуальне опалення та вентиляція котеджу» із дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика»/ Голік Ю.С., Череднікова О.В. – м. Полтава:Національний університет «Полтавська політехніка» імені Юрія Кондратюка. – 2020 р.
7. Внутренние санитарно-технические устройства.3 ч. Ч.I. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
8. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб./ М.Ф.Боженко, В.П.Сало, – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 192 с.
9 Паспорт водогрійного газового котла.
10. Розширювальні баки та гідроакумулятори. Каталог обладнання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://iven.com.ua/ru/rasshiritelnye-baki/8578-reflex-ng-35-seryj-8270100-8270100.html
11. Справочника инженера по пуску, наладке и эксплуатации котельных установок / И.Е. Герасименко и др., Киев: Техника, 1986 г, с.249.
12. Енергетична ефективність будівль настанова з проведення енергетичної оцінки будівель: ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 - – [Чинний від 2016-01-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2015. – 25 с. – (Національний стандарт України)

КАРТА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ
М 1:2000

ПЛАН-СХЕМА РОЗМІЩЕННЯ УСТАНОВОК



ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

Позначення системи	Кількість систем	Найменування приміщення (технологічного устаткування), що обслуговується	Тип установки, агрегату	Вентилятор							Електродвигун			Повітронагрівач							Фільтр						Повітроохолоджувач									Примітка
				тип, виконання із вибухозахисту	№	схема виконання	положення	L, м³/годину	P, Па (кгс/м²)	n, об./хв.	тип, виконання із вибухозахисту	N, кВт	N, об./хв.	тип	№	кількість	температура підігріву, °С від	до	витрати тепла, Вт (ккал/годину)	ΔP, Па (кгс/м²)	тип	№	кількість	ΔP, Па (кгс/м²)	концентрація, мг/м³ початкова	кінцева	тип	№	кількість	температура охолодження, °С від	до	витрати холоду, Вт (ккал/годину)	ΔP, Па (кгс/м²)	насос тип	насос G, м³/год	насос H, Па	примітки тип	примітки N, кВт	примітки n, об./хв.	
ВП1	1	Підвал	ОРГ 150х200	-	-	-	-	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ВП2	1	Теплогенераторна	ОРГ 150х200	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
В1	1	Кухня-їдальня	SILENT- 100	IP 45	100	-	-	72	5/0,5	2400	АС	8	2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Рівень шуму 26дБ
В2	1	Санвузол 1 пов.	SILENT- 100	IP 45	100	-	-	90	4/0,4	2400	АС	8	2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Рівень шуму 26дБ
В3	1	Санвузол 2 пов.	SILENT- 100	IP 45	100	-	-	90	4/0,4	2400	АС	8	2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Рівень шуму 26дБ

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ППО РОБОЧИХ КРЕСЛЕННЯХ МАРКИ ОВ

Найменування будинку (споруди), приміщення	Об'єм, м³	Період року при $t_{пов.}$, °С	Витрати тепла, Вт (ккал/годину)				Витрати холоду, Вт (ккал/годину)	Встановлена потужність електродвигуна, кВт
			на опалення	на вентиляцію	на гаряче водопостачання	всього		
Будинок	313,82	-23	8618	-	2612	11230	-	-

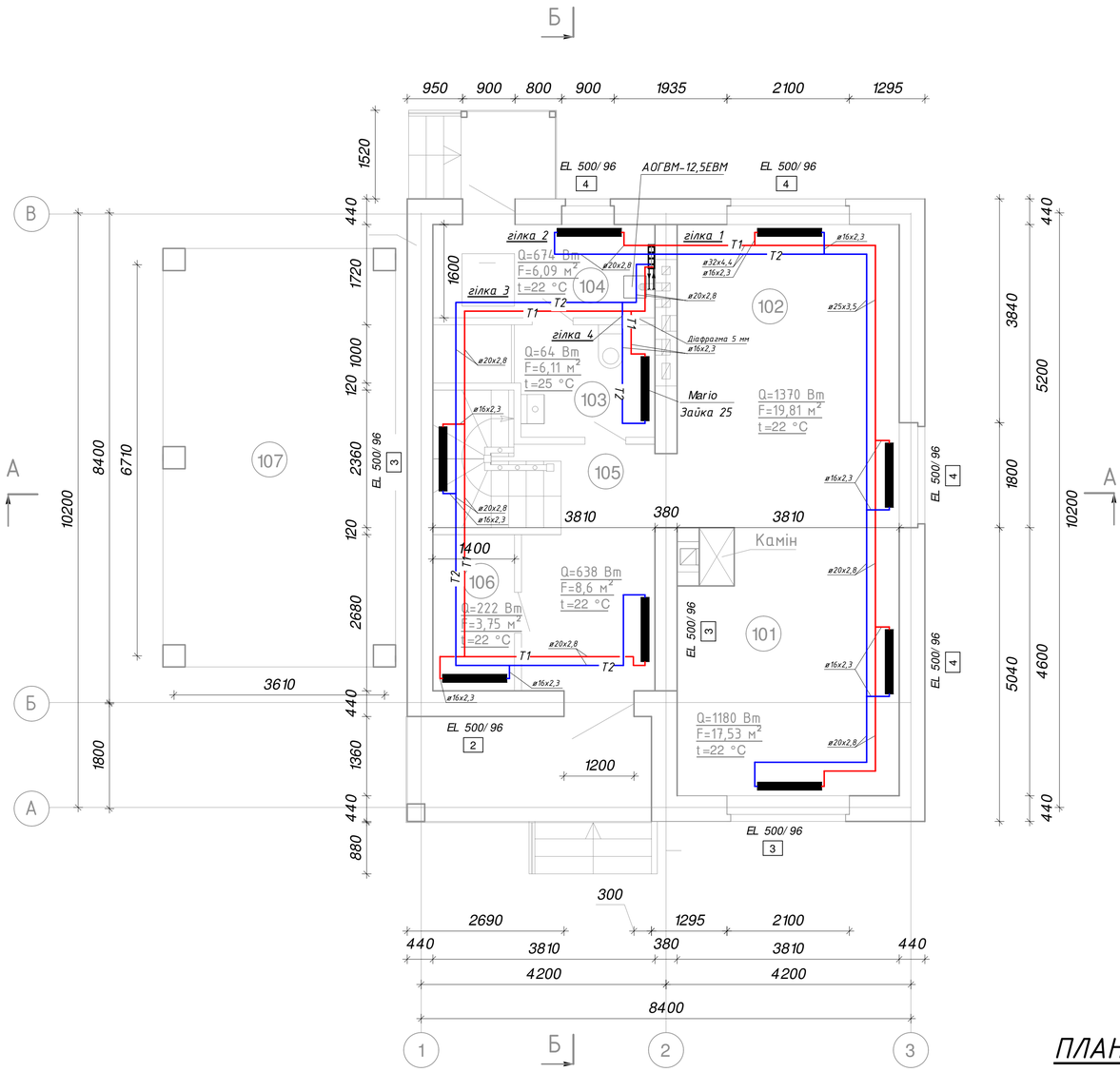
ВІДОМІСТЬ КРЕСЛЕНЬ

Аркуш	Найменування	Примітки
1.	Загальні дані. Карта місця розташування об'єкту проєктування. М 1:2000. План-схема розміщення установок. Характеристика систем опалення та вентиляції. Основні показники по робочих кресленнях марки ОВ. Відомість креслень	
2.	План першого поверху на позн. ±0,000 м. План другого поверху на озн. +2,900 м. М 1:50. Експлікації приміщень 1-го та 2-го поверхів. План даху. М 1:100. План вентиляційних каналів. М1:25	
3.	Розрізи А-А,Б-Б систем опалення та вентиляції. М 1:50.	
	Схеми перекриття над неопалювальним підвалом та покриття підлоги з лаг на ущільненому ґрунті	
4.	Аксонометричні схеми системи опалення 1-го та 2-го поверхів, вузли "А" та "Б"	
5.	Аксонометричні схеми витяжних систем природної вентиляції ВП1, ВП2, механічної вентиляції В1-В3, димових каналів ДК1, ДК2	

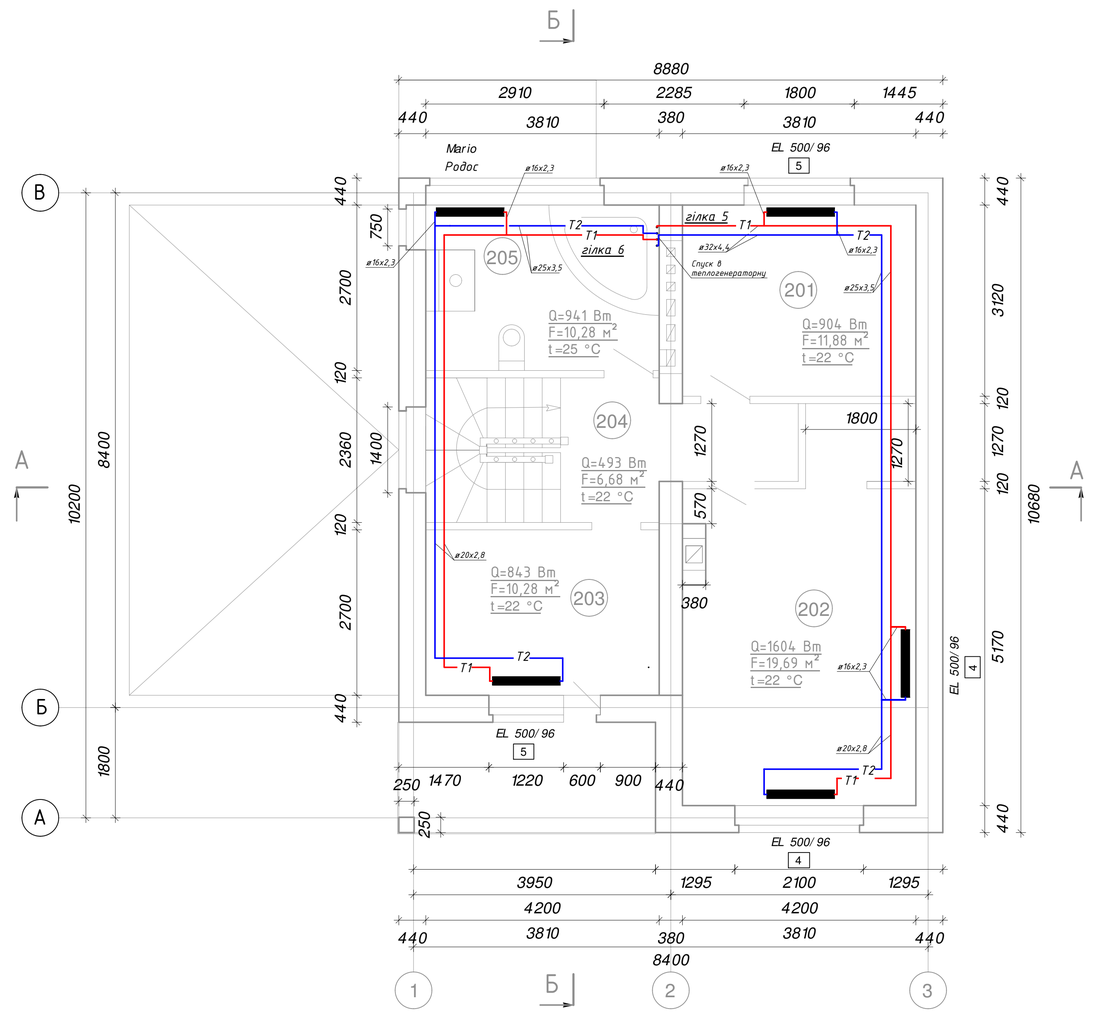
						ДР 201-пНТ 20237	
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	Опалення та вентиляція котеджу з елементами енергозбереження в м. Миргород	
Розробив		Кирій В.О.				Загальні дані	Стадія: ДР; Аркуш: 1; Аркушів: 5
Керівник		Писаренко В.П.					
Перевірив		Канівець В.М.					
Зав. кафедри		Голік Ю.С.				Карта місця розташування об'єкту проєктування. М 1:2000. План-схема розміщення установок. Характеристика систем опалення та вентиляції. Основні показники по робочих кресленнях марки ОВ. Відомість креслень	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка", кафедра тепло-газопостачання, вентиляції та теплоенергетики

ВЛШ = 594 / 841 (0,50м2)

ПЛАН ПЕРШОГО ПОВЕРХУ на позн. ±0,000 м



ПЛАН ДРУГОГО ПОВЕРХУ на озн. +2,900 м



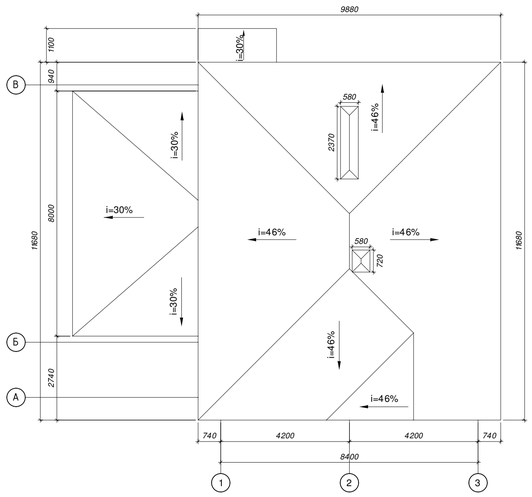
ЕКСПЛІКАЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ 1-ГО ПОВЕРХУ

№ на плані	Назва приміщення	Площа, м²
101	Вітальня	17,53
102	Кухня-столова	19,81
103	Санвузол	6,11
104	Технічне приміщення	6,09
105	Тамбур	8,60
106	Кладова кімната	3,75
107	Гараж-навіс	28,64
	Разом:	90,53

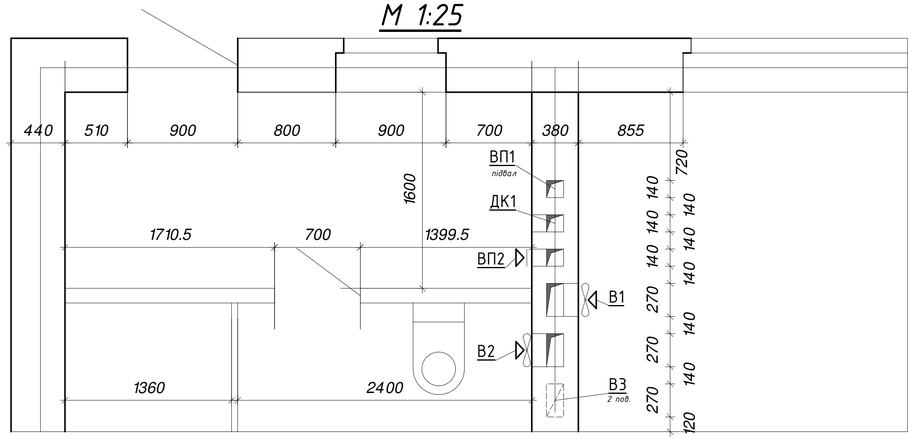
ЕКСПЛІКАЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ 2-ГО ПОВЕРХУ

№ на плані	Назва приміщення	Площа, м²
201	Спальня №1	11,88
202	Спадбня №2	19,69
203	Спальня №3	10,28
204	Холл	6,68
205	Санвузол	10,28
	Разом:	58,81

ПЛАН ДАХУ



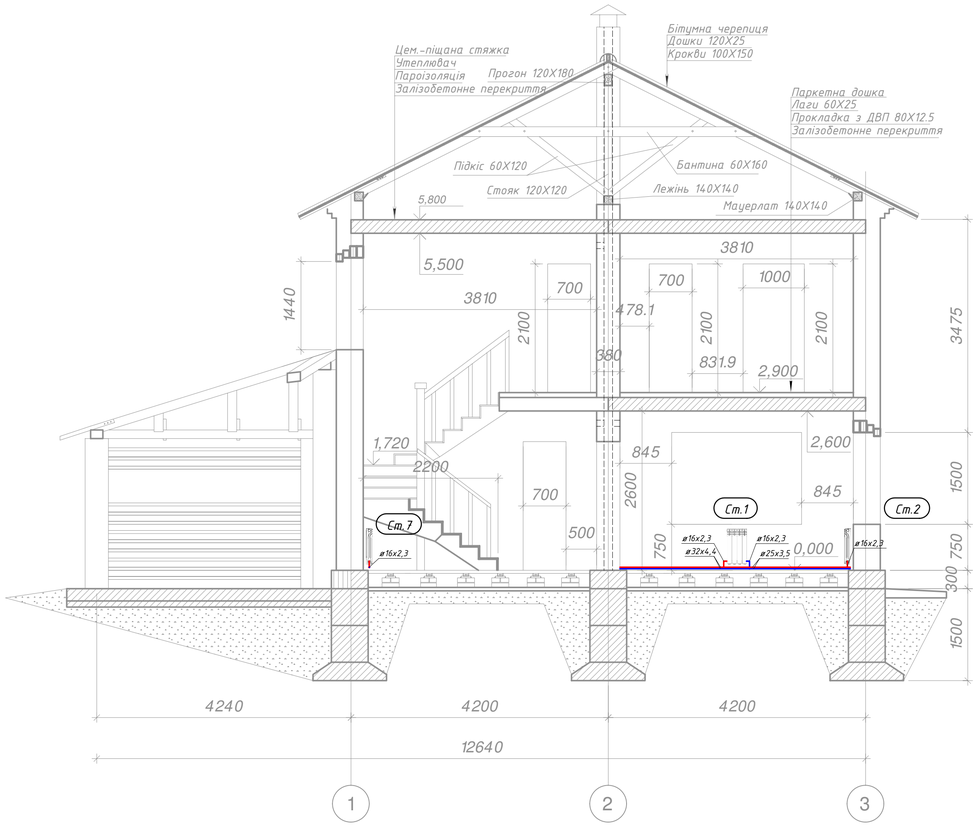
ПЛАН ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ КАНАЛІВ М 1:25



							ДР 201-пНТ 20237		
							Опалення та вентиляція котеджу з елементами енергозбереження в м. Миргород		
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата				
Розробив		Кирій В.О.					Плани	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Пикаренко В.П.						ДР	2	5
Перевірив		Канівець В.М.					План першого поверху на позн. ±0,000 м. План другого поверху на озн. +2,900 м. М1:50. Експлікації приміщень 1-го та 2-го поверхів. План даху. М 1:100. План вентканалів. М1:25	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра тепло-газопостачання, вентиляції та теплоенергетики	
Зав. кафедри		Голік Ю.С.							

ВЛШ = 594 / 841 (0.50м2)

РОЗРІЗ А-А



РОЗРІЗ Б-Б

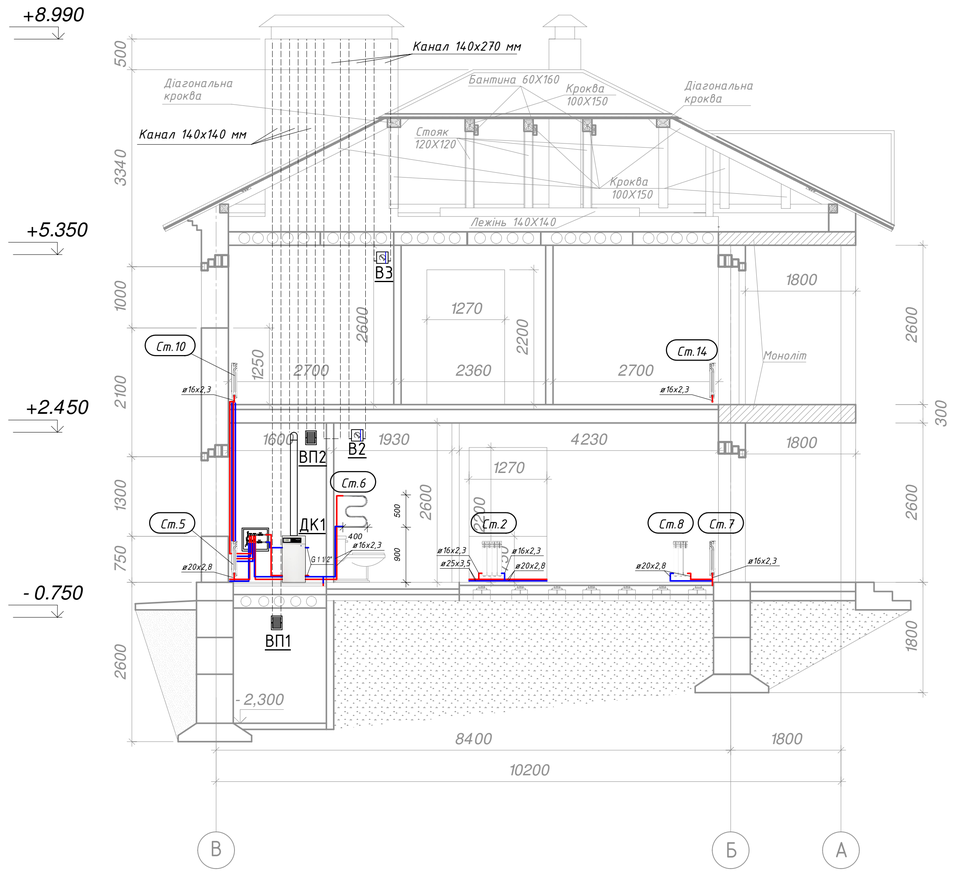
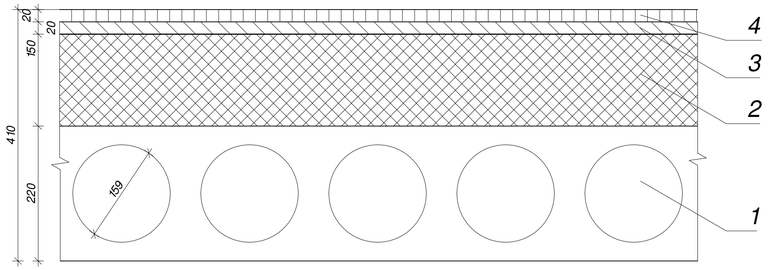
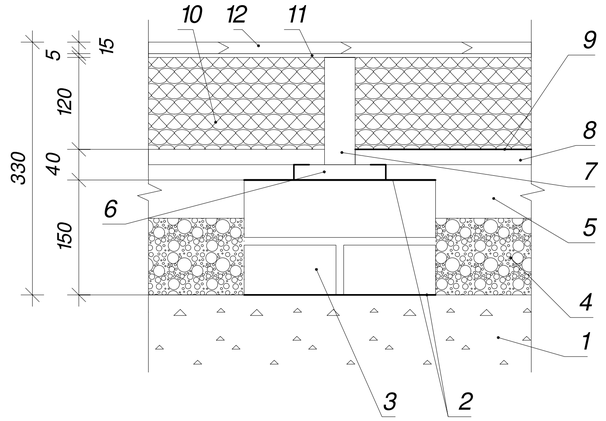


СХЕМА ПЕРЕКРИТТЯ НАД НЕОПАЛЮВАЛЬНИМ ПІДВАЛОМ



1 – залізобетонної багатопорожнинної плити-перекриття ПК-42-15-8, δ1 = 220 мм;
2 – утеплювач (плити мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого з масою від 3,5% до 4,2%));
3 – стяжка цементно-піщана, армована скловолокном, δ3 = 20 мм;
4 – керамічна плитка для підлоги, δ4 = 20 мм.

СХЕМА ПЕРЕКРИТТЯ ПОКРИТТЯ ПІДЛОГИ З ЛАГ НА УЩІЛЬНЕНОМУ ҐРУНТІ

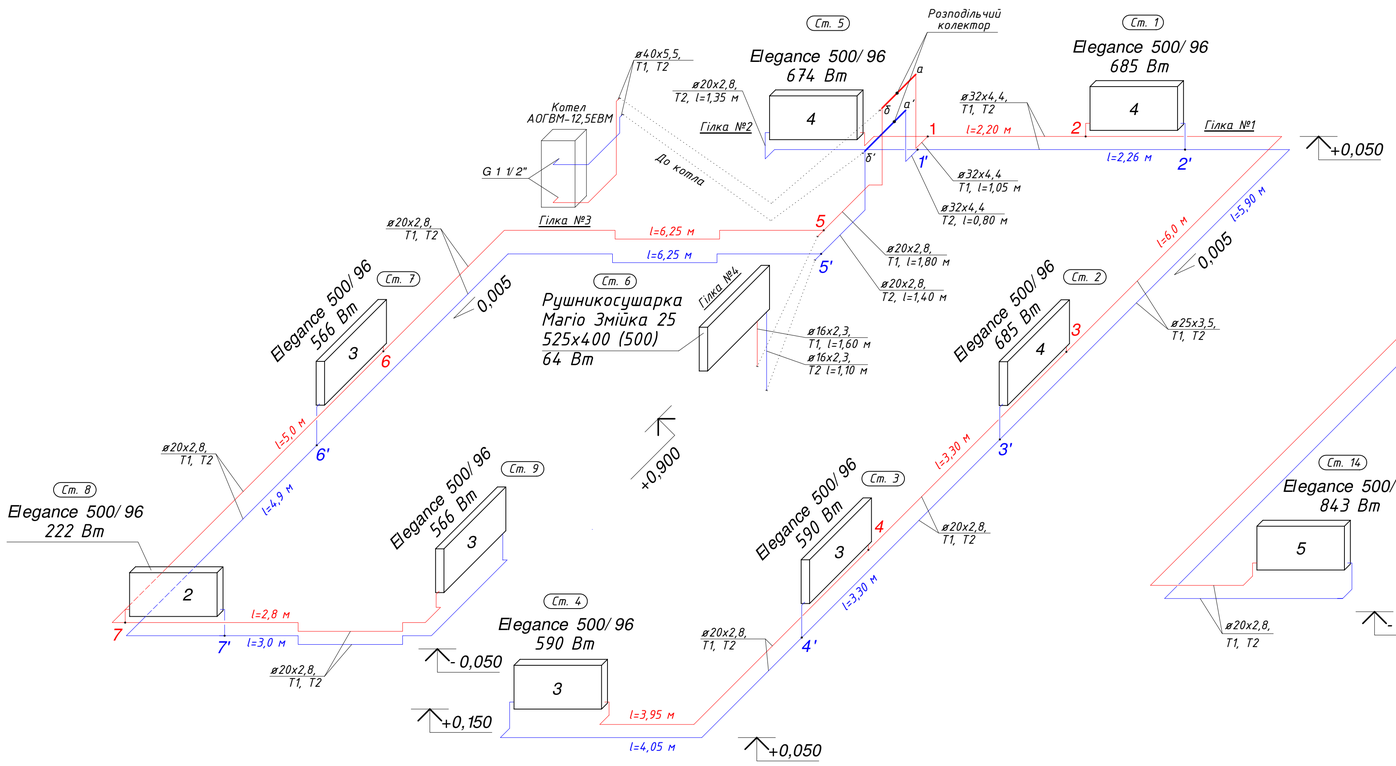


1 – ущільнений грунт;
2 – гідроїзоляція (два шари руберойду та бітумна мастика), 10 мм;
3 – цегляний стовпчик 250×250×150 мм;
4 – гравій керамзитовий, δ1 = 100 мм;
5 – повітряний прошарок, 50 мм;
6 – дощата підкладка, 20 мм;
7 – лаги 140×40 мм;
8 – деревинностружкова плита, δ2 = 20 мм;
9 – пароізоляція, 5 мм;
10 – утеплювач (плити мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого з масою 3,5-4,2%));
11 – амортизаційна підкладка, 5 мм;
12- паркетна дошка, δ4 = 15 мм.

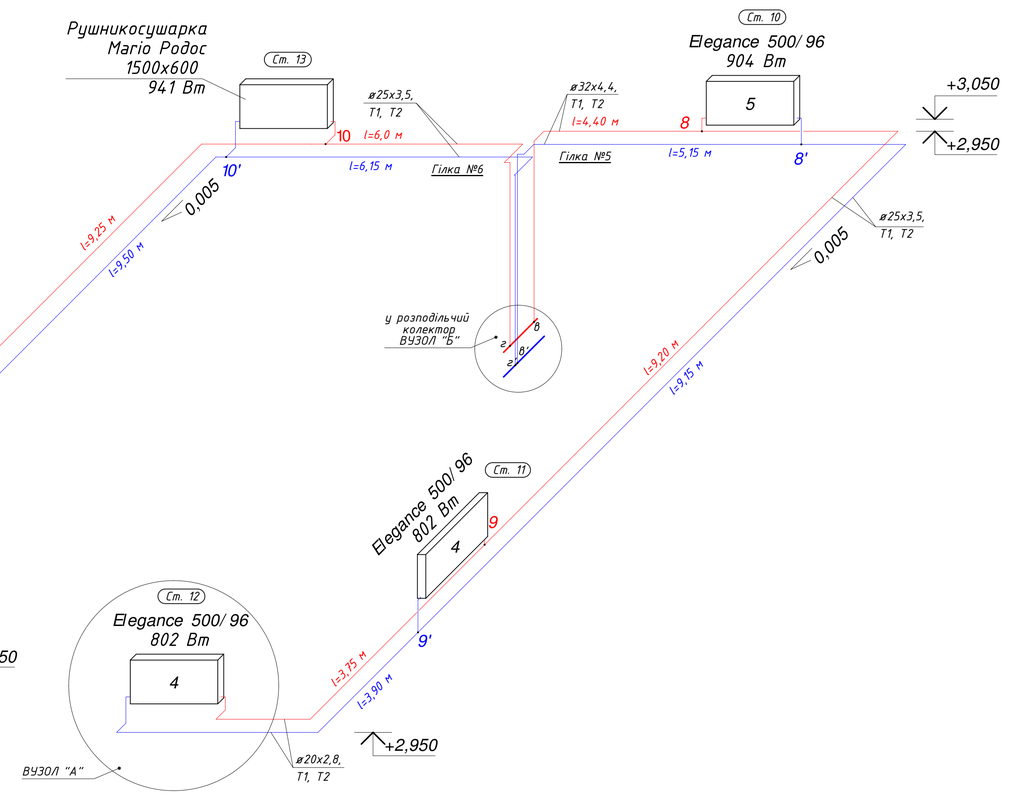
						ДР 201-пНТ 20237		
						Опалення та вентиляція котеджу з елементами енерго-збереження в м. Миргород		
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата			
Розробив		Кирій В.О.				Розрізи систем опалення та вентиляції	Стадія: ДР	Аркуш: 3 / Аркушів: 5
Керівник		Писаренко В.П.						
Перевірив		Канівець В.М.				Розрізи А-А,Б-Б систем опалення та вентиляції. М 1:50. Схеми перекриття над неопалювальним підвалом та покриття підлоги з лаг на ущільненому ґрунті	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра тепло-газопостачання, вентиляції та теплоенергетики	
Зав. кафедри		Голік Ю.С.						

В/Ш = 594 / 841 (0.50м2)

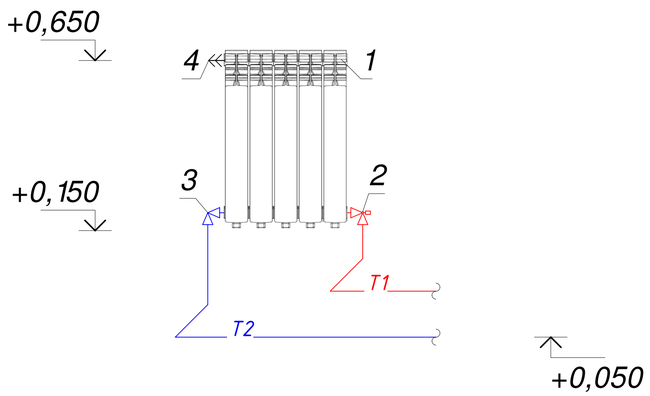
АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ 1-ГО ПОВЕРХУ



АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ 2-ГО ПОВЕРХУ



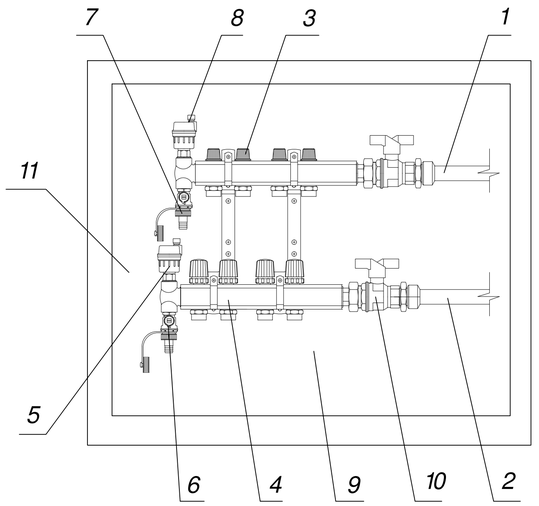
ВУЗОЛ "А"



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ВУЗЛА "А"

1. Біметалевий радіатор "Elegance" 500/96
2. Термостатичний кутовий радіаторний клапан RA-N 20
3. Радіаторний кутовий вентиль RLV Ø20 мм
4. Кран Маєвського

ВУЗОЛ "Б"
СХЕМА РОЗПОДІЛЧОГО КОЛЕКТОРА



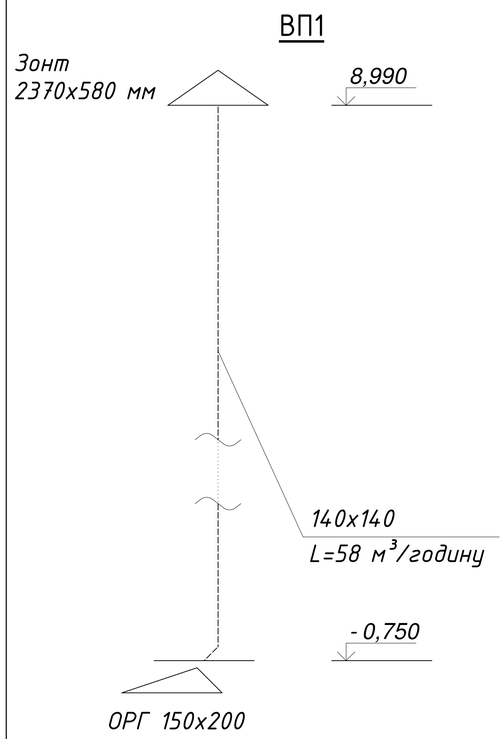
УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ВУЗЛА "Б"

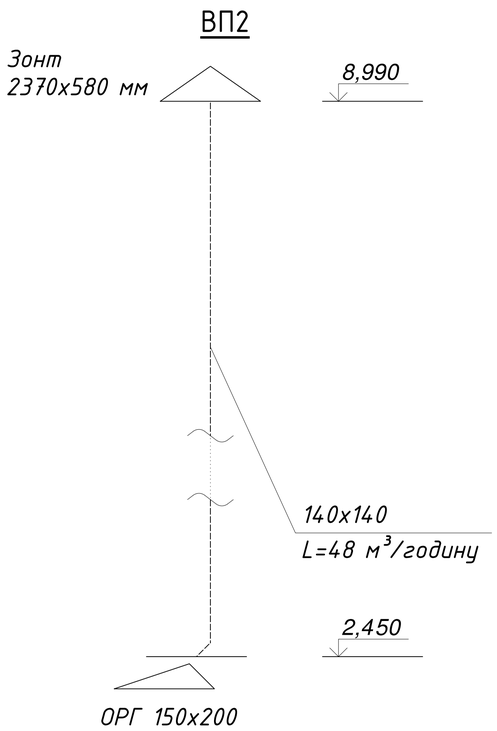
1. Подаючий трубопровід
2. Зворотній трубопровід
3. Подаючий колектор
4. Зворотній колектор
5. Ручний вентиль для колектора
6. Трійник
7. Клапан для спуску води
8. Автоматичний клапан для спуску повітря
9. Консоль кріплення колекторів
10. Кульовий кран
11. Шафа для колектора

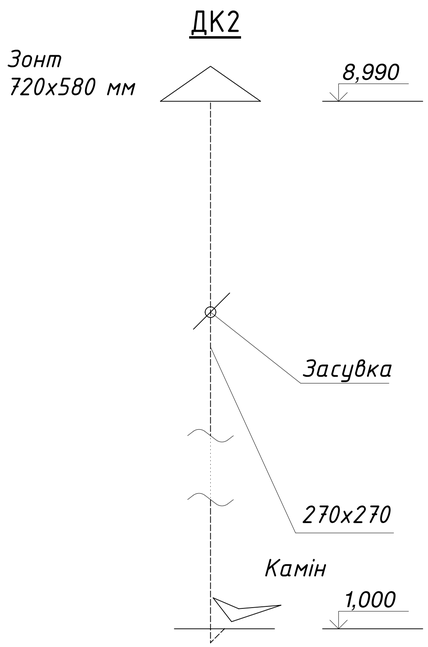
						ДР 201-пНТ 20237		
						Опалення та вентиляція котеджу з елементами енерго-збереження в м. Миргород		
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата			
Розробив		Кирій В.О.				Аксонометричні схеми системи опалення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Писаренко В.П.					ДР	4	5
Перевірив		Каніведь В.М.							
						Аксонометричні схеми системи опалення 1-го та 2-го поверхів, вузли "А" та "Б"	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка", кафедра тепло-газопостачання, вентиляції та теплоенергетики	
Зав. кафедри		Голік Ю.С.						

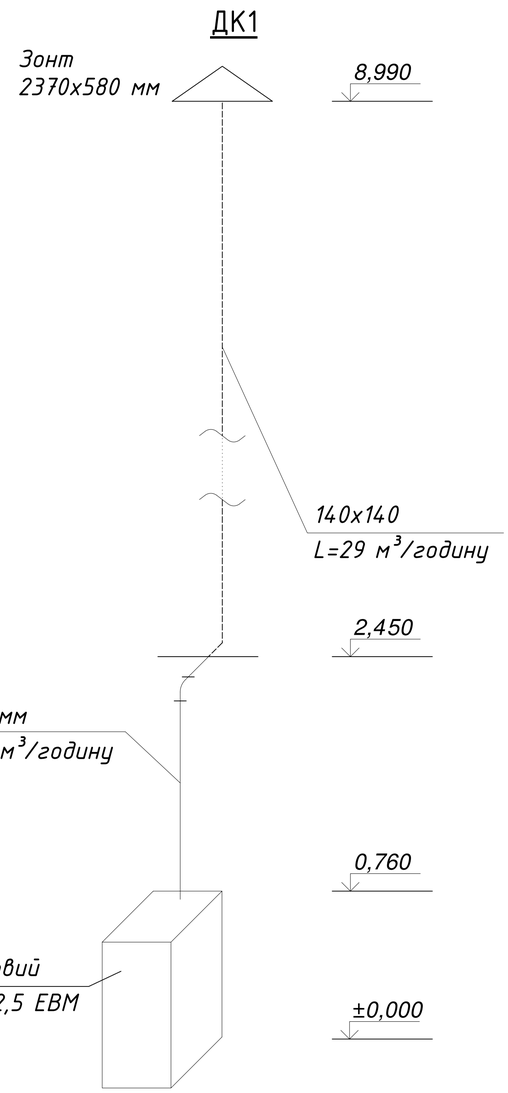
ВЛШ = 594 / 861 (0,50м2)

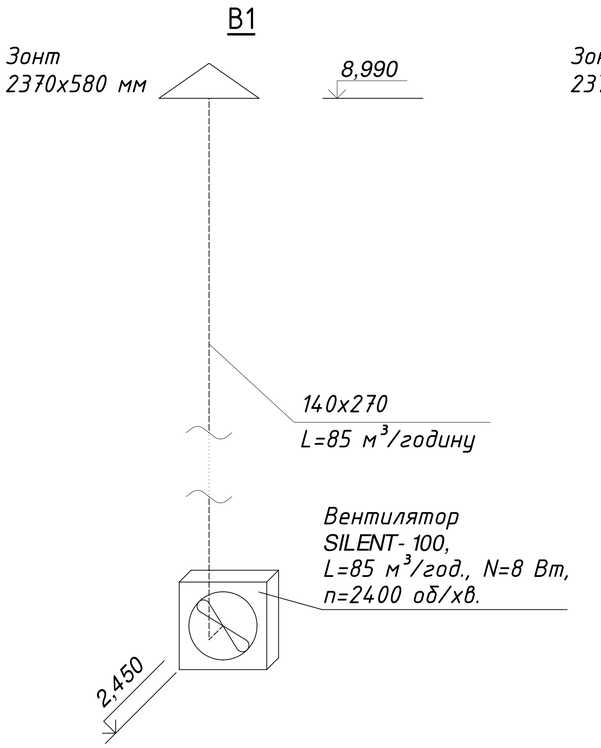
АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

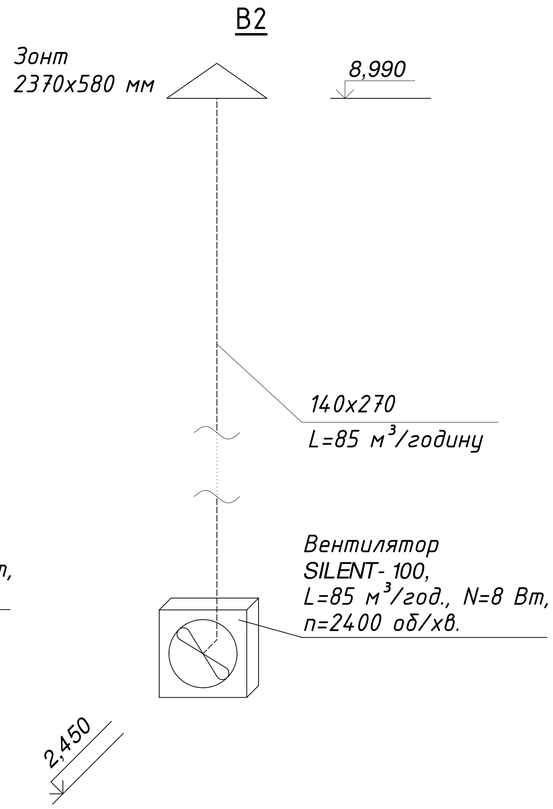


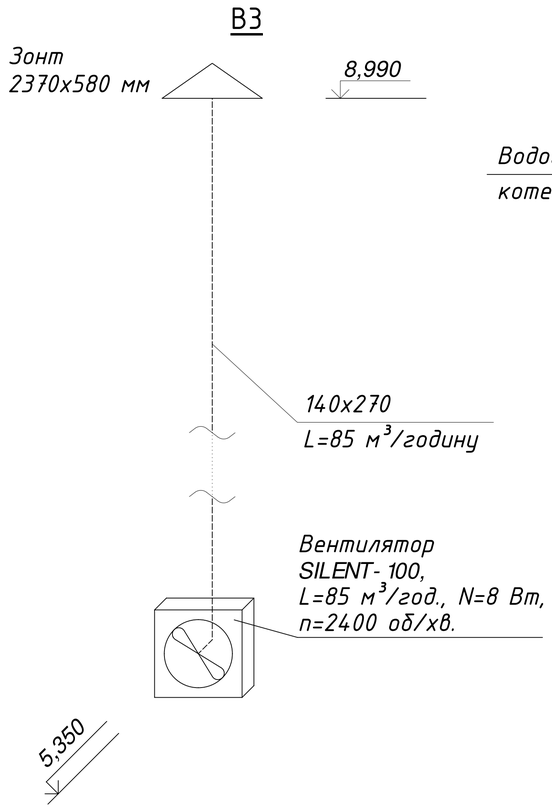












						ДР 201-пНТ 20237		
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	Опалення та вентиляція котеджу з елементами енергозбереження в м. Миргород		
Розробив		Кирій В.О.				Аксонометричні схеми витяжних систем вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Писаренко В.П.					ДР	5	5
Перевірив		Канівець В.М.							
						Аксонометричні схеми витяжних систем природної вентиляції ВП1, ВП2, механічної вентиляції В1-В3, димових каналів ДК1, ДК2	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка", кафедра тепло-газопостачання, вентиляції та теплоенергетики		
Зав. кафедри		Голік Ю.С.							

В/Ш = 594 / 841 (0,50м2)