

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплотехніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Індивідуальна система теплохолодопостачання садибного будинку з елементами
зеленого будівництва
(назва)

Пухальський Ігор Володимирович
(прізвище, ім'я по батькові студента повністю)

Київ 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплотехніки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

„___” _____ 2025 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Індивідуальна система теплохолодопостачання садибного будинку з елементами
зеленого будівництва
(назва)

Виконав студент групи ТВ 21-2

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Пухальський Ігор Володимирович
(прізвище, ім'я по батькові студента повністю)

Керівник к.т.н., доцент, Погосов О. Г.
(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплотехніки

Освітній рівень: «бакалавр»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Пухальський Ігор Володимирович
(прізвище, ім'я по батькові студента повністю)

1. Тема роботи: Індивідуальна система теплохолодопостачання садибного будинку з елементами зеленого будівництва.

Затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від „____” _____ 2025 р.

2. Керівник роботи кандидат технічних наук, доцент, Погосов Олександр Григорович
(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

3. Строк подання студентом роботи до захисту 01 червня 2025 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ БУДІВЛІ

РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ

РОЗДІЛ 4. СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ

РОЗДІЛ 5. СИСТЕМА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

РОЗДІЛ 6. БЕЗПЕКА ПРАЦІ

5. Графічний матеріал:

Аркуш 1. Плани системи опалення 1-го та 2-го поверхів ; Експлікація приміщень першого поверху; Експлікація приміщень другого поверху; Конструкція теплої підлоги; Вузол підключення сталевого радіатора з нижнім підключенням; Вузол підключення вертикального радіатора.

Аркуш 2. Принципова схема теплопостачання будинку; Експлікація обладнання котельні.

Аркуш 3. План котельні. Вид 1-1, вид 2-2.

Аркуш 4. План системи вентиляції та кондиціонування 1-го та 2-го поверхів; Схема кріплення каналного кондиціонера та ПВУ; Схема з'єднання решіток великої довжини; Схема стиківки решіток; Вузол решітки у ніші.

Аркуш 5. Аксонетрична схема системи вентиляції; Схема кріплення каналного кондиціонера та ПВУ; Схема з'єднання решіток великої довжини; Схема стиківки решіток; Вузол решітки у ніші; Вузол кріплення круглих повітроводів.

Аркуш 6. Плани системи холодопостачання 1-го та 2-го поверхів ; План розміщення зовнішнього блоку системи холодопостачання; Гідравлічна схема системи К1.

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
<u>ВСТУП</u>	09.05.2025
РОЗДІЛ 1. <u>АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА</u>	12.05.2025
РОЗДІЛ 2. <u>РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ БУДІВЛІ</u>	14.05.2025
РОЗДІЛ 3. <u>ОПАЛЕННЯ</u>	19.05.2025
РОЗДІЛ 4. <u>ВЕНТИЛЯЦІЯ</u>	23.05.2025
РОЗДІЛ 5. <u>СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ</u>	26.05.2025
РОЗДІЛ 6. <u>БЕЗПЕКА ПРАЦІ</u>	27.05.2025
Остаточне оформлення роботи	29.05.2025
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів дипломної роботи.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Кириченко М.А.
(підпис)

Керівник _____ Погосов О.Г.
(підпис)

Магістр _____ Пухальський
(підпис) І.В.

Зміст

Вступ	8
1. Аналітична частина	9
1.1. Характеристика садибного будинку	9
1.2. Кліматичні умови району	9
1.3. Системи, які передбачені в даному проєкті	11
1.3.1. Система опалення	11
1.3.2. Система вентиляції	11
1.3.3. Система кондиціонування	12
2. Розрахунок теплових втрат будівлі	14
2.1. Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції	15
2.2. Розрахунок тепловтрат на інфільтрацію	15
2.3. Розрахунок огорожень	16
2.4. Розрахунок тепловтрат	18
3. Опалення	29
3.1. Вибір схеми опалення з урахуванням функціонального призначення будівлі та її архітектурно-планувальної структури	29
3.2. Техніко-економічні характеристики впровадженої водяної системи обігріву	30
3.3. Вибір опалювальних приладів	31
3.4. Розрахунок теплової потужності системи опалення	34
3.5. Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів системи опалення	34
3.6. Розрахунок опалювальних приладів	36
4. Вентиляція	40
4.1. Вихідні дані для розрахунку	41
4.1.1. Характеристика об'єкту будівництва	41
4.1.2. Визначені параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції ..	41
4.1.3. Розрахункові характеристики зовнішнього повітря при інтегрованій роботі вентиляційної та охолоджувальної системи	42
4.1.4. Розрахункові параметри внутрішнього повітря для вентиляції та кондиціонування повітря	42
4.1.5. Розрахункові температури повітря в приміщеннях	43

					Атестаційна випускна робота	Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1.6. Розрахункові характеристики внутрішнього повітря для котеджу	43
4.2. Теплопритоки від сонячної радіації в котеджі.....	45
4.2.1. Джерела теплопритоків від сонячної радіації	45
4.2.2. Надходження шкідливостей від людей в теплий період року.....	46
4.3. Тепло-вологісний баланс та його компоненти.....	47
4.4. Тепловий вплив радіаторів опалення.....	50
4.4.1. Тепловтрати приміщення.....	50
4.5. Вологісний баланс середовища	51
4.5.1. Надходження шкідливих газів.....	51
4.6. Розрахунок повітрообміну	51
4.6.1. Розрахунок повітрообміну для офісних приміщень типового поверху.....	52
4.6.2. Визначення необхідних повітрообмінів	54
4.7. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів	58
4.7.1. Розрахунок навантаження окремих ділянок системи.....	58
4.8. Оцінка втрат тиску внаслідок тертя.....	59
4.9. Балансування системи вентиляції	59
4.10. Основні технічні рішення	62
4.10.1. Підбір обладнання	62
4.10.2. Підбір повітророзподільників.....	66
4.10.3. Підбір вентиляційної решітки прихованого монтажу.....	67
5. Система холодопостачання.....	69
5.1. Основні відомості про кондиціонування.....	69
5.2. Класифікація систем кондиціонування	69
5.3. Опис прийнятої системи кондиціонування	69
5.3.1. Характеристика внутрішніх блоків	71
5.3.2. Зовнішній блок.....	72
5.4. Система керування.....	73
5.4.1. Центральний контролер AC Smart 5	73
5.4.2. Принцип роботи системи автоматизації.....	73
5.4.3. Алгоритм управління базується на таких принципах	74
5.4.4. Висновок.....	74

					Атестаційна випускна робота	Лист
						6
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

5.5. Звіт з програми підбору.....	75
6. Безпека праці	78
6.1. Загальні положення	78
6.2. Безпека під час монтажу інженерних систем.....	78
6.3. Пожежна та електробезпека.....	79
6.4. Ергономічність та безпечна експлуатація	79
6.5. Екологічна безпека та енергоефективність	80
7. Список використаних джерел.....	81

					Атестаційна випускна робота	Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Зростаючі вимоги до енергоефективності та екологічної безпеки сучасних будівель зумовлюють необхідність впровадження новітніх інженерних рішень у галузі опалення, охолодження та вентиляції. Особливої актуальності набуває розробка індивідуальних систем теплохолодопостачання для житлових будинків, які поєднують комфорт, економічність та турботу про довкілля.

Садибні житлові будинки, як поширений тип приватного житла в Україні, дають можливість для впровадження технологій, що базуються на використанні відновлюваних джерел енергії та принципів «зеленого будівництва». До таких рішень належать, зокрема, теплові насоси, системи рекуперації, сонячні колектори, автоматизоване керування мікрокліматом. Застосування таких технологій дає змогу суттєво знизити споживання енергії, підвищити комфорт для мешканців та зменшити вплив на навколишнє середовище.

Метою даної дипломної роботи є проектування індивідуальної системи теплохолодопостачання для садибного будинку з урахуванням елементів зеленого будівництва. У ході роботи розглянуто основні методи розрахунку теплових навантажень, підбрано відповідне обладнання, виконано теплотехнічні та аеродинамічні розрахунки. Основним джерелом енергії обрано тепловий насос, що дозволяє забезпечити як опалення взимку, так і охолодження влітку. Система вентиляції організована з рекуперацією тепла, а для кондиціонування передбачена високоефективна VRF-система.

Результати дослідження мають практичне значення та можуть бути впроваджені при будівництві або модернізації сучасних приватних будинків з орієнтацією на енергозбереження та екологічність.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика садибного будинку

Об'єктом дослідження є індивідуальний житловий будинок, розташований у передмісті Києва. Будівля призначена для постійного проживання однієї родини. Конструктивна схема — каркасно-кам'яна, з теплоізованими зовнішніми стінами. Відомості про будинок наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Параметр	Значення
Поверховість	2 поверхи
Загальна площа будинку	140 м ²
Висота поверху	3 м
Об'єм опалувальний	420 м ³
Кількість мешканців	5 особи
Орієнтація будинку	Фасад на південь
Матеріал стін	Газобетон з утепленням
Тип покрівлі	Скатна з утепленням
Тип фундаменту	Бетон

1.2 Кліматичні умови району

Місто Київ знаходиться в зоні помірно-континентального клімату, що вирізняється чіткою зміною пір року та порівняно м'якими зимовими умовами. Відповідно до багаторічних метеорологічних спостережень, середньорічне значення температури повітря становить приблизно +8,4 °С. Найнижча середня температура спостерігається у січні — близько -3,5 °С, тоді як найтеплішим місяцем року є липень із температурою близько +20,5 °С.[2]

Опалувальний сезон у столиці України зазвичай триває від середини жовтня до початку квітня й охоплює понад 180 календарних діб, що обумовлено зниженням середньодобової температури нижче +8 °С. Згідно з нормами ДБН В.2.6-31:2021, при проектуванні систем теплопостачання слід брати до уваги розрахункову температуру зовнішнього повітря -22 °С.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						9
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Річна кількість атмосферних опадів у місті коливається в межах 600–650 мм, з переважанням дощів у теплу пору року. Сніг випадає взимку, однак стійкий сніговий покрив утворюється рідко та не зберігається тривалий час.

Середній показник відносної вологості повітря протягом року знаходиться в межах 70–75 %, а в холодну пору цей показник має тенденцію до зростання.

Таблиця 1.2 Тривалість утримання температур зовнішнього повітря

Місто	Кількість годин з температурою в даному інтервалі									
	Кількість годин з температурою нижче за дану									
	-35	-30	-30...-25	-25...-20	-20...-15	-15...-10	-10...-5	-5...0	0...+5	+5...+8
Київ	1	4	31	130	336	627	1225	1480	654	
	1	5	36	166	502	1129	2354	3834	4488	

Будинок розташований у І кліматичній зоні України згідно з ДБН В.2.6-31:2021.

Основні кліматичні параметри, необхідні для теплотехнічних розрахунків, наведено в таблиці 1.3.[2]

Таблиця 1.3

Параметр	Позначення	Значення
Розрахункова температура зовнішнього повітря взимку	$t_{зовн}$	-22 °C
Середня температура в опалювальний період	$t_{ср}$	-0,6 °C
Тривалість опалювального періоду, діб	Z	180
Середня температура влітку	$t_{вл}$	+20 ... +25 °C
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{вн}$	+20 °C
Вологість у зимовий період	φ	85 %
Сумарна сонячна радіація взимку	$Q_{сон}$	150–250 Вт/м ²

Для розрахунку тепловтрат застосовується різниця температур:

$$\Delta t = t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}} = 20 - (-22) = 42 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (1.2.1)$$

1.3 Системи, які передбачені в даному проєкті:

1.3.1. Система опалення

Основним джерелом тепла є тепловий насос «повітря–вода» Compress 7000i AW потужністю 13,0 кВт, що працює в низькотемпературному режимі 50/45 °С. Тепло розподіляється колекторною системою з можливістю індивідуального регулювання в приміщеннях. Для опалення використовуються сталеві панельні радіатори з термостатичними головками та контур теплої підлоги із змішувальною насосною групою.

Система ГВП реалізована на основі бойлера, який підігрівається трьома сонячними колекторами Logasol SKN 4.0. Це дозволяє знизити споживання електроенергії та підвищити енергоефективність, дотримуючись принципів зеленого будівництва.

1.3.2. Система вентиляції

У проєктованому садибному будинку передбачено комбіновану систему механічної вентиляції, яка забезпечує безперервне оновлення повітря у всіх житлових приміщеннях відповідно до нормативних вимог.

Для житлових кімнат — зокрема спальень, вітальні, кабінету та дитячої — передбачено встановлення припливно-витяжної вентиляційної установки з рекуперацією тепла типу LZ-N100GXH4 з вбудованим фреоновим випарником. Цей агрегат забезпечує збалансовану подачу свіжого повітря та видалення забрудненого, з одночасною утилізацією тепла завдяки вбудованому рекуператору. Додатково, завдяки інтегрованому фреоновому теплообміннику, установка здатна здійснювати догрів або охолодження припливного повітря, що підвищує комфорт у приміщеннях протягом усього року.

Установка оснащена високоефективними ЕС-вентиляторами, системою фільтрації припливного повітря, автоматичним керуванням мікрокліматом та працює з низьким рівнем шуму, що робить її особливо придатною для використання у житлових зонах. Повітропроводи прокладаються приховано — в

					Атестаційна випускна робота	Лист
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

перекрыттях або за фальш-панелями. Подача та витяжка повітря відбувається через дифузори або вентиляційні решітки.

Для кухні окремо передбачено витяжний зонт над плитою, що виводить забруднене повітря безпосередньо назовні через окремий повітропровід. Це дозволяє ефективно усувати запахи та надлишкову вологу під час приготування їжі.

У санвузлах та ванній кімнаті реалізується місцева витяжна вентиляція із застосуванням настінних каналних вентиляторів типу Blauberg Aero 100, продуктивністю 60 м³/год. Пристрої оснащені зворотними клапанами, що перешкоджають зворотному потоку повітря з повітропроводів у приміщення. Вентилятори можуть працювати як за розкладом, так і в автоматичному режимі — у парі з датчиком вологості або світла.

Завдяки такому комплексному підходу система вентиляції забезпечує комфортний мікроклімат у всіх зонах будинку, знижує ризик утворення вологи та цвілі, а також відповідає критеріям енергоефективного та екологічного житла.

1.3.3. Система кондиціонування

Для забезпечення комфортного мікроклімату в літній період у проєктованому садибному будинку передбачено централізовану систему кондиціонування на базі VRF-технології. В якості обладнання обрано двотрубну VRF-систему виробництва LG, що дає змогу індивідуально регулювати температуру у кожному з приміщень та забезпечує високу енергоефективність.

Внутрішні блоки системи обрані каналного типу, що дозволяє приховано розміщувати їх у поточному просторі кожної зони. Всі блоки з'єднані з одним зовнішнім агрегатом через загальну фреонову магістраль, яка прокладається у захисному лотку, відповідно до проєктного планування.

Розподіл охолодженого повітря по приміщеннях здійснюється через систему повітропроводів, які також монтуються в просторі між перекрыттям та натяжною або гіпсокартонною стелею. В якості розподільчих елементів використано лінійні щілинні дифузори «Sava Line», які мають сучасний вигляд і забезпечують рівномірний розподіл повітря без утворення протягів.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Така система дозволяє забезпечити ефективне кондиціонування всіх основних житлових зон — вітальні, спальні, кабінету — з можливістю зонального керування температурними режимами. Перевагами обраного рішення є висока гнучкість при монтажі, естетичність розміщення, енергоощадність та комфорт при експлуатації.

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ БУДІВЛІ

Традиційно вважалося, що зі збільшенням товщини огорожень підвищується їх опір до теплопередачі, зменшуються тепловтрати і, відповідно, знижуються витрати на забезпечення комфортного мікроклімату в приміщенні. Зменшення товщини стін призводить до зниження їх теплоізоляційної здатності й, як наслідок, до підвищення втрат тепла.

Крім цього, при тонших зовнішніх огороженнях знижується температура їх внутрішньої поверхні. Враховуючи, що людський організм передає тепло не лише конвекцією (тобто нагріванням повітря), а й інфрачервоним випромінюванням у бік внутрішніх поверхонь, температура цих поверхонь має бути максимально близькою до температури повітря в кімнаті. Інакше кажучи, суттєве зниження температури стін або вікон негативно впливає на тепловідчуття людини.

Також одним із небажаних наслідків зниженої температури поверхонь є можливість утворення конденсату з водяної пари, присутньої у повітрі. Волога, яка утворюється при цьому, поглинається матеріалом конструкції, що спричиняє його руйнування та зниження теплозахисних якостей.

Комфортний мікроклімат у приміщенні досягається завдяки сукупності факторів, зокрема температурі повітря, температурі внутрішніх поверхонь огорожень тощо. Це визначає баланс тепловіддачі організму з навколишнім середовищем через випромінювання, конвекцію і випаровування при постійній температурі тіла людини близько 36,6 °С.

У холодну пору року, при мінусовій температурі зовні, внутрішні поверхні огорожувальних конструкцій можуть бути недостатньо теплими для створення комфортних умов. Щоб забезпечити комфорт, їх температура має становити щонайменше 15–20 °С. Цього можна досягти шляхом підвищення термічного опору конструкцій (параметр **R**) і скорочення тепловтрат через огороження — передусім через стіни та вікна, на які припадає приблизно 85–90 % загальних теплових втрат.

Згідно з розрахунками, 1 м³ теплоізоляційного матеріалу дозволяє щороку зекономити 1,4–1,6 тонни умовного палива.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						14
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Будівельні теплоізоляційні матеріали повинні не лише ефективно зберігати тепло, але й відповідати комплексу вимог: бути екологічно безпечними (не виділяти шкідливі речовини під час експлуатації), пожежостійкими, міцними, зручними у використанні та економічно доступними.

Теплові втрати будівлі визначаються на основі теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій та умов експлуатації в зимовий період. Розрахунок виконується згідно з ДБН В.2.6-31:2021.[6]

Загальні тепловтрати визначаються за формулою:

$$Q = \Sigma(Q_{\text{огр}}) + Q_{\text{інф}} \quad (2.1.1)$$

Де, Q — загальні теплові втрати, Вт;

$Q_{\text{огр}}$ — тепловтрати через огорожувальні конструкції;

$Q_{\text{інф}}$ — тепловтрати на інфільтрацію повітря.

2.1 Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції

Тепловтрати через окремі огорожувальні конструкції розраховуються за формулою:

$$Q = A \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) / R \quad (2.1.2)$$

де, A — площа конструкції, м²;

$t_{\text{вн}}$ — внутрішня температура, °С;

$t_{\text{зовн}}$ — зовнішня температура, °С;

R — опір теплопередачі, м²·К/Вт.

2.2 Розрахунок тепловтрат на інфільтрацію

Інфільтраційні втрати розраховуються за формулою:

$$Q_{\text{інф}} = 0.28 \times n \times V \times \Delta T \quad (2.1.3)$$

де, n — кратність повітрообміну, 1/год;

V — опалювальний об'єм, м³;

ΔT — різниця температур, °С.

$$Q_{\text{інф}} = 0.28 \times 0.5 \times 418.5 \times 42$$

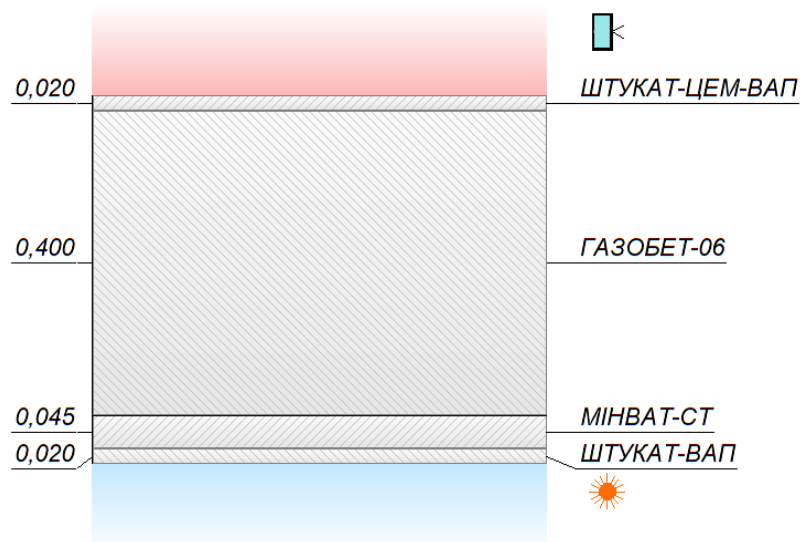
Загальні тепловтрати будівлі: $Q = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{інф}}$

					Атестаційна випускна робота	Лист
						15
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

2.3 Розрахунок огорожень

Стіна зовнішня (енергоефективна, тришарова):

Шар	Товщина (δ), м	Коефіцієнт теплопровідності (λ), Вт/м·К
Штукатурка цементно-піщана	0,020	0,82
Газобетон (D400)	0,400	0,174
Мінеральна вата	0,100	0,045
Декоративна штукатурка або вентильований фасад	0,020	0,70



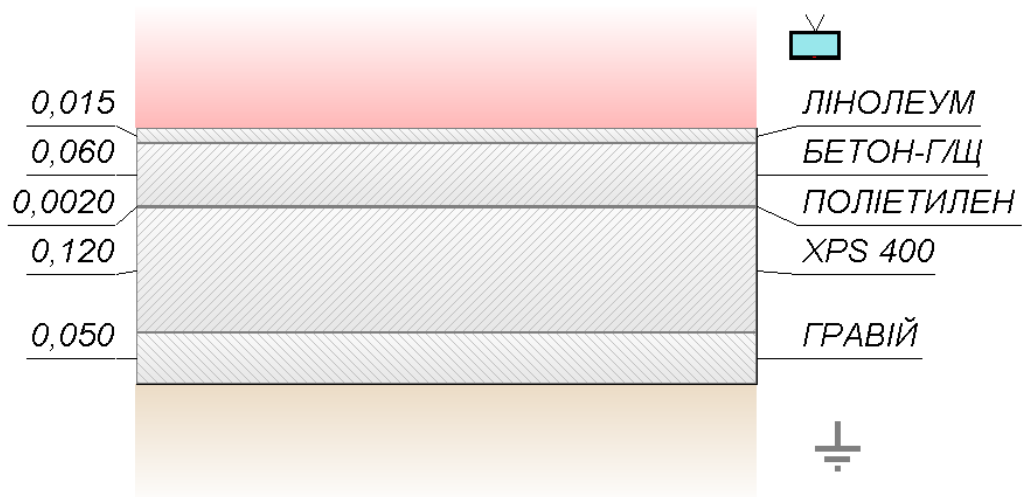
Дах утеплений (мансардний поверх або горище):

Шар	Товщина (δ), м	Коефіцієнт теплопровідності (λ), Вт/м·К
Металочерепиця	0,0005	50
Пароізоляція	0,001	0,3
Мінеральна вата	0,200	0,045
Пароізоляція + гіпсокартон	0,020	0,3



Підлога на ґрунті (з утепленням):

Шар	Товщина (δ), м	Коефіцієнт теплопровідності (λ), Вт/м·К
Фінішне покриття (ламінат, плитка)	0,001	0,20
Стяжка з армуванням + труби ТП (теплої підлоги)	0,070	1,74
Плівка поліетиленова	0,002	0,20
Плити екструдованого пінополістиролу	0,12	0,037
Гравій	0,050	0,90



Вікна (енергозберігаючі ПВХ, 3 скла)

Трикамерний склопакет (аргон, Low-E покриття), коефіцієнт теплопередачі $U = 0,8-1,0 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$.

















2.4 Розрахунок тепловтрат

Даний розрахунок виконувався на базі програмного забезпечення AUDYTOR OZC 7.0, компанія «SANKOM».

Итоги - Веломость ограждений

Символ	Описание	U	Φ_T
		Вт/м ² ·К	Вт
ДВЕРІ СКЛО	Дверь наружная	1,330	1175
ДВЕРІ ЗОВ	Дверь наружная	1,670	245
ДАХ	Кровля	0,214	741
ВІКНО	Окно наружное	1,000	1264
ПІДЛОГА	Пол по грунту	0,181	446
ЗС	Стена наружная	0,285	2681

Ітоги - Ограждения

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	c_p	R
	м		Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·К/Вт
 ДАХ	Кровля					
Вид ограждения: Кровля, Влажностные условия: Нормальный						
 ПАРОІЗ-ПЛ	0,0200	Пароізоляційна плівка , густина 1600 кг/	0,300	1600	1,470	0,067
 МІНВАТ-СТ	0,2000		0,045	70	0,750	4,444
 ПАРОІЗ-ПЛ	0,0010	Пароізоляційна плівка , густина 1600 кг/	0,300	1600	1,470	0,003
 Л-АЗБЦЕМ18	0,0005	Листы асбестоцементні. Густина 1800 кг/м	0,470	1800	0,840	0,001
Сопротивлене теплопередаче внутрі $R_{\text{в}}$, [м ² ·К/Вт]:						0,115
Опір теплопередачі зовні $R_{\text{з}}$, [м ² ·К/Вт]:						0,044
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:						4,674
Коефіцієнт теплопередачі U, [Вт/(м ² ·К)]:						0,214
 ЗС	Стена наружная					
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный						
 ШТУКАТ-ЦЕМ-Е0	0,0200		0,820	1850	0,840	0,024
 ГАЗОБЕТ-06	0,4000		0,174	600	1,000	2,299
 МІНВАТ-СТ	0,0450		0,045	70	0,750	1,000
 ШТУКАТ-ВАП	0,0200		0,700	1700	0,840	0,029
Сопротивлене теплопередаче внутрі $R_{\text{в}}$, [м ² ·К/Вт]:						0,115
Опір теплопередачі зовні $R_{\text{з}}$, [м ² ·К/Вт]:						0,044
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:						3,510
Коефіцієнт теплопередачі U, [Вт/(м ² ·К)]:						0,285
 ПІДЛОГА	Пол по грунту					
Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный						
 ЛІНОЛЕУМ	0,0150		0,170	1180	1,400	0,088
 БЕТОН-Г/Щ	0,0600	Бетон на гравії або щебені з природного	1,740	2400	0,840	0,034
 ПОЛІЕТИЛЕН	0,0020		0,200	1300	1,420	0,010
 XPS 400	0,1200	Екструдований пінополістирол XPS 400	0,037	35	1,450	3,243
 ГРАВІЙ	0,0500		0,900	1800	0,840	0,056
Сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче $R_{\text{г}}$, [м ² ·К/Вт]:						2,100
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:						5,532
Коефіцієнт теплопередачі U, [Вт/(м ² ·К)]:						0,181

Итого - Помещения

Отражения в помещении:2													
>	Символ	Ор.	Помещение или θ °C	θ_e °C	L или A м, м ²	H м	H _В м	A _с м ²	$\Delta\theta$ К	β_1	β_2	β_3	Φ_T Вт
<input type="checkbox"/>	0	ППДЛОГА	$\theta = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	5,87	4,00	4,00	5,9	40,0	0,00	0,00	0,00	42
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей $\Phi_{T, [Вт]}$:													
Проектные потери тепла на вентиляцию $\Phi_{V, [Вт]}$:													
Коэффициент лобовки на высоту помещения β_H 0,00													
Бытовые теплоступления в помещении 0 Вт													
Проектная тепловая нагрузка $\Phi_{HL, [Вт]}$ 106													
Показатель Φ_{HL} помещ., огнес. к его площади $\Phi_{HL, f, [Вт \cdot м^2]}$ 18,0													
Показатель Φ_{HL} помещ., огнес. к его кубатуре $\Phi_{HL, V, [Вт \cdot м^3]}$ 5,7													
Проектирование: 4 $\theta_i = 18,0^\circ\text{C}$ $\Phi_{HL} = 2550 \text{ Вт}$ Кухня эл. с окном ≥ 3 4													
Площадь и кубатура: $A = 29,07 \text{ м}^2$ $V = 92,0 \text{ м}^3$													
Отметка и высота: $L_f = 3,20 \text{ м}$ $H_f = 3,17 \text{ м}$													
Отметка верхнего края вытяжной шахты: $H_{V, \text{эк}} = 11,25 \text{ м}$													
Тип помещения: Кухня эл. с окном ≥ 3													
Отопление: Без учета граллента													
Удельные бытовые теплоступления в помещении: $\Phi_{b, \text{б}} = 0,0 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$													
Инфильтрующий воздух: $V_{\text{инф}} = 91,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ $V_{\text{инф}, \text{м}} = 0,0 \text{ м}^3/\text{ч}$													
Проектирование: 5 $\theta_i = 22,0^\circ\text{C}$ $\Phi_{HL} = 1339 \text{ Вт}$ Котельная 5													
Площадь и кубатура: $A = 5,76 \text{ м}^2$ $V = 18,2 \text{ м}^3$													
Отражения в помещении:4													
>	Символ	Ор.	Помещение или θ °C	θ_e °C	L или A м, м ²	H м	H _В м	A _с м ²	$\Delta\theta$ К	β_1	β_2	β_3	Φ_T Вт
<input type="checkbox"/>	0	ЗС	$\theta = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	3,60	3,40	4,00	11,8	40,0	0,13	0,00	0,00	152
<input type="checkbox"/>	0	ЗС	$\theta = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	9,70	3,40	4,00	12,9	40,0	0,13	0,00	0,00	166
<input checked="" type="checkbox"/>	1	ДВЕРИ С КЛО	$\theta = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	6,98	2,80	4,00	19,5	40,0	0,13	0,00	0,00	1175
<input type="checkbox"/>	0	ЗС	$\theta = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	3,70	3,40	4,00	7,1	40,0	0,13	0,00	0,00	91
<input checked="" type="checkbox"/>	1	ВКНО	$\theta = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	1,50	3,40	4,00	5,1	40,0	0,13	0,00	0,00	231
<input type="checkbox"/>	0	ППДЛОГА	$\theta = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	29,07	4,00	4,00	24,8	40,0	0,00	0,00	0,00	180
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей $\Phi_{T, [Вт]}$:													
Проектные потери тепла на вентиляцию $\Phi_{V, [Вт]}$:													
Коэффициент лобовки на высоту помещения β_H 0,00													
Бытовые теплоступления в помещении 0 Вт													
Проектная тепловая нагрузка $\Phi_{HL, [Вт]}$ 2550													
Показатель Φ_{HL} помещ., огнес. к его площади $\Phi_{HL, f, [Вт \cdot м^2]}$ 87,7													
Показатель Φ_{HL} помещ., огнес. к его кубатуре $\Phi_{HL, V, [Вт \cdot м^3]}$ 27,7													
Проектирование: 5 $\theta_i = 22,0^\circ\text{C}$ $\Phi_{HL} = 1339 \text{ Вт}$ Котельная 5													
Площадь и кубатура: $A = 5,76 \text{ м}^2$ $V = 18,2 \text{ м}^3$													

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Итого - Помещения

Отметка и высота:	$L_f = 3,20$ м	$H_f = 3,17$ м												
Отметка верхнего края выляжной шахты:								$H_{\text{век}} = 11,25$ м						
Тип помещения:	Котельная													
Отопление:	Без учета градиента													
Удельные бытовые теплопоступления в помещении:	$\phi_{\text{бг}} = 0,0$ Вт·м ⁻²													
Инфильтрующийся воздух:	$V_{\text{инф}} = 2,7$ м ³ /ч	$V_{\text{инф}} = 60,0$ м ³ /ч												
Отопление в помещении:5														
>	Символ	Ор.	Помещение или θ	θ_e	L или A	H	$H_{\text{чв}}$	A_c	$\Delta\theta$	β_1	β_2	β_3	Φ_T	
			°C	°C	м·м ²	м	м	м ²	К				Вт	
<input type="checkbox"/> 0	ЗС	В	$\theta T = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	3,40	3,40	4,00	11,6	44,0	0,13	0,00		165	
<input type="checkbox"/> 1	ВКНО	В	$\theta T = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	0,80	1,50	4,00	1,2	44,0	0,13	0,00		60	
<input type="checkbox"/> 0	ЗС	Ю	$\theta T = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	2,60	3,40	4,00	10,0	44,0	0,13	0,00		142	
<input type="checkbox"/> 0	ПДЛОГА		$\theta T = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	5,76		4,00	4,4	44,0		0,00		35	
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей Φ_T , [Вт]:										401				
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V , [Вт]:										938				
Коэффициент добавки на высоту помещения β_N :										0,00				
Бытовые теплопоступления в помещении										0 Вт				
Проектная тепловая нагрузка $\Phi_{\text{НЛ}}$, [Вт]:										1339				
Показатель $\Phi_{\text{НЛ}}$ помещ., отнес. к его площади $\Phi_{\text{НЛ},f}$, [Вт·м ⁻²):										232,5				
Показатель $\Phi_{\text{НЛ}}$ помещ., отнес. к его кубатуре $\Phi_{\text{НЛ},V}$, [Вт·м ³):										73,4				
Помещение: 6 $\theta_i = 18,0^\circ\text{C}$ $\Phi_{\text{НЛ}} = 89$ Вт Санузел 6														
Площадь и кубатура:										$A_c = 2,83$ м ²	$V = 9,0$ м ³			
Отметка и высота:								$H_f = 3,17$ м						
Отметка верхнего края выляжной шахты:								$H_{\text{век}} = 11,25$ м						
Тип помещения:	Санузел													
Отопление:	Без учета градиента													
Удельные бытовые теплопоступления в помещении:	$\phi_{\text{бг}} = 0,0$ Вт·м ⁻²													
Инфильтрующийся воздух:	$V_{\text{инф}} = 0,0$ м ³ /ч	$V_{\text{инф}} = 0,0$ м ³ /ч												
Отопление в помещении:6														
>	Символ	Ор.	Помещение или θ	θ_e	L или A	H	$H_{\text{чв}}$	A_c	$\Delta\theta$	β_1	β_2	β_3	Φ_T	
			°C	°C	м·м ²	м	м	м ²	К				Вт	
<input type="checkbox"/> 0	ПДЛОГА		$\theta T = -22,0^\circ\text{C}$	-22,0	2,83		4,00	2,8	40,0		0,00		20	
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей Φ_T , [Вт]:										20				
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V , [Вт]:										68				
Коэффициент добавки на высоту помещения β_N :										0,00				
Бытовые теплопоступления в помещении										0 Вт				
Проектная тепловая нагрузка $\Phi_{\text{НЛ}}$, [Вт]:										89				

Итого - Помещения

		Показатель $\Phi_{НД}$ помещ., отнес. к его площади $\Phi_{НД,4}$ [Вт·м ⁻²]:		31,4
		Показатель $\Phi_{НД}$ помещ., отнес. к его кубатуре $\Phi_{НД, V}$ [Вт·м ⁻³]:		9,9
Помещение: 7 $\theta_1 = 20,0$ °С $\Phi_{НД} = 991$ Вт Спальня 7				
Площадь и кубатура:		$A = 11,49$ м ²	$V = 36,4$ м ³	
Отметка и высота:		$L_f = 3,20$ м	$H_f = 3,17$ м	
Отметка верхнего края влажной шахты:		$H_{V_{ЭК}} = 11,25$ м		
Тип помещения:		Спальня		
Отопление:		Без учета градиента		
Удельные бытовые теплопоступления в помещение:		$\phi_{bg} = 0,0$ Вт·м ⁻²		
Инфильтрующийся воздух:		$V_{инф} = 5,1$ м ³ /ч		
Ограждения в помещении: 7				
>	Символ	Ор.	Помещение или θ °С	θ_2 °С
<input type="checkbox"/> 0	ЗС	↻ 3	Т = -22,0°С	3,27
<input type="checkbox"/> 0	ЗС	↻ Ю	Т = -22,0°С	4,40
<input checked="" type="checkbox"/> 1	ВКНО	↻ Ю	Т = -22,0°С	1,48
<input type="checkbox"/> 0	ПДЮГА	↻ Т =	-22,0°С	11,49
				$H_{чв}$ м
				N м
				A_c м ²
			$\Delta\theta$ К	β_1
				β_2
				β_3
				Φ_T Вт
				144
				168
				105
				73
				490
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей Φ_T [Вт]:				
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V [Вт]:				
Коэффициент добавки на высоту помещения β_H :				
Бытовые теплопоступления в помещение				
0 Вт				
Проектная тепловая нагрузка $\Phi_{НД}$ [Вт]:				
991				
		Показатель $\Phi_{НД}$ помещ., отнес. к его площади $\Phi_{НД,4}$ [Вт·м ⁻²]:		86,2
		Показатель $\Phi_{НД}$ помещ., отнес. к его кубатуре $\Phi_{НД, V}$ [Вт·м ⁻³]:		27,2
Помещение: 8 $\theta_1 = 18,0$ °С $\Phi_{НД} = 606$ Вт Санузел 8				
Площадь и кубатура:		$A = 4,24$ м ²	$V = 13,4$ м ³	
Отметка и высота:		$L_f = 3,20$ м	$H_f = 3,17$ м	
Отметка верхнего края влажной шахты:		$H_{V_{ЭК}} = 11,25$ м		
Тип помещения:		Санузел		
Отопление:		Без учета градиента		
Удельные бытовые теплопоступления в помещение:		$\phi_{bg} = 0,0$ Вт·м ⁻²		
Инфильтрующийся воздух:		$V_{инф} = 3,4$ м ³ /ч		
Ограждения в помещении: 8				
>	Символ	Ор.	Помещение или θ °С	θ_2 °С
<input type="checkbox"/> 0	ЗС	↻ Ю	Т = -22,0°С	2,78
				$H_{чв}$ м
				N м
				A_c м ²
			$\Delta\theta$ К	β_1
				β_2
				β_3
				Φ_T Вт
				107

Итого - Помещения

1	ВІКНО	Т = -22,0°C	0,98	1,50	4,00	1,5	40,0	0,13	0,00	66	
0	ПІДЛОГА	Т = -22,0°C	4,24		4,00	3,6	40,0	0,00	0,00	26	
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей Φ_T , [Вт]: 199											
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V , [Вт]: 407											
Проектные потери тепла на вентиляцию $\Phi_{V, \beta}$, [Вт]: 0,00											
Коэффициент лобовки на высоту помещения β_H : 0,00											
Бытовые теплоступления в помещении: 0 Вт											
Проектная тепловая нагрузка Φ_{HL} , [Вт]: 606											
Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его площади $\Phi_{HL, f}$, [Вт·м ⁻²]: 143,0											
Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его кубатуре $\Phi_{HL, V}$, [Вт·м ⁻³]: 45,2											
Этаж: 2 ПОВЕРХ Поверх 2 ПОВЕРХ											
Площадь и кубатура: $A_H = 66,1 \text{ m}^2$ $V_H = 209,1 \text{ m}^3$											
Отметка и высоты: $L_f = 7 \text{ м}$ $H_f = 3 \text{ м}$											
Лісцьба внутрішній pow. N: 1,2 1 h $V_{\text{вн}} = 250,3 \text{ м}^3/\text{h}$ $\theta_{\text{вн}} = 4,3 \text{ °C}$											
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей Φ_T , [Вт]: 3095											
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V , [Вт]: 1207											
Общие проектные потери тепла Φ , [Вт]: 0											
Проектная тепловая нагрузка Φ_{HL} , [Вт]: 4302											
Помещение: 9 $\theta_{\text{вн}} = 18,0 \text{ °C}$ $\Phi_{HL} = 117 \text{ Вт}$ Лестница 9											
Площадь и кубатура: $A = 4,85 \text{ м}^2$ $V = 15,4 \text{ м}^3$											
Отметка и высота: $L_f = 6,60 \text{ м}$ $H_f = 3,17 \text{ м}$											
Отметка верхнего края выходящей шахты: $H_{\text{вых}} = 11,25 \text{ м}$											
Тип помещения: Лестница											
Отопление: Без учета градиента											
Удельные бытовые теплоступления в помещении: $\Phi_{\text{бг}} = 0,0 \text{ Вт/м}^2$											
Инфильтрующийся воздух: $V_{\text{инф}} = 0,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ $V_{\text{инф}} = 0,0 \text{ Вт/м}^2$											
Ограждения в помещении: 9											
>	Символ	Ор.	Помещение или θ	$\theta_{\text{вн}}$	$\theta_{\text{вн}}$	$\theta_{\text{вн}}$	$\Delta\theta$	β_1	β_2	β_3	Φ_T
0	ПІДЛОГА		Т = -22,0°C	-22,0	4,85	4,8	40,0	0,00	0,00		35
0	ДАХ	Г	Т = -22,0°C	-22,0	4,85	4,8	40,0	0,13	0,00		47
0	ПІДЛОГА		Т = -22,0°C	-22,0	4,85	4,8	40,0	0,00	0,00		35
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей Φ_T , [Вт]: 117											
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V , [Вт]: 0											
Коэффициент лобовки на высоту помещения β_H : 0,00											
Бытовые теплоступления в помещении: 0 Вт											
Проектная тепловая нагрузка Φ_{HL} , [Вт]: 117											
Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его площади $\Phi_{HL, f}$, [Вт·м ⁻²]: 24,1											

Итогои - Помещения

Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его кубатуре $\Phi_{HL, V}$ [Вт·м ³]:										7,6			
Помещение: 11 $\theta_{г} = 18,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Phi_{HL} = 602 \text{ Вт}$ Санузел 11													
Площадь и кубатура: $A = 6,41 \text{ м}^2$ $V = 20,3 \text{ м}^3$													
Ометка и высота: $L_f = 6,60 \text{ м}$ $H_f = 3,17 \text{ м}$													
Ометка верхнего края влажной шпалы: $H_{V,жк} = 11,25 \text{ м}$													
Тип помещения: Санузел													
Отопление: Без учета градиента													
Удельные бытовые теплоступления в помещении: $\Phi_{бг} = 0,0 \text{ Вт/м}^2$													
Инфильтрующий воздух: $V_{инф} = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ $V_{минф} = 0,0 \text{ м}^3/\text{ч}$													
Ограждения в помещении: 11													
>	Словол	Ор.	Помещение или θ	$\theta_{г}$	L или A	H	$H_{гв}$	A_c	$\Delta\theta$	β_1	β_2	β_3	$\Phi_{г}$
<input type="checkbox"/> 0	ЭС	Ю	T= -22,0°C	-22,0	2,46	3,40	4,00	7,5	40,0	0,13	0,00		96
<input checked="" type="checkbox"/> 1	ВКНО	Ю	T= -22,0°C	-22,0	0,78	1,50	4,00	1,2	40,0	0,13	0,00		53
<input type="checkbox"/> 0	ДАЖ	Г	T= -22,0°C	-22,0	6,41		4,00	7,0	40,0	0,13	0,00		68
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей $\Phi_{г}$ [Вт]:										217			
Проектные потери тепла на вентиляцию $\Phi_{в}$ [Вт]:										385			
Коэффициент добавки на высоту помещения β_{H} :										0,00			
Бытовые теплоступления в помещении										0 Вт			
Проектная тепловая нагрузка Φ_{HL} [Вт]:										602			
Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его площади $\Phi_{HL, f}$ [Вт·м ⁻²]:										93,8			
Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его кубатуре $\Phi_{HL, V}$ [Вт·м ⁻³]:										29,7			
Помещение: 12 $\theta_{г} = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Phi_{HL} = 778 \text{ Вт}$ Спальня 12													
Площадь и кубатура: $A = 13,19 \text{ м}^2$ $V = 41,7 \text{ м}^3$													
Ометка и высота: $L_f = 6,60 \text{ м}$ $H_f = 3,17 \text{ м}$													
Ометка верхнего края влажной шпалы: $H_{V,жк} = 11,25 \text{ м}$													
Тип помещения: Спальня													
Отопление: Без учета градиента													
Удельные бытовые теплоступления в помещении: $\Phi_{бг} = 0,0 \text{ Вт/м}^2$													
Инфильтрующий воздух: $V_{инф} = 6,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ $V_{минф} = \text{м}^3/\text{ч}$													
Ограждения в помещении: 12													
>	Словол	Ор.	Помещение или θ	$\theta_{г}$	L или A	H	$H_{гв}$	A_c	$\Delta\theta$	β_1	β_2	β_3	$\Phi_{г}$
<input type="checkbox"/> 0	ЭС	Ю	T= -22,0°C	-22,0	4,78	3,40	4,00	13,7	42,0	0,13	0,00		185
<input checked="" type="checkbox"/> 1	ВКНО	Ю	T= -22,0°C	-22,0	1,98	2,00	4,00	4,0	42,0	0,13	0,00		188
<input type="checkbox"/> 0	ЭС	З	T= -22,0°C	-22,0	3,27	3,40	4,00	12,3	42,0	0,13	0,00		166

ІЛЮСТРИ - ПОМЕЩЕННЯ

□0	ДАХ	Γ	Γ = -22,0°C	-22,0	13,19	4,00	15,2	42,0	0,13	0,00	154		
Проектні втрати тепла, вызвані теплопередачею Ф _Т , [Вт]: 694													
Проектні втрати тепла на вентиляцію Ф _В , [Вт]: 85													
Коефіцієнт добави на висоту помещення β _Н : 0,00													
Выгове теплопоступлення в помещення 0 Вт													
Проектна теплова навантаження Ф _{НЛ} , [Вт]: 778													
Показатель Ф _{НЛ} помещ., отнес. к его площади Ф _{НЛ.ф} , [Вт.м²]: 59,0													
Показатель Ф _{НЛ} помещ., отнес. к его кубатуре Ф _{НЛ.в} , [Вт.м³]: 18,6													
<p>Помещение: 13 θ₁ = 20,0 °С Ф_{НЛ} = 967 Вт Спальня 13</p> <p>Площадь и кубатура: А = 16,31 м² V = 51,6 м³</p> <p>Отметка и высота: I_г = 6,60 м H_г = 3,17 м</p> <p>Отметка верхнего края влажной шахты: H_{вех} = 11,25 м</p> <p>Тип помещения: Спальня</p> <p>Отопление: Без учета градиента</p> <p>Удельные бытовые теплопоступления в помещеніе: φ_{бг} = 0,0 Вт.м²</p> <p>Инфильтрующийся воздух: V_{инф} = 4,5 м³/ч V_{инфв} = 0,0 м³/ч</p>													
Ограждения в помещеніи: 13													
>	Символ	Ор.	Помещение или θ °С	θ _в °С	L или A м. м²	H м	H _в м	A _с м²	Δθ К	β ₁	β ₂	β ₃	Ф _Т Вт
□0	ЗС	С	Γ = -22,0°C	-22,0	5,40	3,40	4,00	15,1	42,0	0,13	0,00		205
□1	ВКНО	С	Γ = -22,0°C	-22,0	1,98	1,50	4,00	3,0	42,0	0,13	0,00		141
□0	ЗС	3	Γ = -22,0°C	-22,0	3,63	3,40	4,00	11,9	42,0	0,13	0,00		161
□0	ДАХ	Γ	Γ = -22,0°C	-22,0	16,31		4,00	18,4	42,0	0,13	0,00		187
Проектні втрати тепла, вызвані теплопередачею Ф _Т , [Вт]: 694													
Коефіцієнт добави на висоту помещення β _Н : 0,00													
Выгове теплопоступлення в помещенія 0 Вт													
Проектна тепловая навантаження Ф _{НЛ} , [Вт]: 967													
Показатель Ф _{НЛ} помещ., отнес. к его площади Ф _{НЛ.ф} , [Вт.м²]: 59,3													
Показатель Ф _{НЛ} помещ., отнес. к его кубатуре Ф _{НЛ.в} , [Вт.м³]: 18,7													
<p>Помещение: 14 θ₁ = 18,0 °С Ф_{НЛ} = 1009 Вт Спальня 14</p> <p>Площадь и кубатура: А = 13,67 м² V = 43,3 м³</p> <p>Отметка и высота: I_г = 6,60 м H_г = 3,17 м</p> <p>Отметка верхнего края влажной шахты: H_{вех} = 11,25 м</p> <p>Тип помещения: Спальня</p> <p>Отопление: Без учета градиента</p> <p>Удельные бытовые теплопоступления в помещеніе: φ_{бг} = 0,0 Вт.м²</p>													

Итоги - Помещения

Инфильтрующийся воздух:		$V_{инф} = 9,1 \text{ м}^3/\text{ч}$	$V_{инф} = 0,0 \text{ м}^3/\text{ч}$										
Ограждения в помещении: 14													
>	Символ	Ор.	Помещение или θ	θ_e	L или A	H	H_{wv}	A_c	$\Delta\theta$	β_1	β_2	β_3	Φ_T
			$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	м, м ²	м	м	м ²	К				Вт
	0	ЭС	Т=	-22,0	4,60	3,40	4,00	11,1	40,0	0,13	0,00		143
	1	ВКНО	Т=	-22,0	2,96	2,00	4,00	5,9	40,0	0,13	0,00		268
	0	ЭС	Т=	-22,0	3,63	3,40	4,00	13,6	40,0	0,13	0,00		175
	0	ДАХ	Т=	-22,0	13,67		4,00	15,7	40,0	0,13	0,00		152
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей Φ_T , [Вт]:													737
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V , [Вт]:													271
Коэффициент лобовки на высоту помещения β_H :													0,00
Бытовые теплопоступления в помещение													0 Вт
Проектная тепловая нагрузка Φ_{HL} , [Вт]:													1009
Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его площади $\Phi_{HL.f}$, [Вт/м ²):													73,8
Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его кубатуре $\Phi_{HL.V}$, [Вт/м ³):													23,3
Помещение: 15 $\theta_i = 18,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\Phi_{HL} = 260 \text{ Вт}$ Гардероб с окном 15													
Площадь и кубатура:		$A = 5,88 \text{ м}^2$	$V = 18,6 \text{ м}^3$										
Отметка и высота:		$L_f = 6,60 \text{ м}$	$H_f = 3,17 \text{ м}$										
Отметка верхнего края выветренной шахты:		$H_{в.к.} = 11,25 \text{ м}$											
Тип помещения:		Гардероб с окном											
Отопление:		Без учета гравитанга											
Удельные бытовые теплопоступления в помещение:											$\phi_{bg} = 0,0 \text{ Вт/м}^2$		
Инфильтрующийся воздух:		$V_{инф} = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$	$V_{инф} = 0,0 \text{ м}^3/\text{ч}$										
Ограждения в помещении: 15													
>	Символ	Ор.	Помещение или θ	θ_e	L или A	H	H_{wv}	A_c	$\Delta\theta$	β_1	β_2	β_3	Φ_T
			$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	м, м ²	м	м	м ²	К				Вт
	0	ЭС	Т=	-22,0	2,50	3,40	4,00	6,9	40,0	0,13	0,00		89
	1	ВКНО	Т=	-22,0	1,16	1,00	4,00	1,2	40,0	0,13	0,00		52
	0	ДАХ	Т=	-22,0	5,88		4,00	6,4	40,0	0,13	0,00		62
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей Φ_T , [Вт]:													204
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V , [Вт]:													56
Коэффициент лобовки на высоту помещения β_H :													0,00
Бытовые теплопоступления в помещение													0 Вт
Проектная тепловая нагрузка Φ_{HL} , [Вт]:													260
Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его площади $\Phi_{HL.f}$, [Вт/м ²):													44,2
Показатель Φ_{HL} помещ., отнес. к его кубатуре $\Phi_{HL.V}$, [Вт/м ³):													14,0

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Итого - Помещения

Помещение 16		$\theta_i = 18,0 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Phi_{\text{НД}} = 569 \text{ Вт}$	Санузел 16									
Площадь и кубатура:		$A = 5,76 \text{ м}^2$	$V = 18,2 \text{ м}^3$										
Отметка и высота:		$H_f = 6,60 \text{ м}$	$H_{\text{век}} = 11,25 \text{ м}$										
Отметка верхнего края вылазной шахты:		Санузел											
Тип помещения:		Санузел											
Отопление:		Без учета градента											
Удельные бытовые теплоступления в помещении:		$\Phi_{\text{нз}} = 0,0 \text{ Вт/м}^2$											
Инфильтрующий воздух:		$V_{\text{инф}} = 3,4 \text{ м}^3/\text{ч}$	$V_{\text{инф}} = 0,0 \text{ м}^3/\text{ч}$										
Ограждения в помещении 16													
>	Словот	Ор.	Помещение или θ $^\circ\text{C}$	θ_e $^\circ\text{C}$	L или A м, м ²	H м	H _{вв} м	A _c м ²	$\Delta\theta$ К	β_1	β_2	β_3	Φ_{T} Вт
<input type="checkbox"/>	ЗС	В	T = -22,0 $^\circ\text{C}$	-22,0	3,40	3,40	4,00	12,8	40,0	0,13	0,00		165
<input type="checkbox"/>	ЗС	Ю	T = -22,0 $^\circ\text{C}$	-22,0	2,55	3,40	4,00	7,6	40,0	0,13	0,00		98
<input checked="" type="checkbox"/>	ВКНО	Ю	T = -22,0 $^\circ\text{C}$	-22,0	1,48	1,50	4,00	2,2	40,0	0,13	0,00		100
<input type="checkbox"/>	ДАХ	Г	T = -22,0 $^\circ\text{C}$	-22,0	5,76		4,00	7,3	40,0	0,13	0,00		70
Проектные потери тепла, вызванные теплопередачей Φ_{T} , [Вт]:													433
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_{V} , [Вт]:													136
Коэффициент добавки на высоту помещения β_{H} :													0,00
Бытовые теплоступления в помещении													0 Вт
Проектная тепловая нагрузка $\Phi_{\text{НД}}$, [Вт]:													569
Показатель $\Phi_{\text{НД}}$ помещ., отнес. к его площади $\Phi_{\text{НД},\text{f}}$, [Вт/м ²]:													98,8
Показатель $\Phi_{\text{НД}}$ помещ., отнес. к его кубатуре $\Phi_{\text{НД},\text{V}}$, [Вт/м ³]:													31,2

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

РОЗДІЛ 3. ОПАЛЕННЯ

3.1 Вибір схеми опалення з урахуванням функціонального призначення будівлі та її архітектурно-планувальної структури.

Згідно з дод.1 [1] кліматологічні дані для холодного періоду року становлять:

Місто	Зона вологості	Температура найхолоднішої доби тзовн.1, С	Температура найхолоднішої п'ятиденки тзовн.5, С	Опалювальний сезон		Кількість градусо-днів So.c, гр.-днів	Кліматична зона
				Середня температура to.c, С	Тривалість Zo.c, днів		
Київ	Н	-26	-22	-1,1	187	3572	I

№	Назви груп приміщень	Температура повітря в приміщеннях, °С		Примітки
		Холодний період	Теплий період	
1	Спальні	+22°С	+24±2°С	Опалення, вентиляція
2	Санвузли	+24°С	≥+28°С	Опалення, вентиляція
3	Господарські приміщення і приміщення допоміжного призначення	+18..21°С	≥+28°С	Опалення, вентиляція

Основним джерелом теплопостачання в системі є тепловий насос типу "повітря-вода" Compress 7000i AW з тепловою потужністю 13,0 кВт. Устаткування працює в низькотемпературному режимі 50/45 °С, що забезпечує високу ефективність при мінімальних витратах електроенергії. Такий температурний режим оптимально підходить як для радіаторного опалення, так і для теплої підлоги.

Розподіл теплоносія здійснюється за допомогою колекторної системи, яка дозволяє гідравлічно збалансувати контури та забезпечити індивідуальне регулювання температури в окремих приміщеннях. Як опалювальні прилади використовуються сталеві панельні радіатори, обладнані термостатичними головками для автоматичного регулювання теплоспоживання.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для обігріву підлогових поверхонь передбачено контур теплої підлоги, до якого підключена змішувальна насосна група. Вона забезпечує подачу теплоносія з пониженою температурою, необхідною для комфортного обігріву підлоги.

Система гарячого водопостачання (ГВП) реалізована на основі бойлера непрямого нагріву, який працює у зв'язці з геліосистемою, що включає три плоских сонячних колектори Logasol SKN 4.0. Колектори розміщені на південному схилі даху з оптимальним кутом нахилу для максимального поглинання сонячної енергії. Отримана теплова енергія використовується для попереднього нагріву води в бойлері, що дозволяє знизити навантаження на тепловий насос і підвищити загальну енергоефективність будинку.

Застосування сонячних колекторів відповідає принципам зеленого будівництва, спрямованого на зменшення споживання невідновлюваних джерел енергії та зниження викидів парникових газів.

3.2 Техніко-економічні характеристики впровадженої водяної системи обігріву

Запропонована конфігурація системи опалення, яка передбачає застосування теплового насоса типу «повітря–вода» разом із сонячними колекторами для забезпечення гарячого водопостачання, вирізняється підвищеною енергоощадністю та вигідними експлуатаційними показниками порівняно з традиційними варіантами опалення.[5]

- Покращені показники енергоефективності: тепловий насос функціонує з коефіцієнтом трансформації (COP) у межах 3,0–4,5, що дозволяє отримати до 4,5 кВт теплової енергії з 1 кВт спожитої електроенергії.
- Зниження витрат на обслуговування: завдяки використанню поновлюваних джерел енергії — зовнішнього повітря та сонячного випромінювання — значно скорочуються щорічні витрати на опалення і підігрів води.
- Інтелектуальне управління: система оснащена автоматизованими пристроями керування, які дозволяють підтримувати заданий

						Лист
					Атестаційна випускна робота	30
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

температурний режим, підвищити енергозбереження та забезпечити високий рівень комфорту.

- Оптимізація енергоспоживання: попередній нагрів води у бойлері, здійснюваний за допомогою сонячних панелей, дозволяє зменшити навантаження на тепловий насос і електромережу.
- Екологічна безпека: в процесі експлуатації система не спричиняє викидів вуглекислого газу, що відповідає сучасним вимогам сталого та енергоефективного будівництва.

Отже, впроваджена система водяного обігріву демонструє не лише сучасний технічний підхід, а й вигідну економіку функціонування протягом усього життєвого циклу.

3.3 Вибір опалювальних приладів

Для забезпечення обігріву використано такі прилади:

Сталевий радіатор Kermi з нижнім підключенням:



Радіатор має дві нагрівальні панелі та дві конвекційні пластини, що забезпечує високу тепловіддачу при компактних габаритах. Його розміри — довжина 1000 мм, висота 500 або 900 мм (вибір залежить від теплового навантаження приміщення).

Радіатор Kermi PLV-22 ефективно працює в низькотемпературному режимі (наприклад, 50/45 °C або 45/40 °C), що відповідає умовам експлуатації систем з тепловими насосами. Нижнє підключення забезпечує зручність монтажу та акуратний зовнішній вигляд, особливо в сучасних інтер'єрах.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги використання Kermi PLV-22:

- висока тепловіддача при невеликих розмірах;
- сумісність з низькотемпературними джерелами тепла;
- сучасний дизайн та висока якість обробки;
- антикорозійне покриття внутрішніх і зовнішніх поверхонь;
- легкий монтаж та обслуговування;
- енергоефективність і зменшення експлуатацій.

Kermi H2000 вертикальний, l=400 мм:



Радіатор Kermi H2000 є вертикальним панельним сталевим радіатором, призначеним для опалення житлових і нежитлових приміщень. Вертикальне розташування панелей дозволяє ефективно використовувати обмежений простір, що актуально для сучасних інтер'єрів із вузькими стінами. Радіатор оснащений ребрами, що збільшують площу теплообміну, і має високоякісне антикорозійне покриття, що забезпечує довговічність та надійність експлуатації. Компактна довжина 400 мм робить його зручним для встановлення в обмежених за площею ділянках.

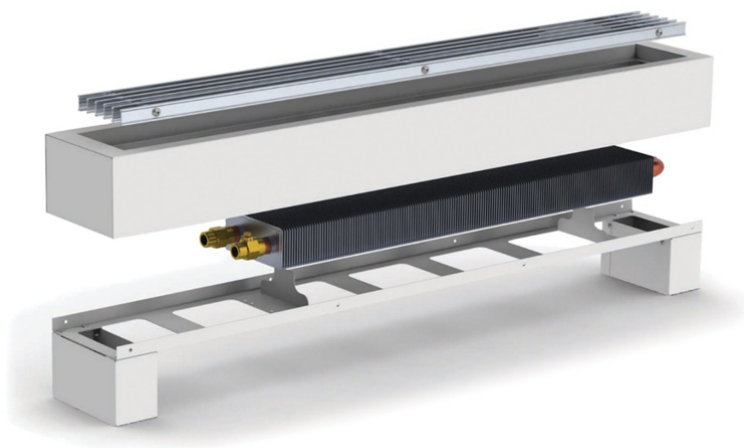
Переваги радіатора Kermi H2000 вертикального:

- висока тепловіддача завдяки панельній конструкції з ребрами;
- економія корисного простору завдяки вертикальному виконанню;

					Атестаційна випускна робота	Лист
						32
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

- компактні розміри дозволяють монтаж у нішах, між вікнами або на вузьких стінах;
- стійкість до корозії завдяки якісному порошковому покриттю;
- універсальність використання в різних системах водяного опалення;
- відповідність європейським стандартам якості та екологічної безпеки;
- естетичний сучасний дизайн, який вписується в різні стилі інтер'єру.

Підлоговий конвектор Carrera FRH:



Конвектор застосовується як додатковий або основний нагрівальний прилад у приміщеннях з великою площею застакнення (вітражі, панорамні вікна, балконні двері).

Модель має розміри: висота 175 мм, ширина 150 мм, довжина 1750 мм, що дозволяє ефективно розміщувати її вздовж вікон без порушення інтер'єру.

Carrera FRH забезпечує природну конвекцію повітря, що створює теплову завісу перед холодними поверхнями та запобігає утворенню конденсату на склі. Корпус виготовлений із високоякісної сталі з порошковим покриттям, стійким до механічних і температурних впливів.

Переваги Carrera FRH:

- компактність: ідеально підходить для низьких зон під вікнами;
- ефективне тепловиділення: забезпечує комфортну температуру навіть у холодний період;

					Атестаційна випускна робота	Лист
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- сучасний вигляд: стриманий дизайн легко інтегрується в будь-який інтер'єр;
- проста установка та обслуговування: мінімальні витрати часу та ресурсів;
- пасивна робота: не потребує електроживлення (без вентилятора).

Такий тип конвектора є доцільним для встановлення у вітальнях, холах, зимових садах або будь-яких приміщеннях з великою кількістю скління, де потрібне непомітне, але ефективне джерело тепла.

3.4 Розрахунок теплової потужності системи опалення

Визначення необхідної теплової потужності системи водяного опалення є одним із найважливіших етапів проектування опалювального комплексу. Коректний розрахунок теплових навантажень забезпечує оптимальне використання енергетичних ресурсів та створення комфортних мікрокліматичних умов у житлових приміщеннях [5].

Вибір опалювальних приладів здійснюється на основі розрахованої теплової потреби кожного приміщення, що дає змогу підібрати радіатори з відповідною тепловою потужністю для компенсації теплових втрат. Розмір та кількість радіаторів визначаються відповідно до індивідуальних потреб приміщень.

Для забезпечення рівномірного розподілу тепла в системі виконується гідравлічне балансування. Воно полягає у встановленні балансувальних клапанів і регулюванні витрати теплоносія через кожен опалювальний прилад. Крім того, для автоматичного підтримання комфортного температурного режиму застосовуються термостатичні клапани, що дозволяють адаптувати тепловіддачу радіаторів відповідно до заданих параметрів, сприяючи енергоефективності системи та створенню необхідних комфортних умов.

3.5 Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів системи опалення

Гідравлічний розрахунок системи опалення виконується за методом характеристик опорів. Цей підхід базується на наступному рівнянні:

$$\Delta P = SG^2, \quad (3.5.1)$$

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

					Атестаційна випускна робота	Лист
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

S – характеристика гідравлічного опору ділянки, Па/(кг/год)², що визначається за формулою:

$$S=A((\lambda/d)+\sum\xi), \quad (3.5.2)$$

де A – питомий динамічний тиск на ділянці, Па/(кг/год)², обчислюється за формулою:

$$A=6,25/10^8 \rho d^4, \quad (3.5.3)$$

λ – коефіцієнт гідравлічного тертя;

L – довжина ділянки трубопроводу, м;

d – внутрішній діаметр труби, м;

$\sum\xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Цей метод отримав широке застосування завдяки високій точності розрахунків, що добре корелює з фактичними умовами експлуатації системи.

Розрахунковий циркуляційний тиск у системі опалення визначається за формулою:

$$\Delta P_{co}=\Delta P_n+B\Delta P_{pr}, \quad (3.5.4)$$

де ΔP_n – тиск, який створюється насосом;

ΔP_{pr} – природний тиск, що виникає внаслідок охолодження води в опалювальних приладах і трубопроводах системи опалення, Па;

B – коефіцієнт, який враховує частку природного тиску, що необхідно приймати в розрахунках (для двотрубною системи з нижньою розводкою приймаємо $B = 0,75$).

Природний тиск, що виникає при охолодженні води, визначається так:

$$P_{e.op.}=ghi, \quad (3.5.5)$$

де h_i – вертикальна відстань між умовними центрами охолодження в горизонтальних приладових гілках або між умовними центрами нагрівання й охолодження в системі.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						35
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Гідравлічний розрахунок трубопроводів, а також правильний монтаж і налаштування регулювальної арматури є необхідними умовами для ефективної роботи системи опалення [6].

Процес розрахунку включає визначення діаметрів труб, швидкості руху теплоносія та втрат тиску з метою забезпечення рівномірного теплового режиму та мінімізації енерговитрат.

Спочатку визначають теплове навантаження кожного приміщення, що залежить від площі, тепловтрат через огорожувальні конструкції та вентиляції. На основі цього розраховується необхідний об'єм теплоносія.

Далі підбирають діаметри труб, виходячи з розрахункової витрати теплоносія та допустимої швидкості його руху. Втрати тиску обчислюють за допомогою формул, що враховують тертя в трубах та місцеві опори. Загальна величина втрат повинна бути компенсована циркуляційним насосом.

Після монтажу проводять гідравлічні випробування і налаштування балансувальних клапанів для рівномірного розподілу тепла, а також встановлення термостатичних клапанів для підтримки комфортної температури.

3.6 Розрахунок опалювальних приладів

Відповідно до додатку 12* та зміни №2 [1], розрахункова теплова потужність нагрівального елемента визначається за формулою:

$$Q_{оп} = 1,1 * (Q_{ог} + Q_{в} + Q_{вн} - 0,9Q_{тр} - Q_{зп}), \quad (3.6.1)$$

де $Q_{ог}$ – теплові втрати через зовнішні огорожувальні елементи, кВт;

$Q_{в}$ – втрати теплової енергії на підігрівання повітря, що подається для вентиляції, кВт;

$Q_{вн}$ – теплові втрати через внутрішні конструкції, які межують з неопалюваними або недостатньо опалюваними приміщеннями, кВт;

$Q_{тр}$ – теплова енергія, що передається від ненасичених теплоізоляцією трубопроводів у приміщення, кВт;

$Q_{зп}$ – додаткові надходження теплоти від електричних приладів, кВт.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						36
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Потужність опалювального приладу, що відрізняється від стандартних умов експлуатації, визначається за наступною формулою:

$$Q=Q_n*\varphi_1*\varphi_2*b*c*\psi_1*\psi_2*\psi_3, \quad (3.6.2)$$

де, Q_n – номінальна теплова потужність приладу за нормативних умов, Вт

φ_1 – коригувальний коефіцієнт, що враховує відхилення температурного напору Δt від стандартного Δt_n ;

φ_2 – поправочний коефіцієнт, що враховує зміну тепловіддачі при зміні витрати теплоносія відносно нормативного значення;

b – коефіцієнт, що враховує атмосферний тиск у даному населеному пункті (визначається за графіком залежно від барометричного тиску P_b , гПа);

c – коефіцієнт, що враховує схему руху теплоносія в приладі та залежність експоненти r від витрати води;

ψ_1 – коефіцієнт, що враховує схему руху теплоносія в приладі та залежність експоненти r від витрати води;

ψ_2 – поправочний коефіцієнт для приладів, розташованих у кілька вертикальних рядів, що враховує вплив нагрітого повітря від нижніх приладів;

ψ_3 – коефіцієнт, що коригує теплову потужність при установці приладів у два горизонтальні ряди.

Алгоритм розрахунку опалювальних приладів передбачає виконання наступних кроків:

Визначення температури подачі теплоносія до кожного опалювального приладу за формулою:

$$t_{ex} = t_r - \frac{0.86 \times Q_1 \times B_2 \times B_3}{G_{cm}} \quad (3.6.3)$$

де Q_1 – сумарні теплові втрати приміщень, що обслуговуються однією приладовою гілкою;

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

B_2 - коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати приладів, встановлених біля зовнішніх стін;

B_3 - коефіцієнт, що враховує тип встановлення нагрівального пристрою

$G_{ст}$ - витрата теплоносія у стояку, кг/год.

Розрахунок температурного перепаду в радіаторі:

$$\Delta t_{o.п.} = \frac{0.86 \times Q_1^* \times B_3}{G_{ст} \times \alpha} \quad (3.6.4)$$

Обчислення температурного напору:

$$\Delta t_f = t_{вн} - \frac{\Delta t_{o.п.}}{2} - t_{вн} \quad (3.6.5)$$

Розрахункову теплову потужність кожного радіатора обчислюємо за формулою:

$$Q_{o.п.} = (Q_1 - 0.9 \times Q_{тпр}) \times B_2 \times B_3 \quad (3.6.6)$$

Для досягнення максимального енергоефективного результату від впровадження автоматичних терморегуляторів, згідно з [7], коефіцієнт ефективності опалювального приладу (авторитет) $A_{оп}$ має знаходитися в діапазоні від 0,5 до 1,0:

$$A_{оп} = Q_{оп} / Q_{п}, \quad (3.6.7)$$

$Q_{оп}$ — теплова потужність приладу;

$Q_{п}$ — загальна теплова потреба приміщення.

Таблиця 3.1

Приміщення	Тип опалювального приладу	Потужність	Кількість шт	Розміри
101	Тепла підлога	686 Вт	1	Контур №1 9,0 м ² , крок 15см, L=70м (траса 6 м)
102				
104	Тепла підлога/ Сталевий радіатор Kermi	2550 Вт	3/1	Контур №2 9,5м ² , крок 15см, L=84м (траса 16м) Контур №3 8,5 м ² , крок 15см, L=77 м (траса 17м) Контур №4 7,0 м ² , крок 10см, L=92м(траса 22м) Радіатор вертикальний 20/2000/400
105	Сталевий радіатор Kermi FTV 22	1339 Вт	1	22 500x 600
106	Тепла підлога	89 Вт	1	Контур №6 1,5 м ² , крок 10см, L=22м(траса 7 м)
107	Тепла підлога/ Сталевий радіатор Kermi	991 Вт	1 / 1	Контур №5 10,0 м ² , крок 15см, L=85м(траса 13м) Радіатор вертикальний 20/2000/400
108	Рушникосушка Kermi B20 нижнє підключення	606 Вт	1	32/1174/590
109	Конвектор підлоговий Carrera FRH	981 Вт	1	175/1750/150
111	Рушникосушка Kermi B20 нижнє підключення	602 Вт	1	32/1174/590.
112	Сталевий радіатор Kermi	778 Вт	1	22/500/1000
113	Сталевий радіатор Kermi	967 Вт	1	22/500/1200
114	Сталевий радіатор Kermi	1009 Вт	1	20/2000/320
116	Рушникосушка Kermi B20 нижнє підключення	569 Вт	1	32/1174/590
	Всього:	11 167 Вт		

					Атестаційна випускна робота	Лист
						39
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ВЕНТИЛЯЦІЯ

Вентиляційна система житлового будинку є важливою складовою для створення комфортного та здорового мікроклімату. У котеджах зазвичай застосовують припливно-витяжну вентиляцію з механічним приводом, де основним елементом виступає припливно-витяжна установка (ПВУ). Така система забезпечує одночасне надходження свіжого повітря зовні та виведення відпрацьованого повітря з приміщень, що гарантує постійний повітрообмін і високу якість внутрішнього середовища.

ПВУ оснащена вентиляторами, фільтрами для очищення повітря, теплообмінником (рекуператором) та системою автоматичного контролю. Рекуператор дозволяє суттєво зменшити теплові втрати, передаючи тепло від витяжного повітря припливному, що особливо актуально в холодному кліматі. Фільтри забезпечують очищення припливного повітря від пилу, пилку і інших забруднень, що підвищує санітарно-гігієнічні характеристики повітря.

Розподіл припливного повітря по котеджу здійснюється за допомогою різноманітних повітророзподільчих пристроїв — дифузорів, решіток, анемостатів та повітропроводів. У житлових приміщеннях зазвичай встановлюють дифузори, які забезпечують рівномірну та безшумну подачу повітря, а також допомагають уникнути протягів. Для витяжки повітря використовують спеціальні решітки, які монтують у ванних кімнатах, санвузлах, кухнях та технічних приміщеннях.[14]

Повітропроводи для припливу і витяжки виготовляють з металевих або гнучких матеріалів і розміщують у стінах, стелях або підлогах, з урахуванням мінімізації шуму та втрат тиску. Важливо забезпечити герметичність повітропроводів для ефективної роботи системи і запобігання проникненню забрудненого повітря.[1]

Автоматизована система керування ПВУ дозволяє регулювати обсяги подачі і видалення повітря залежно від режиму роботи будинку, температури зовнішнього та внутрішнього повітря, рівня вологості тощо. Це сприяє підвищенню енергоефективності вентиляційної системи і підтримці оптимальних параметрів мікроклімату в котеджі.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						40
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Отже, використання припливно-витяжної установки в комплексі з різними повітророзподільниками дозволяє забезпечити ефективний і комфортний повітрообмін, знизити тепловтрати та покращити якість внутрішнього повітря, що є важливим чинником у вентиляційних системах сучасних житлових будинків.

4.1 Вихідні дані для розрахунку

4.1.1. Характеристика об'єкту будівництва.

Система вентиляції проектується в місті Києві.

- Будівля – житловий котедж.
- Знаходиться на географічній широті: 51° пн.ш.
- Барометричний тиск – 990 гПа.
- Орієнтація фасаду будівлі:
- Висота приміщень: $H = 3,2$ м.
- Площа офісу: 140 м².
- Кількість людей: 4.

4.1.2. Визначені параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Період року	Температура $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Ентальпія $I_{ext}, \text{кДж/кг}$	Вологовміст $d_{ext}, \text{г/кг}$	Відносна вологість $\varphi_{ext} \%$
Теплий	23	54,5	12,5	69
Холодний	-22	-20,6	0,6	83

4.1.3. Розрахункові характеристики зовнішнього повітря при інтегрованій роботі вентиляційної та охолоджувальної системи

Розрахункові параметри наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Період року	Температура $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Ентальпія $I_{ext}, \text{кДж/кг}$	Вологовміст $d_{ext}, \text{г/кг}$	Відносна вологість $\phi_{ext} \%$
Теплий	28	54,7	10,5	69
Холодний	-22	-20,6	0,6	83

4.1.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря для вентиляції та кондиціонування повітря

Для спальних приміщень:

Таблиця 4.3

Приміщення	Період року	Температури		Відносна вологість $\phi, \%$	Рухливість повітря $V, \text{м/с}$	ГДК $\text{CO}_2, \text{г/м}^3$
		$t_{wz}, ^\circ\text{C}$	$t_i, ^\circ\text{C}$			
Спальні приміщення	Теплий	22±2	26	<65	≤0,5	3,7
	Холодний	18	21		≤0,2	

Температура робочої зони визначається за формулою:

$$t_{wz} = t_{ext} + \Delta t \quad (4.1.1)$$

Температура видаляемого повітря:

$$t_i = \text{grad } t(H - h_{wz}) + t_{wz} \quad (4.1.2)$$

де t_i – температура видаляемого повітря;

grad t - градієнт температур (по таблиці 5.4 [17] grad $t=1,4$);

H - висота приміщення ,м (2,8м);

h - висота робочої зони м, (1,5м);

$$t_{\text{хп}}=1,4*(3,75-1,5)+18=21 \text{ C};$$

$$t_{\text{тп}}=1,4*(3,75-1,5)+23=26 \text{ C};$$

4.1.5 Розрахункові температури повітря в приміщеннях зазначені в таблиці 4.2.2.

Таблиця 4.4

№№ п/п	Назви груп приміщень	Розрахункова температура повітря в приміщеннях, °С		Примітки
		Холодний період	Теплий період	
1	Спальні	18	+22±2	Вентиляція/кондиціонуваннч
2	Вітальні	18	+22±2	Вентиляція/кондиціонуваннч
3	Кладові	18	+22±2	Вентиляція
4	Сходи	18	22±2	Вентиляція
5	Хол	18	+22±2	Вентиляція
6	Столова	18	+22±2	Вентиляція/кондиціонуваннч
7	Кухня	18	22±2	Вентиляція/кондиціонуваннч
8	Гардероб	18	22±2	Вентиляція
9	Дитяча кімната	18	22±2	Вентиляція/кондиціонуваннч
10	Ванна кімната	18-24	18-24	Вентиляція

4.1.6. Розрахункові характеристики внутрішнього повітря для котеджу.

Відповідно до чинних нормативних документів [1] вентиляційна система в житловому будинку має забезпечувати підтримку комфортних та безпечних параметрів повітря у житлових зонах.

Згідно з таблицею, що регламентує рекомендовані температурні умови та допустимі відхилення, температура повітря в зоні перебування людей у котеджі встановлюється наступним чином:

- Температура повітря в теплий сезон становить приблизно 24–25°C.
- Температура повітря в холодний період підтримується на рівні 20–22°C.

Швидкість руху повітря у зоні перебування має відповідати нормам, які забезпечують комфорт і виключають виникнення протягів.

Максимально допустимі середні значення швидкості повітря в робочій зоні:

- Для теплого сезону — не перевищує 0,3–0,4 м/с.
- Для холодного сезону — не перевищує 0,2–0,3 м/с.

Відносна вологість повітря у житлових приміщеннях котеджу коливається в межах 40–60 %, що відповідає оптимальним умовам для здоров'я та комфорту.

Залежно від функціонального призначення кімнат (спальня, вітальня, кухня, санвузол), а також індивідуальних особливостей опалювальної та вентиляційної систем, ці параметри можуть коригуватися для досягнення найкращого мікроклімату.[1]

Період року	Температура t_{wz} , °C	Відносна вологість ϕ_{wz} , %	Швидкість повітря v_{wz} , м/с	Допустима концентрація CO ₂ в приміщенні ΔC , ppm
Теплий	24–25	40–60	0,3–0,4	600–800
Холодний	20–22	40–60	0,2–0,3	600–800

Оцінка тепловтрат є ключовим етапом при розробці систем опалення та вентиляції приватного житла. Цей розрахунок дозволяє встановити обсяг теплової енергії, який втрачається через огорожувальні конструкції, вентиляційні системи та інші шляхи, що потрібно компенсувати для підтримки комфортного температурного режиму всередині приміщень. Урахування тепловтрат сприяє правильному вибору потужності опалювального обладнання і забезпеченню енергоефективності будівлі.

4.2 Теплопритоки від сонячної радіації в котеджі

Одним із суттєвих джерел теплових навантажень у житлових будинках є сонячна радіація. Вона значною мірою впливає на тепловий режим приміщень і повинна враховуватися при проектуванні систем вентиляції та кондиціонування.

4.2.1 Джерела теплопритоків від сонячної радіації

Сонячна радіація надходить до будівлі через:

- віконні отвори (прямий і дифузний світло);
- зовнішні стіни та покрівлю (поглинання та конвекція);
- відбиття від поверхонь поруч.

Для розрахунку теплопритоків від сонячної радіації, що надходять через вікна, використовують формулу:

$$Q_{\text{сол}} = A_{\text{вік}} \cdot G \cdot f \cdot \eta \quad (4.2.1)$$

де:

$Q_{\text{сол}}$ — теплоприток від сонячної радіації, Вт;

$A_{\text{вік}}$ — площа скління, м²;

G — інтенсивність сонячної радіації на поверхню скла, Вт/м²;

f — коефіцієнт, що враховує орієнтацію вікна відносно сонця;

η — коефіцієнт пропускання сонячної енергії склом (коефіцієнт світлопроникності).

Теплонадходження на 1 м ² , засклення	
Пн Сх	190
Сх	250
Пд Сх	240
Пд	240
Пд Зх	350
Зх	470
Пн Зх	370
Пн	33

4.2.2 Надходження шкідливостей від людей в теплий період року

Тепловиділення від людини включає дві основні компоненти: явну променисто-конвективну теплоту $Q_{л,к}$, і приховану теплоту, що виникає внаслідок випаровування вологи з шкіри та дихання. Загальна теплова потужність $Q_{л,кф}$, яка виділяється організмом, залежить від інтенсивності фізичної активності, теплоізоляційних характеристик одягу та мікрокліматичних умов у приміщенні [2].

Явна кількість теплоти:

$$Q_{л,к} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot n_i, \quad (4.2.2)$$

де:

q_i – питома виділення явної теплоти від однієї людини, Вт/люд;

$q_i = 55$ Вт/люд;

n_i – кількість людей у приміщенні, люд;

$n_i = 4$ людей.

$$Q_{л,к} = 55 \cdot 4 = 220 \text{ Вт} \quad (4.2.3)$$

Повна кількість теплоти:

$$Q_{л,кф} = \sum_{i=1}^n q_{кфi} \cdot n_i, \quad (4.2.4)$$

де:

$q_{кфi}$ – питома виділення повної теплоти від однієї людини (), Вт/люд;

$q_{кфi} = 140$ Вт/люд;

n_i – кількість людей у приміщенні, люд;

$n_i = 4$ людей.

Результати розрахунків наведені в таблиці 4.5

Таблиця 4.5

Розрахунок теплонадходження в приватний будинок										
Теплий період року										
Приміщення	Площа, м2	Об'єм, м3	Люди	Вікна		Теплонадходження, Вт				Сума
				орієнт.	площа	від людей	вікна	покриття	Загальні	
Вітальня-їдальня	30	102	4	Пн Сх	17,2	600	3259	0	3859	
				Пд Зах	1,3	0	375	0	375	
									Всього:	4234
спальня 1 поверх	11,5	39	1	Пд Сх	2,4	150	583	0	733	
									Всього:	733
Спальня гостьова 2 поверх	14	48	1	Пд Сх	3,2	150	778	420	1348	
									Всього:	1348
Дитяча 1	16	54	1	ПнЗх	4,8	150	1776	480	2406	
									Всього:	2406
Спальня господарів	14,8	50	1	Пн Зх	7,2	150	2664	444	3258	
									Всього:	3258
Всього:	86,3	293	8		36	1200	9434	1344		11978

4.3 Тепло-вологісний баланс та його компоненти

Оцінка теплообміну приміщення здійснюється за умов досягнення термостійкої рівноваги між огорожуючими структурами та інженерними системами, що передбачає стабільність їх температурних характеристик.

Загальне рівняння теплового балансу має вигляд:

$$\Delta Q = \sum Q_{\text{над}} - \sum Q_{\text{втр}} \quad (4.3.1)$$

де $Q_{\text{над}}$ -теплова енергія, що потрапляє в середовище, Вт;

$Q_{\text{втр}}$ -теплові втрати зони, Вт

Складові балансу містять як конвективне, так і інфрачервоне тепло, що мають принципово різні фізичні властивості.[14]

Інфрачервоне тепло передається у вигляді хвиль та впливає лише на тверді об'єкти (стіни, обладнання тощо), тоді як конвективне переноситься рухомим

повітрям, яке обігрівается поруч з теплими поверхнями. Частина цього тепла виводиться разом із вентиляційним потоком або витрачається на прогрів внутрішніх елементів.

Поширеною складовою теплового балансу є енергія, що продукується людьми, яка розподіляється на:

Явна променисто-конвективна теплота $Q_{л}$;

Прихована теплота вологи, що виділяється $Q_{пр.л.}$.

Сумарна теплова енергія $Q_{л hf}$, що випромінюється тілом людини, залежить від ступеня фізичної активності, теплоізоляційних властивостей одягу та температурного режиму оточення.

Загальна теплова енергія від людей, яка надходить у кімнату, розраховується за формулою:

$$Q_{л.hf} = \sum q_{hf} \cdot n_i \quad (4.3.2)$$

де q_{hf} - питома тепловиділення однією особою Вт/люд;

n - кількість людей у приміщенні відповідного призначення., люд.

Явна теплота від людей визначається за формулою:

$$Q_{л.} = \sum q_i \cdot n_i \quad (4.3.3)$$

де q_i -питома значення явного тепловиділення однією людиною, люд.

Для приміщень першого, другого поверху. при кількості проживаючих 4 чоловік:

Холодний період

Явна теплота $Q_{л.hf} = 55 \cdot 4 = 220$ Вт

Повна теплота $Q_{л.} = 130 \cdot 4 = 520$ Вт

Теплий період

Явна теплота $Q_{л.hf} = 65 \cdot 4 = 260$ Вт

Повна теплота $Q_{л.} = 147 \cdot 4 = 588$ Вт

					Атестаційна випускна робота	Лист
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення $q_{\text{нф}}$ (питоме виділення повної теплоти однією людиною Вт/люд) беремо з таблиці 4.1 [3].

Теплові надходження від джерел штучного освітлення (як результат перетворення електроенергії у тепло) Величина теплового припливу від світильників приймається однаковою в усі сезони і визначається за проектною потужністю. Приймається, що все енергоспоживання на освітлення трансформується в тепло. У даній роботі застосовані люмінесцентні джерела світла відбитого типу, світловий потік спрямований униз.

Формула для обрахунку:

$$Q_{\text{осв}}=F*N*\eta \quad (4.3.4)$$

де F - площа освітлюваного простору, м^2 , N - питома потужність освітлювальних ламп, $\text{Вт}/\text{м}^2$, у розрахунках використовуємо табл. 4.2 [3], η - коефіцієнт врахування теплонадходження в зону, 0,55 для люмінесцентних джерел.

У теплий сезон до балансу додають більше тепла за рахунок сонячного випромінювання.

Для кімнат обох поверхів:

$$Q_{\text{осв}}= F*N*\eta=140*12*0,13= 218,4 \text{ Вт} \quad (4.3.5)$$

де N -питома потужність ламп на 1 м^2 площі приміщення.

Приріст теплоти через прозорі конструкції під дією сонця:

$$Q_{\text{ср}}=F*q_{\text{с.р.}} \quad (4.3.6)$$

де $q_{\text{ср}}$ питоме сонячне теплонадходження залежно від орієнтації та скління $\text{Вт}/\text{м}^2$; F -сумарна площа вікон м^2 .

Для приміщень першого, другого поверху:

$$Q_{\text{ср}}=52,73*164=8647,7 \text{ Вт} \quad (4.3.7)$$

при $F=52,73 \text{ м}^2$

					Атестаційна випускна робота	Лист
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Тепловий вплив радіаторів опалення

У зонах з надлишком тепла в зимовий період не завжди передбачено відключення водяного опалення. У такому випадку до суми теплонадходжень додається тепла віддача приладів. При цьому вона дорівнює втратам тепла в умовах роботи вентиляції – система опалення компенсує втрати повністю.

4.4.1 Тепловтрати приміщення

- У режимі опалення.

Коли припливна вентиляція не функціонує, сумарні тепловтрати $\Sigma Q_{вт.оп}$ (без інфільтрації), які покриваються місцевими джерелами тепла, обчислюються як:

$$Q_{пр,оп} = aqV_{прим}(t_{оп} - t_{extБ}) \quad (4.4.1)$$

де a -коефіцієнт, що враховує відмінність фактичної різниці температур від різниці для якої розраховують тепловтрати (1,17);

q -питомі тепловтрати таблиця 4.8 [3].

Для приміщень першого, другого, поверху: $V_{прим.} = 420 \text{ м}^3$

$$Q_{о.оп} = 1,17 * 0,45 * 420 * (18 + 22) = 8,85 \text{ Вт} \quad (4.4.1)$$

$$Q_{пр.оп} = 8,85 \text{ кВт}$$

- Втрати теплоти в режимі вентиляції

У режимі вентиляції: При функціонуванні припливно-витяжної вентиляції утворюється надлишковий тиск, що усуває інфільтрацію. Втрати визначаються так:

$$Q_{в.в} = Q_{пр.оп} \frac{t_{в.в} - t_{ext}^Б}{t_{оп} - t_{ext}^Б} \quad (4.4.2)$$

де $t_{в.в.}$, $t_{оп}$ - розрахункові внутрішні температури повітря на вентиляцію і опалення; $t_{ext}^Б$ - температура зовнішнього повітря параметри Б.

Для приміщень першого, другого поверху:

$$Q_{в.в.} = 8,85 * (18 - (-22)) / (18 - (-22)) = 8850 \text{ Вт}$$

					Атестаційна випускна робота	Лист
						50
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

4.5 Вологісний баланс середовища

Розрахунок надходження вологи ведеться окремо для теплого і холодного сезонів і використовується у проектуванні повітрообміну. Виділення вологи людиною залежить від активності та температури.

Обчислення вологоутворення, г/год, визначаються за формулою:

$$W_{\text{вол.л}} = \sum M_{\text{л}} * n \quad (4.5.1)$$

де $M_{\text{л}}$ - питомі показники вологовиділення, г/год, з табл. 4.1 [7]; n - кількість людей з даною інтенсивністю виконуємої роботи, люд.

Для приміщень типового поверху:

$$W_{\text{вол.л ХП}} = 67 * 4 = 1,541 \text{ кг/ГОД}$$

$$W_{\text{вол.л ТП}} = 99 * 4 = 2,29 \text{ кг/ГОД}$$

4.5.1 Надходження шкідливих газів:

- Викиди вуглекислого газу:

Для приміщень типового поверху:

$$M_{\text{CO}_2} = 23 * 4 = 920 \text{ г/ГОД}$$

Таблиця 4.5.1

Об'єм, м ³	Період року	Розрахункова температура		Тепловтрати $\sum Q_{\text{втр}}, \text{Вт}$	Теплонадходження $\sum Q_{\text{надх}}, \text{Вт}$		Теплонадлишки та теплонестачі $\Delta Q, \text{Вт}$	
		t_3	t_b		явні	повні	явні	повні
420	ТП	23,7	22±2	-	6874	12725	6874	12725
	ХП	- 22	18	8850	4568	5412	1275	960

4.6 Розрахунок повітрообміну

Продуктивність вентиляційних систем будівель та споруд вибирають у результаті розрахунку повітрообмінів. Необхідну продуктивність систем загальнообмінної вентиляції визначають за заданим видом шкідливостей. [14]

					Атестаційна випускна робота	Лист
						51
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Розрахунок повітрообміну виконується графоаналітичним методом з побудовою процесів зміни стану повітря на I-d діаграмі.[3]

4.6.1 Розрахунок повітрообміну для офісних приміщень типового поверху.

Теплий період року (ТП). Теоретично-розрахункові відомості

- На I-d діаграму наносимо т.ехт яка характеризує параметри зовнішнього повітря та повітря в теплий період року (табл.. 5.2.1)
- За надлишками тепло- і вологовиділень в теплий період (таб.4.5.1) визначаємо кутовий коефіцієнт променю процесу в приміщенні, кДж/кг:

$$\varepsilon_T = \Delta Q^{TP} / W^{TP} \quad (4.6.1)$$

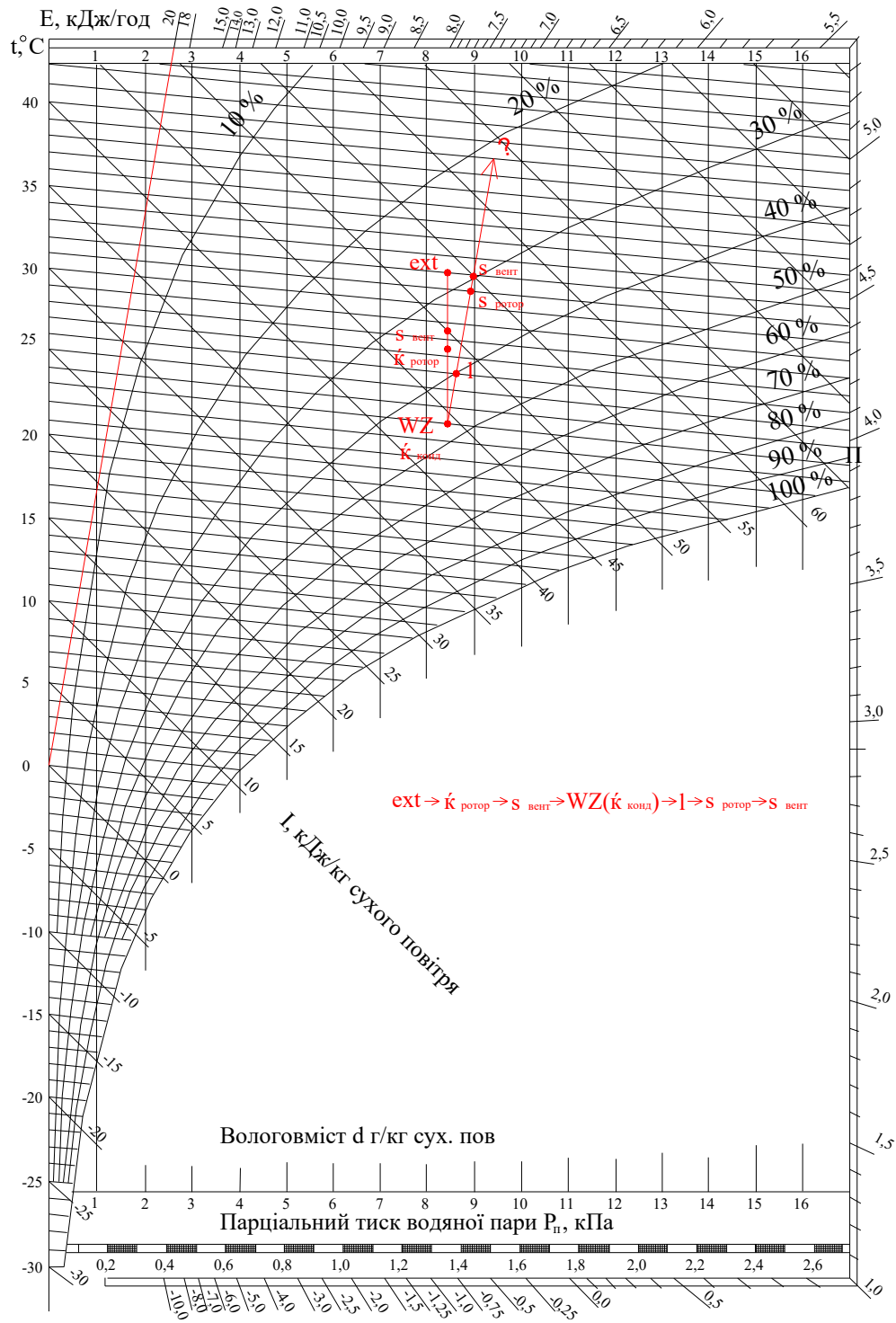
$$\varepsilon_T = 3,6 * 12725 / 2290,5 = 20$$

де ΔQ^{TP} – теплонадлишки в теплий період року, Вт;

W^{TP} – кількість вологонадходжень в теплий період року, г/год.

- Проводимо через точку 3 промінь процесу і на перетині з ізотермами t_{wz} і t_1 знаходимо т.wz та l, і знаходимо інші параметри повітря.
- По I-d діаграмі визначаємо I_{wz} і I_1 , d_{wz} і d_1 та всі ці параметри заносимо до таблиці.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						52
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 4.6.1 Параметри повітря в теплий період року

Характеристика повітря	Точки на I-d діаграмі	Температура t,С	Ентальпія I, кДж/кг	Вологовміст d, г/кг	Відносна вологість φ, %
1	2	3	4	5	6
Зовнішнє	3	32	53,6	8,4	27
Внутрішнє	WZ	23	44,3	8,4	47
Видаляєме	1	26	47,9	8,6	40

4.6.2 Визначення необхідних повітрообмінів

Визначаємо необхідний повітрообмін за надлишками повної теплоти:

$$G^{тп} = \Delta Q^{тп} / (I_l - I_{in}) \quad (4.6.2)$$

де $\Delta Q^{тп}$ – теплонадлишки в теплий період року, Вт

I_l, I_{in} – ентальпії відповідно видаляемого і припливного повітря в теплий період року, кДж/кг.

$$G^{тп} = 12725 * 3,6 / (47,9 - 44,3) = 1275 \text{ кг/год}$$

Повітрообмін, який потрібен за надлишками вологи:

$$G^{тп} = W^{тп} / (d_l - d_{in}) \quad (4.6.3)$$

де $W^{тп}$ – кількість вологонадходжень в теплий період року, г/год

d_l, d_{in} – вологовміст відповідно видаляемого і припливного повітря, г/кг_{с.п.}

$$G^{тп} = 2290 / (8,6 - 8,4) = 1145 \text{ кг/год}$$

Повітрообмін за вмістом вуглекислого газу (CO₂) у приміщенні:

$$G_{CO_2} = M_{CO_2} / (C_{wz} / \rho_{в} - C_{in} / \rho_{в}) \quad (4.6.4)$$

де M_{CO_2} – кількість вуглекислого газу, що виділяється людьми,

C_{wz} та C_{in} – концентрація CO₂ всередині приміщення і у припливному

$$G_{CO_2} = 920 / (3,7 / 1,18 - 0,97 / 1,19) = 232 \text{ кг/год}$$

Розрахунок повітрообміну за мінімальною нормою повітря на одну особу:

$$G_{\min} = g_{\text{с.н.}} \cdot \rho \cdot n \quad (4.6.5)$$

де $g_{\text{с.н.}}$ - прийнята кількість зовнішнього повітря по санітарним нормам на одну людину, м³/год;

ρ – густина зовнішнього повітря, кг/м³;

n – кількість людей в приміщенні.

Основний повітрообмін визначається як максимальний серед усіх варіантів:

$$G_{\min} = 60 \cdot 1,2 \cdot 4 = 674 \text{ кг/год}$$

За основу розрахунку приймається повітрообмін, обумовлений виділенням вологи, оскільки він має найвищу величину:

$$G^{\text{III}} = 674 \text{ кг/год}$$

Об'ємна витрата становить $L^{\text{III}} = G^{\text{III}} / 1,2 \text{ м}^3/\text{год}$

$$L^{\text{III}} = 674 / 1,2 = 561 \text{ м}^3/\text{год}$$

За допомогою рівняння балансу перевіряємо правильність побудови процесу на I-d діаграмі

$$G_{\text{in}}^{\text{III}} \cdot I_{\text{in}}^{\text{III}} + \Delta Q^{\text{III}} = G_{\text{in}}^{\text{III}} \cdot I_1^{\text{III}} \geq 10\%$$

$$240 \cdot 44,3 + 3,6 \cdot 5412 = 561 \cdot 53,6 = 0,4 \%$$

Холодний період року (ХП) Теоретично-розрахункові відомості

Загальний об'єм вентиляційного повітря в опалювальний період $G^{\text{ХП}}$ приймається за розрахунком для теплого періоду року G^{III} .

Для подальших розрахунків на I-d діаграму наносяться параметри зовнішнього повітря, характерні для холодного періоду, зокрема температура зовнішнього повітря $t_{\text{ext.}}$.

Визначаємо коефіцієнт променя процесу:

$$\varepsilon^{\text{ХП}} = \Delta Q^{\text{ХП}} / W^{\text{ХП}}, \text{ кДж/Г} \quad (4.6.6)$$

					Атестаційна випускна робота	Лист
						55
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

де $\Delta Q^{хп}$ – теплонадлишки в холодний період року, Вт;

$W^{хп}$ – кількість вологодходжень в холодний період року, г/год.

$$\varepsilon^{хп} = 3,6 * 5412 / 5030 = 7,86 \text{ кДж/г}$$

Визначаємо кількість вологи:

$$\Delta d = d_1 - d_{ext} = W_{хп} / G_{хп} \quad (4.6.7)$$

$$\Delta d = 5030 / 3960 = 1,27 \text{ г/кг}$$

$$d_1 = 1,27 + 0,5 = 1,77 \text{ г/кг}$$

Через точку 1 проводимо коефіцієнт променя процесу і знаходимо на перетині з d_{ext} отримаємо точку припливного повітря d_{in} , яка характеризує параметри припливного повітря.

Всі дані, отримані за I-d діаграмою, заносимо до таблиці 4.6.2.

Таблиця 4.6.2 Параметри повітря в холодний період року

Характеристика повітря	Точки на I-d діаграмі	Температура t, C	Ентальпія I, кДж/кг	Вологовміст d, г/кг	Відносна вологість φ , %
1	2	3	4	5	6
Зовнішнє	3	-22	-20,7	0,5	81
Внутрішнє	WZ	18	21,4	1,25	10
Видаляєме	1	21	25,4	1,5	12
Припливне	in	14,7	15	0,7	8

Повітрообмін для житлових приміщень котеджу наведений у таблиці.

Таблиця 4.6.3 Повітрообмін для житлових приміщень котеджу

№	Назва приміщення	Об'єм, м ³	Кратність	Кількість людей	Повітрообмін, м ³ /год
Перший поверх					
2	Коридор	18,78	2	-	60

					Атестаційна випускна робота	Лист
						56
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4	Кухня-вітальня	95,04	2	4	300
6	Санвузол 1	9,05	Норма 50	-	50
7	Спальня	36,8	1	1	50
8	Санвузол 2	14	Норма 50	-	50
Всього по першому поверсі					410
Другий поверх					
11	Санвузол	9,05	Норма 50	-	50
12	Спальня	42	1	1	50
13	Дитяча	52	1	1	50
14	Мастер-спальня	44	1	2	70
15	Гардероб	19	Норма 60	-	60
16	Санвузол спальні	18	Норма 50		
Всього по другому поверсі					290
Всього:					700

У холодний період року необхідно передбачити попередній нагрів припливного повітря в складі припливної вентиляційної установки. Розрахунок кількості тепла, потрібної для нагрівання зовнішнього повітря до необхідної температури подається за формулою:

$$Q = L \times \rho \times c \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{ін}}) \quad (4.6.8)$$

де, L – витрата повітря, м3/год;

ρ – густина повітря, кг/м3;

c – ємність повітря, кДж/(кг·°C) ≈ 1.005 кДж/(кг·°C) = 0.278 кВт·год/(кг·°C)

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура у приміщенні, оС;

$t_{\text{ін}}$ – зовнішня температура, оС.

Ефективна різниця температур після рекуперації:

$$\Delta T_{\text{після рекуп.}} = \Delta T_{\text{повна}} \cdot (1 - \eta) \quad (4.6.9)$$

$\eta=0.80$ — ефективність рекуператора;

$$\Delta T = 44 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{після рекуп.}} = 44 \cdot (1 - 0.80) = 44 \cdot 0.20 = 8.8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q \approx 700 \cdot 1.2 \cdot 0.278 \cdot 8.8 = 2.06 \text{ кВт}$$

4.7. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Припливно-витяжна вентиляційна система приватного будинку відображена в графічній частині проекту на кресленнях.

4.7.1 Розрахунок навантаження окремих ділянок системи.

АксонOMETричну схему вентиляції поділяють на послідовні розрахункові сегменти. Для кожного з них визначають об'єм повітря, що транспортується. Нумерація виконується в напрямку від центрального каналу до відгалужень. Повітропотоки підсумовуються шляхом додавання витрат у кожному відгалуженні, починаючи з крайніх точок до вентилятора, що створює тягу. Дані про витрати повітря та довжину трубопроводів фіксуються у таблиці розрахунку і позначаються на аксонOMETричній схемі.

- **Вибір основного напрямку повітряного магістралю.**

Розрахунок поперечного перерізу повітропроводів.

Допустиму швидкість потоку приймаємо у межах 3-6 м/с для основних каналів і 2-3 м/с для бокових гілок.

Площа поперечного перерізу каналу визначається за виразом:

$$F = L / 3600 \cdot v \quad (4.7.1)$$

Виходячи з отриманої площі, за таблицями 10.5 та 10.6 [7] обираємо стандартний діаметр або типорозміри повітропроводу.

Визначення фактичної швидкості потоку та динамічного тиску.

$$L / 3600 \cdot F \text{ та } P = \rho \cdot v^2 / 2 \quad (4.7.2)$$

4.8 Оцінка втрат тиску внаслідок тертя.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						58
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

З використанням номограми (рис. 10.2 [5]) визначається питомий опір тертя – величина R . Коефіцієнти $\beta_{ш}$, K_1 і K_2 приймаються рівними одиниці.

Втрати тиску на окремій ділянці довжиною l обчислюються за формулою:

$$\Delta P_{тер} = R \cdot l \cdot \beta_{ш} K_1$$

Втрати тиску внаслідок локальних (місцевих) опорів:

$$\Delta P_z = \sum \xi_{дiл} \cdot P_{д} \cdot K_2$$

Загальні втрати тиску на кожній розрахунковій ділянці:

$$\Delta P_{дiл} = \Delta P_{тер} + \Delta P_z$$

4.9 Балансування системи вентиляції

Розрахунок гілок здійснюється аналогічно магістральним ділянкам із визначенням падіння тиску $\Delta P_{від}$. Для оцінки узгодженості тисків використовують формулу:

$$H = \frac{\Delta P_{Мг} - \Delta P_{від}}{\Delta P_{Мг}} \cdot 100 \quad (4.9.1)$$

Якщо отримане відхилення перевищує 10%, а вирівнювання шляхом коригування перерізу неможливе, встановлюють дросельний клапан або інший місцевий опір з коефіцієнтом ξ для регулювання.

Підсумкові результати аеродинамічного аналізу повітропроводів наведені нижче в таблиці

					Атестаційна випускна робота	Лист
						59
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Припливне повітря

Номер ділянки	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Виробна повітря на ділянці $L_{air}, m^3/sod$																					
Довжина ділянки L_{air}, m																					
Розрахункова швидкість в перерізі $v_p, m/c$																					
Розрахункова площа перерічного перерізу f_p, m^2																					
Дісна швидкість в перерізі $v_a, m/c$																					
Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_a)/\nu$																					
Коефіцієнт гідрравлічного тертя $\lambda=0,11 \cdot ((k_a/d_a) + (68/Re))^{0,25}$																					
Коефіцієнт шорткості β_m																					
Коефіцієнт K_1																					
Динамічний тиск на ділянці P_a																					
Вираху тиску на тертя $P_m = (\lambda/d_a) \cdot l \cdot \beta_m \cdot k_1 \cdot P_a$																					
Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\sum \zeta_{air}$																					
Коефіцієнт K_2																					
Вираху тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \sum \zeta_{air} \cdot P_a \cdot K_2$																					
Загальні втраху тиску на ділянці, $\Delta P_{air} = P_{mep} + P_z, Pa$																					
Сумарні втраху тиску на ділянці від сумарні втраху тиску на ділянці від																					
Неб'язка																					
Необхідний коефіцієнт місцезого опору ζ_{air} просеьяк/кланана																					

Магістраль																					
1	80	10,0	2,6	0,009	100	0,008	2,83	18137,3	0,0272	0,9955	1	5,04	13,67	15,59	1	78,63	92,30	92,30			
2	160	5,0	2,8	0,016	160	0,02	2,21	22671,6	0,0257	0,9929	1	3,08	2,46	0,46	1	1,42	3,87	96,17			
3	290	3,2	2,9	0,027	200	0,031	2,56	32873,9	0,0235	0,9884	1	4,14	1,54	0,39	1	1,62	3,15	99,32			
4	650	1,9	3,7	0,049	250	0,049	3,68	58946,3	0,0203	0,9884	1	8,52	1,30	0,39	1	3,32	4,62	103,95			
5	700	3,0	4,0	0,049	250	0,049	3,96	63480,6	0,0199	0,9884	1	9,89	2,33	0,39	1	3,86	6,19	110,13			

Відгалуження																					
1'	80	3,0	2,6	0,009	100	0,008	2,83	18137,3	0,0272	0,9988	1	5,04	4,07	15,56	1	78,47	82,54	82,54	10,6	2,1	
2'	130	3,5	2,7	0,013	125	0,012	2,94	23578,5	0,0255	0,9988	1	5,46	3,89	14,59	1	79,57	83,45	83,45	13,2	2,4	
3'	180	1,9	2,74	0,018	160	0,02	2,49	25505,6	0,025	0,9988	1	3,90	1,16	19,35	1	75,40	76,56	76,56	22,9	5,9	
4'	360	4,3	3,18	0,031	200	0,031	3,18	40809	0,0222	0,9988	1	6,38	3,05	13,30	1	84,92	87,96	87,96	15,4	2,4	
5'	50	6,9	1,77	0,008	100	0,008	1,77	11335,8	0,0306	0,9988	1	1,97	4,16	36,54	1	71,99	76,15	76,15	30,9	15,7	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Витяжне повітря

Номер ділянки	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Виробна потіжня на ділянці $L_{air}, m^3/sob$		Довжина ділянки L_{air}, m	Розрахункова швидкість в перерізі $v_p, m/c$	Розрахункова площа перерічного перерізу f_p, m^2	Еквівалентний діаметр d_{eq}, mm	Діюча площа перерічного перерізу f_a, m^2	Діюча швидкість в перерізі $v_a, m/c$	Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_{eq})/\nu$	Коефіцієнт зіставального моря $\lambda = 0,11 \cdot ((k_a/d_{eq}) + (68/Re))^{0,25}$	Коефіцієнт шорсткості β_m	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці P_a	Втрапу тиску на моря $P_m = (\lambda/d_{eq}) \cdot l \cdot \beta_m \cdot k_1 \cdot P_a$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\sum \xi_{air}$	Коефіцієнт K_2	Втрапу тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \sum \xi_{air} \cdot P_a \cdot K_2$	Загальні втрапу тиску на ділянці, $\Delta P_{air} = P_{мер} + P_z, Pa$	Сумарні втрапу тиску на ділянці від	Необхідний коефіцієнт місцевого опору ξ_{air}		
Магістраль																					
1	60	10,0	2,12	0,008	100	0,008	2,12	13603	0,0293	0,9955	1	2,84	8,26	15,59	1	44,23	52,49	52,49			
2	120	5,0	2,7	0,012	125	0,012	2,72	21764,8	0,026	0,9929	1	4,65	4,80	0,46	1	2,14	6,94	59,43			
3	200	3,2	2,8	0,02	160	0,02	2,76	28339,6	0,0243	0,9884	1	4,81	2,31	0,39	1	1,88	4,19	63,62			
4	450	1,9	2,9	0,043	250	0,049	2,55	40809	0,0222	0,9884	1	4,09	0,68	0,39	1	1,59	2,28	65,90			
5	500	3,0	2,9	0,047	250	0,049	2,83	45343,3	0,0216	0,9884	1	5,04	1,30	0,39	1	1,97	3,26	69,16			
Відгалуження																					
1'	60	3,0	2,12	0,008	100	0,008	2,12	13603	0,0293	0,9988	1	2,84	2,46	17,55	1	49,79	52,25	52,25	0,5	0,2	
2'	80	3,5	2,6	0,009	100	0,008	2,83	18137,3	0,0272	0,9988	1	5,04	4,80	10,00	1	50,44	55,23	55,23	7,1	1,4	
3'	250	1,9	3,45	0,02	160	0,02	3,45	35424,4	0,023	0,9988	1	7,52	2,05	8,00	1	60,12	62,18	62,18	2,3	0,3	
4'	50	4,3	1,77	0,008	100	0,008	1,77	11335,8	0,0306	0,9988	1	1,97	2,59	12,10	1	67,00	69,59	69,59	-0,6	-0,3	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

4.10 Основні технічні рішення

Виходячи з вищенаведених розрахунків, проектом передбачено влаштування механічних систем вентиляції припливно-витяжної системи та видаляючих окремо по кожній групі приміщень.

Механічними системами вентиляції обладнуються наступні приміщення:
припливно-витяжна система вентиляції для житлових приміщень;
видаляючі системи санвузлів, гардеробної та пральні.

Повітрообмін розраховано у відповідності до норм ДБН В.2.5.-67:2013. Об'єм повітря, що видаляється системами з санітарних приміщень прийнято у відповідності з санітарними нормами для кожної групи санітарних приладів.

Видаляючі системи вентиляції запроектовані на базі обладнання компанії виробника «S&P».

Видаляючі установки і В1-В5 обслуговують приміщення санвузлів, кладових і використовуються вентилятори серії Blauberg Aero 100.

Подача та видалення повітря з приміщень здійснюється через мережу повітропроводів, які прокладаються в просторі стелі під підшивною стелею. Припливний повітропровід системи ПВ1 виконані в теплоїй ізоляції (ППЕ С10 мм). Регулювання повітря та кількість повітря системи вентиляції виконується за допомогою дросель-клапанів.

Повітропроводи запроектовані з тонколистової оцинкованої сталі по ГОСТ 14918-80 та гнучкі теплоізольовані (відповідають ISO-9002, EN1057).

4.10.1 Підбір обладнання:

- ***Припливно-витяжна вентиляційна установка LZ-H100GXH4 з фреоновим випарником***

Для забезпечення високоефективної вентиляції та комфортного мікроклімату в житлових приміщеннях приватного будинку передбачено встановлення припливно-витяжної установки з рекуперацією тепла типу LZ-H100GXH4 з інтегрованим фреоновим випарником.

Ця система поєднує в собі функції вентиляції, рекуперації та терморегулювання припливного повітря. Основною перевагою даної моделі є

					Атестаційна випускна робота	Лист
						62
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

можливість активного нагріву або охолодження припливного повітря за допомогою фреонового теплообмінника, підключеного до зовнішньої VRF-системи (наприклад, LG MULTI V). Це дозволяє забезпечити комфортний мікроклімат у будь-яку пору року з мінімальним енергоспоживанням.

Система обладнана:

- Високоєфективним ентальпійним рекуператором (до 78% ефективності);
- Фреоновим випарником для догріву/охолодження припливного повітря (до 11.72 кВт на нагрів і до 9.12 кВт на охолодження);
- ЕС-вентиляторами з низьким рівнем шуму;
- Системою багатоступеневої фільтрації припливного повітря;
- Автоматизованим керуванням, сумісним із системами "розумного будинку";
- Низьким рівнем шуму, що дозволяє комфортне використання в спальнях, дитячих.



МОДЕЛЬ		одиниця	LZ-H050GXN4	LZ-H080GXN4	LZ-H100GXN4	LZ-H050GXN4	LZ-H080GXN4	LZ-H100GXN4
Продуктивність	Охолодження	кВт	4.93	7.46	9.12	4.93	7.46	9.12
	Обігрів	кВт	6.73	9.80	11.72	6.73	9.80	11.72
Ефективність температурного обміну	Над / В / Н	%	86 / 86 / 87	80 / 80 / 81	76 / 76 / 78	86 / 86 / 87	80 / 80 / 81	76 / 76 / 78
	Охолодження (Над / В / Н)	%	61 / 61 / 63	50 / 50 / 53	45 / 45 / 50	61 / 61 / 63	50 / 50 / 53	45 / 45 / 50
Ефективність обміну ентальпією	Над / В / Н	%	76 / 76 / 77	67 / 67 / 69	64 / 64 / 66	76 / 76 / 77	67 / 67 / 69	64 / 64 / 66
	Охолодження (Над / В / Н)	%	-15 ~ 45	-15 ~ 45	-15 ~ 45	-15 ~ 45	-15 ~ 45	-15 ~ 45
Робочий діапазон	Зовнішня температура	°C	-15 ~ 45	-15 ~ 45	-15 ~ 45	-15 ~ 45	-15 ~ 45	-15 ~ 45
	Режим теплообміну (Над / В / Н)	СМН	500 / 500 / 440	800 / 800 / 640	1,000 / 1,000 / 820	500 / 500 / 440	800 / 800 / 640	1,000 / 1,000 / 820
Витрата повітря	Режим Вураза (Над / В / Н)	СМН	500 / 500 / 440	800 / 800 / 640	1,000 / 1,000 / 820	500 / 500 / 440	800 / 800 / 640	1,000 / 1,000 / 820
	Зовнішній статичний тиск (Над / В / Н)	Pa	160 / 120 / 100	140 / 90 / 70	110 / 70 / 60	180 / 150 / 110	170 / 120 / 80	150 / 100 / 70
Вентилятор	Тип		Природний випарник			-		
	Продуктивність	кВт	2.70			4.00		
Зволоження	Тиск води	МПа	0.02 ~ 0.49			-		
	Режим теплообміну (Над / В / Н)	дБ(А)	38 / 36 / 33	39 / 37 / 34	40 / 38 / 35	39 / 37 / 35	41 / 38 / 36	41 / 39 / 36
Звуковий тиск	Режим Вураза (Над / В / Н)	дБ(А)	39 / 37 / 34	40 / 38 / 35	40 / 38 / 35	39 / 37 / 35	41 / 38 / 36	41 / 39 / 36
	Холодоагент		R410A					
Електроживлення	Ø, В, Гц		1, 220-240, 50,60					
	Режим теплообміну (Над / В / Н)	кВт	0.25 / 0.20 / 0.15	0.42 / 0.35 / 0.25	0.48 / 0.42 / 0.27	0.25 / 0.20 / 0.15	0.42 / 0.35 / 0.25	0.48 / 0.42 / 0.27
Споживана потужність (Номінальна)	Режим Вураза (Над / В / Н)	кВт	0.25 / 0.20 / 0.15	0.42 / 0.35 / 0.25	0.48 / 0.42 / 0.27	0.25 / 0.20 / 0.15	0.42 / 0.35 / 0.25	0.48 / 0.42 / 0.27
	Режим теплообміну (Над / В / Н)	А	1.5 / 1.3 / 1.0	2.5 / 2.0 / 1.5	3.6 / 3.2 / 2.3	1.5 / 1.3 / 1.0	2.5 / 2.0 / 1.5	3.6 / 3.2 / 2.3
Номинальний робочий струм (RLA)	Режим Вураза (Над / В / Н)	А	1.5 / 1.3 / 1.0	2.5 / 2.0 / 1.5	3.6 / 3.2 / 2.3	1.5 / 1.3 / 1.0	2.5 / 2.0 / 1.5	3.6 / 3.2 / 2.3
	Система теплообміну		Повітря до повітря потік загальний теплою обмін (відчуте + приховане тепло)			Повітря до повітря потік загальний теплою обмін (відчуте + приховане тепло)		
Ізоляційний матеріал		Спеціально оброблений негорючий папір			Спеціально оброблений негорючий папір			
Фільтр повітря		Багатошаровий волоконистий фільтр			Багатошаровий волоконистий фільтр			
Розміри	Ш x В x Г	мм	1,667 x 365 x 1,140			1,667 x 365 x 1,140		
Вага без упаковки		кг	105			98		
	Рідина	мм	Ø6.35			Ø6.35		
Діаметри трубопроводів	Газ	мм	Ø12.7			Ø12.7		
	Вода	мм	Ø6.35			-		
Діаметр з'єднувального повітропроводу	Дренаж (внутр. діаметр)	мм (дюйм)	Ø25 (1)			Ø25 (1)		
		мм	Ø250			Ø250		

Технічні характеристики обладнання:

Параметр	Значення
Максимальна продуктивність	1000 м ³ /год
Продуктивність (SH / H / L)	1000 / 1000 / 820 м ³ /год
Зовнішній статичний тиск	150 / 100 / 70 Па
Споживана потужність (SH / H / L)	480 / 420 / 270 Вт
Рівень шуму (SH / H / L)	41 / 39 / 36 дБ(А)
Робочий струм (SH / H / L)	3.6 / 3.2 / 2.3 А
Ефективність рекуперації тепла	до 78%
Тип рекуператора	Пластинчастий ентальпійний
Фреоновий теплообмінник	Вбудований
Тип холодоагенту	R32
Теплова потужність (нагрів / охолодження)	11.72 / 9.12 кВт
Температурний діапазон роботи	-15°C ... +45°C
Тип вентиляторів	Sirocco (припливний і витяжний)
Тип фільтрів	Волокнисті фільтри (2 шт.)
Підключення повітропроводів	Ø250 мм (4 патрубки)
Габарити (Ш × В × Г)	1667 × 365 × 1140 мм
Вага нетто	98 кг
Підключення трубопроводів фреону	Рідина Ø6.35 мм / Газ Ø12.7 мм
Підключення дренажу	Ø25.4 мм
Живлення	220–240 В, 1 фаза, 50/60 Гц

Підбір припливно-витяжної установки було виконано за допомогою програмного забезпечення *LATS HVAC* від бренду *LG*, що дозволяє точно врахувати теплові навантаження, об'єм повітрообміну та потребу в догріві/охолодженні на основі реальних умов об'єкта. Це забезпечує максимально ефективну й енергозберігаючу роботу системи в експлуатації.

Параметры внутреннего блока

Тип блока: ERV DX
 Модель: LZ-H100GXH4

Перепад по высоте: Ниже 4.0 m All

Outdoor Air Temp.

	Тст	Твт	Отн
Охлаждение	-22.0	-22.7 °C	47.1
Нагрев	35.0	32.8 °C	86.0

On Coil Temp

Охлаждение(Тст,Твт)	15.2	-22.7 °C
Нагрев(Тст)	23.6	

Приблизительная температура нагнетания

Охлаждение(Тст,Твт)	5.1	25.5 °C
Нагрев(Тст)	44.1	

Темпер в помещении(Темпер обратного в-ха)

	Тст	Твт	Отн
Охлаждение	27.0	19.4 °C	49.6
Нагрев	20.0	°C	<input type="checkbox"/> All

Расход воздуха: SH 16.67 CMM

Соотношение объема: 100.0 %

Releasable height: 2.2 m

Производительность

	Полная хол-ть	Явная хол-ть	Нагрев
Производ-ть	3.5	-	7.1 kW
Расчетная	0.0	0.0	0.0 kW
Помещение	0.0	-	0.0 %

- Витяжний вентилятор *Vauberg Aero 100***



Вентилятор витяжний *Vauberg Aero 100* використовується для витяжної вентиляції в приміщеннях туалету, ванни, кухні або кімнати. Встановлюється у вентиляційну шахту безпосередньо або через повітропровід перерізом 100 мм.

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		65

Основні особливості

- Витяжний вентилятор обладнаний зворотним клапаном
- У цій серії використовується двигун на підшипниках кочення. У таких вентиляторів дуже великий термін служби, ресурс складає близько 20000 годин роботи.
- Аеродинамічна форма крильчатки з низьким рівнем шуму
- Просте обслуговування вентилятора, яке полягає в періодичному очищенні крильчатки, зворотного клапана і перевірці електричних з'єднань
- Гарантія 5 років

Параметр	Значення
Напруга живлення	220 В
Споживана потужність	14 Вт
Продуктивність	102 м ³ /год
Рівень шуму	38 дБ(А)
Частота обертання	2300 об/хв
Діаметр підключення	100 мм

4.10.2 Підбір повітророзподільників

Повітророзподільники підбрані *Лінійні щілинні дифузори серії LD прихованого монтажу.*

Лінійні щілинні дифузори серії LD прихованого монтажу Невидимі щілинні решітки для систем вентиляції та кондиціонування з екструдованого алюмінієвого профілю.

Технічні можливості дифузоров нашого виробництва:

- можуть монтуватися в стелю та стіни;
- три типи щілин: 22 мм, 33 мм, 44 мм. При цьому кожна щілина обладнана рухомим елементом, який змінює напрямок повітряного потоку;

- залежно від вашого повітряного витрати індивідуально підбирається цільна довжина прихованого щілинного дифузора — від 250 до 6000 мм;
- ми можемо виготовити решітку будь-якої довжини з точністю до одного міліметра: одно-, дво-, три- та чотирищілинні варіанти;
- модульний монтаж дозволяє зібрати решітки будь-якої необхідної довжини, навіть по всьому периметру приміщення — до безкінечної лінії;
- різні варіанти фарбування (стандартні — чорний і білий, а також нестандартні за палітрою RAL Classic);
- індивідуальне вирішення розмірів і архітектури під дизайн приміщення;
- з'єднання профілів під різними кутами;
- готові торцеві заглушки та кутові елементи на 90 градусів.



Рисунок 5.1 – повітророзподільник типу LD – 13/3

4.10.3 Підбір вентиляційної решітки прихованого монтажу:

- **Вихідні дані:**

Необхідна витрата повітря: $L_0 = 130 \text{ м}^3/\text{год}$

- **Переведення витрати повітря в м³/с:**

$$L_0 = 130 / 3600 \approx 0,0361 \text{ м}^3/\text{с}$$

- **Розрахунок живого перерізу решітки:**

$$F_e = L_0 / V_0, \text{ де } V_0 = 1,6 \text{ м/с}$$

$$F_e = 0,0361 / 1,6 \approx 0,0226 \text{ м}^2$$

Значення відповідає технічному листу: $F_e = 0,0220 \text{ м}^2$

- **Геометрична площа решітки:**

$$F_{\Pi} = 0,10 \text{ м}^2$$

- **Коефіцієнт вільного перерізу решітки:**

$$\varphi = F_e / F_{\Pi} = 0,0220 / 0,10 = 0,22$$

- **Падіння тиску:**

$$\Delta p = 5 \text{ Па (за каталогом виробника)}$$

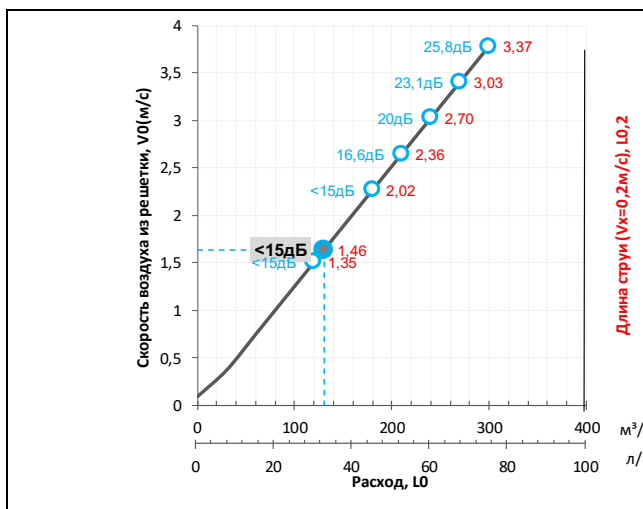
- **Довжина струменя повітря при швидкості 0,2 м/с:**

$$L_{0,2} = 1,5 \text{ м (за даними виробника)}$$

- **Акустичні характеристики:**

$$\text{Рівень звукової потужності: } L_w = 21 \text{ дБ(А)}$$

$$\text{Рівень звукового тиску: } L_p < 15 \text{ дБ}$$



Налаштування рівня звукового тиску:

тиску:

Вільно в приміщенні, $Q = 1$ (відсутність поверхонь біля джерела звуку; здатне випромінювати акустичну енергію в усіх напрямках, повна сфера)

Висновок: У процесі підбору вентиляційної решітки прихованого монтажу

було обрано модель LD1x22x1000, яка забезпечує подачу повітря з витратою 130 м³/год. На основі каталожних даних було визначено швидкість повітря з решітки 1,6 м/с, живий переріз 0,0220 м², що відповідає падінню тиску 5 Па. Розрахункові значення узгоджуються з технічним листом виробника, що підтверджує правильність вибору.

Аналогічний розрахунок проводився для всіх повітророзподілювачів для системи вентиляції та кондиціонування.

РОЗДІЛ 5. СИСТЕМА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

5.1 Основні відомості про кондиціонування

Кондиціонування повітря — це процес забезпечення комфортного мікроклімату всередині приміщень шляхом регулювання таких параметрів, як температура, вологість, чистота та швидкість переміщення повітряного середовища. Подібні системи здатні функціонувати як у режимі охолодження влітку, так і в режимі підігріву в холодний період або в міжсезоння.

5.2 Класифікація систем кондиціонування

Сучасні системи кондиціонування поділяються на кілька типів залежно від конструкції, способу транспортування холодоагенту та масштабів охоплення:

- **Мультиспліт-системи** — передбачають підключення декількох внутрішніх блоків до одного зовнішнього. Такі системи доцільно використовувати для невеликих об'єктів із кількома окремими кімнатами.
- **Централізовані установки (чилер–фанкойл)** — працюють за принципом охолодження теплоносія у чилері з подальшим розподілом по фанкойлам. Застосовуються у великомасштабних спорудах комерційного або виробничого призначення.
- **Моноблочні кондиціонери** — це компактні пристрої єдиного виконання, що монтуються у віконні або настінні прорізи. Використовуються переважно в побуті, мають обмежену продуктивність.

VRF/VRV-системи (системи зі змінною витратою холодоагенту) — багатозональні вискоелективні комплекси, що забезпечують індивідуальне регулювання температури в кожному окремому приміщенні шляхом адаптивного подання холодоагенту. Можуть функціонувати одночасно на охолодження та обігрів у різних зонах.

5.3 Опис прийнятої системи кондиціонування

У даному проєкті для забезпечення мікроклімату в житлових приміщеннях котеджного будинку застосовано VRF-систему кондиціонування повітря з використанням внутрішніх блоків каналного типу низьконапірного виконання. Таке рішення дозволяє забезпечити рівномірний розподіл повітря та приховане

					Атестаційна випускна робота	Лист
						69
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

розміщення обладнання у технічних приміщеннях, що сприяє збереженню інтер'єру житлових зон.

Зовнішній блок системи змонтовано на покрівлі будівлі з метою зниження рівня шуму в приміщеннях та оптимального відведення тепла. Подача холодоагенту до внутрішніх блоків здійснюється через фреонові магістралі, які опускаються з даху через вертикальну інженерну шахту та прокладаються в запотолочному просторі першого і другого поверхів.

Крім того, до складу системи включено припливно-витяжну установку з вбудованою секцією охолодження, яка підключена до тієї ж магістралі холодоагенту. Це дозволяє здійснювати централізоване охолодження припливного повітря в теплий період року.

Система дренажу конденсату організована через сифонні відводи, виведені в санвузли, що забезпечує герметичне та надійне відведення вологи з внутрішніх блоків.

Підбір обладнання системи кондиціонування здійснено з використанням спеціалізованого програмного забезпечення *LATS CAD* та *LATS HVAC* виробника *LG*, що дозволяє точно моделювати компонування системи, розраховувати теплові навантаження та забезпечувати відповідність усіх елементів технічним характеристикам об'єкта.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						70
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.1 Характеристика внутрішніх блоків:



МОДЕЛЬ		ОДИНИЦЯ	ARNU05GL1G4	ARNU07GL1G4	ARNU09GL1G4
Потужність охолодження		кВт	1.7	2.2	2.8
Потужність обігріву		кВт	1.9	2.5	3.2
Споживана потужність (В / С / Н)		Вт	29 / 26 / 24	31 / 28 / 24	39 / 29 / 24
Розміри (Ш x В x Г)	Блок	мм	700 x 190 x 700	700 x 190 x 700	700 x 190 x 700
	В упаковці	мм	862 x 255 x 781	862 x 255 x 781	862 x 255 x 781
Тип			Відцентровий	Відцентровий	Відцентровий
Потужність двигуна х к-сть		Вт х шт	19 x 1	19 x 1	19 x 1
Витрата повітря (В / С / Н)		м³/хв	6.7 / 6.2 / 5.5	7.5 / 6.5 / 5.5	9.0 / 7.0 / 5.5
Зовнішній статичний тиск (Потужний режим)		ммАq (Pa)	2.54 (25)	2.54 (25)	2.54 (25)
Витрата повітря (В / С / Н) (Стандартний режим)		м³/хв	6.7 / 6.2 / 5.5	7.5 / 6.5 / 5.5	9.0 / 7.0 / 5.5
Зовнішній статичний тиск (Стандартний режим)		ммАq (Pa)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Тип двигуна			BLDC	BLDC	BLDC
Фільтр повітря			Фільтр попереднього очищення	Фільтр попереднього очищення	Фільтр попереднього очищення
Діаметр трубопроводів	Рідина	мм (дюйм)	Ø6.35 (1/4)	Ø6.35 (1/4)	Ø6.35 (1/4)
	Газ	мм (дюйм)	Ø12.7 (1/2)	Ø12.7 (1/2)	Ø12.7 (1/2)
	Дренаж (внутрішній діаметр)	мм (дюйм)	Ø25 (1)	Ø25 (1)	Ø25 (1)
Вага Блок		кг	17.5	17.5	17.5
Рівень звукового тиску (В / С / Н)		дБ(А)	25 / 24 / 22	26 / 24 / 22	28 / 25 / 22
Рівень звукової потужності (В / С / Н)		дБ(А)	48 / 46 / 45	50 / 47 / 45	53 / 49 / 45
Електроживлення		Ø, В, Гц	1, 220-240, 50	1, 220-240, 50	1, 220-240, 50
Кабель передачі		мм²	1.0 ~ 1.5 x 2C	1.0 ~ 1.5 x 2C	1.0 ~ 1.5 x 2C

МОДЕЛЬ		ОДИНИЦЯ	ARNU12GL2G4	ARNU15GL2G4	ARNU18GL2G4
Потужність охолодження		кВт	3.6	4.5	5.8
Потужність обігріву		кВт	4.0	5.0	6.3
Споживана потужність (В / С / Н)		Вт	41 / 34 / 29	56 / 41 / 34	71 / 56 / 41
Розміри (Ш x В x Г)	Блок	мм	900 x 190 x 700	900 x 190 x 700	900 x 190 x 700
	В упаковці	мм	1,062 x 255 x 781	1,062 x 255 x 781	1,062 x 255 x 781
Тип			Відцентровий	Відцентровий	Відцентровий
Потужність двигуна х к-сть		Вт х шт	19 x 1, 5 x 1	19 x 1, 5 x 1	19 x 1, 5 x 1
Витрата повітря (В / С / Н)		м³/хв	10.0 / 8.5 / 7.0	12.5 / 10.0 / 8.5	15.0 / 12.5 / 10.0
Зовнішній статичний тиск (Потужний режим)		ммАq (Pa)	2.54 (25)	2.54 (25)	2.54 (25)
Витрата повітря (В / С / Н) (Стандартний режим)		м³/хв	10.0 / 8.5 / 7.0	12.5 / 10.0 / 8.5	15.0 / 12.5 / 10.0
Зовнішній статичний тиск (Стандартний режим)		ммАq (Pa)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Тип двигуна			BLDC	BLDC	BLDC
Фільтр повітря			Фільтр попереднього очищення	Фільтр попереднього очищення	Фільтр попереднього очищення
Діаметр трубопроводів	Рідина	мм (дюйм)	Ø6.35 (1/4)	Ø6.35 (1/4)	Ø6.35 (1/4)
	Газ	мм (дюйм)	Ø12.7 (1/2)	Ø12.7 (1/2)	Ø12.7 (1/2)
	Дренаж (внутрішній діаметр)	мм (дюйм)	Ø25 (1)	Ø25 (1)	Ø25 (1)
Вага Блок		кг	23.0	23.0	23.0
Рівень звукового тиску (В / С / Н)		дБ(А)	30 / 27 / 25	33 / 30 / 28	35 / 32 / 29
Рівень звукової потужності (В / С / Н)		дБ(А)	50 / 47 / 46	54 / 51 / 47	56 / 54 / 51
Електроживлення		Ø, В, Гц	1, 220-240, 50	1, 220-240, 50	1, 220-240, 50
Кабель передачі		мм²	1.0 ~ 1.5 x 2C	1.0 ~ 1.5 x 2C	1.0 ~ 1.5 x 2C

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

5.3.2 Зовнішній блок:

MULTI V I

ARUM080LTE6 / ARUM100LTE6
ARUM120LTE6 / ARUM140LTE6



Компанія LG бере участь у програмі Європейської екології (ECP) для програм EUCOMBENT VRF. Перевірте наявність сертифікації: www.eucomb-certification.com

НР			8	10	12	14
Класифікація	Шасі		LXA	LXA	LXA	LXB
	Комбінований блок		ARUM080LTE6	ARUM100LTE6	ARUM120LTE6	ARUM140LTE6
Джерело живлення	В / фаза / Пц		380-415 / 3 / 50	380-415 / 3 / 50	380-415 / 3 / 50	380-415 / 3 / 50
Охолодження	Номін.	кВт	22,4	28,0	33,6	39,2
	Номін.	кВт	22,4	28,0	33,6	39,2
Потужність обігріву	Номін.	кВт	25,2	31,5	37,8	44,1
	Макс.	кВт	25,2	31,5	37,8	44,1
Споживана потужність (Охолодження)	Номін.	кВт	6,10	8,33	11,65	11,88
	Номін.	кВт	5,16	6,22	7,77	8,43
Ефективність	EER (номін.)	Вт/Вт	3,67	3,36	2,88	3,30
	SCOP (номін.)	Вт/Вт	4,34	4,50	4,32	4,65
	SEER	Вт/Вт	8,28	8,11	7,94	8,55
	SCOP	Вт/Вт	4,45	4,52	4,99	5,17
Зовнішній вентилятор	Тип		Протікання вентилятор	Протікання вентилятор	Протікання вентилятор	Протікання вентилятор
	Швидкість потоку повітря (висота)	м³/сек х вис.	220 x 1	220 x 1	220 x 1	320 x 1
	Напрямок виходу (збоку / зверху)		Зверху	Зверху	Зверху	Зверху
Двигун зовнішнього вентилятора	Привод		Прямий	Прямий	Прямий	Прямий
	Вид	Вт х вис.	1 200 x 1	1 200 x 1	1 200 x 1	900 x 2
Компресор	Тип		Перистий спіральний	Перистий спіральний	Перистий спіральний	Перистий спіральний
	Робочий об'єм циліндра	см³/об.	62,1	62,1	62,1	62,1
	Кількість обертів	об/хв	3,600	3,600	3,600	3,600
	Потужність двигуна	Вт х вис.	5 300 x 1	5 300 x 1	5 300 x 1	5 300 x 1
Теплообмінник	Тип масла		PW68L (PVE)	PW68L (PVE)	PW68L (PVE)	PW68L (PVE)
	Тип ребер		Wide Louver Plus	Wide Louver Plus	Wide Louver Plus	Wide Louver Plus
Розміри	Без пакування (W x H x D)	мм	930 x 1 745 x 760	930 x 1 745 x 760	930 x 1 745 x 760	1 282 x 1 745 x 760
	З пакуванням (W x H x D)	мм	965 x 1 919 x 802	965 x 1 919 x 802	965 x 1 919 x 802	1 282 x 1 919 x 802
Вага	Без пакування	кг	215	215	215	255
	З пакуванням	кг	225	225	225	265
Холодоагент	Тип		R410A	R410A	R410A	R410A
	Заправка	кг	8,5	9,5	9,5	13,0
	Г-СО ₂ екв.		17,744	19,831	19,831	27,138
	Тип управління		EEV	EEV	EEV	EEV
Діаметри трубопроводів	Рідина	мм (дюйм)	Ø9,52 (3/8)	Ø9,52 (3/8)	Ø12,70 (1/2)	Ø12,70 (1/2)
	Газ	мм (дюйм)	Ø19,05 (3/4)	Ø22,20 (7/8)	Ø28,58 (1-1/8)	Ø28,58 (1-1/8)
	Газ низького тиску (регуляція тепла)	мм (дюйм)	Ø19,05 (3/4)	Ø22,20 (7/8)	Ø28,58 (1-1/8)	Ø28,58 (1-1/8)
	Газ високого тиску (регуляція тепла)	мм (дюйм)	Ø15,88 (5/8)	Ø19,05 (3/4)	Ø19,05 (3/4)	Ø22,20 (7/8)
Рівень звукового тиску (зовн. блок)	Охолодження	дБ (А)	57,0	57,5	59,0	60,0
	Обігрів	дБ (А)	58,0	58,5	60,0	61,0
Рівень звукової потужності (зовн. блок)	Охолодження	дБ (А)	78,0	79,0	80,0	81,0
	Обігрів	дБ (А)	78,0	79,0	82,0	81,0
З'єднувальний кабель	Кабель з'єднання (VCTF-SB)	мм² х довж.	0,75 ~ 1,5 x 2С	0,75 ~ 1,5 x 2С	0,75 ~ 1,5 x 2С	0,75 ~ 1,5 x 2С
Макс. можлива кількість внутр. блоків	Макс. (умовно)	шт	13 (20)	16 (25)	20 (30)	23 (35)

1) Максимальні значення підготовлені на основі припущень: підключення всіх внутрішніх блоків потужністю 2,2 кВт. Цифри в дужках означають максимальну кількість підключених внутрішніх блоків відповідно до конфігурації зовнішніх блоків (100% ~ 200%). Реальне значення співвідношення - 150%.

048

5.4 Система керування

Для забезпечення ефективного керування мікрокліматом у приміщеннях та оптимізації роботи системи кондиціонування було впроваджено систему автоматизації на базі центрального контролера **LG AC Smart 5**. Цей контролер інтегрується з VRF-системою на базі зовнішніх блоків **LG ARUM080LTE6** та внутрішніх блоків відповідних типів.[8]

5.4.1 Центральний контролер AC Smart 5

Центральний контролер **AC Smart 5** є високофункціональним інтерфейсом для моніторингу та управління всією VRF-системою. Основні його функції:

- Централізоване управління до 128 внутрішніх блоків через інтуїтивно зрозумілий сенсорний інтерфейс;
- Графічний інтерфейс з можливістю відображення реального плану приміщення для зручної навігації;
- Планування роботи: можливість створення щоденних, тижневих або сезонних графіків вмикання/вимикання обладнання, а також зміни режимів;
- Моніторинг параметрів у реальному часі (температура, стан обладнання, споживання енергії);
- Сигналізація аварій та помилок з можливістю швидкої діагностики;
- Інтеграція з BMS (Building Management System) через протоколи Modbus або BACnet;
- Web-доступ: можливість керування системою через браузер або мобільний застосунок.

5.4.2 Принцип роботи системи автоматизації

Кожен внутрішній блок VRF-системи оснащено власним дротовим або інфрачервоним пультом управління, через який користувач може задавати параметри мікроклімату (температуру, режим роботи, швидкість вентилятора тощо). Центральний контролер **AC Smart 5** об'єднує ці блоки в єдину мережу і дозволяє керувати ними централізовано.

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		73

5.4.3 Алгоритм управління базується на таких принципах:

- Контроль температури в зонах – підтримання заданої температури за допомогою регулювання режимів роботи внутрішніх блоків;
- Оптимізація енергоспоживання – завдяки автоматичному коригуванню роботи зовнішніх і внутрішніх блоків залежно від навантаження та умов;
- Захист і безпека – автоматичне виявлення несправностей та попередження користувача;
- Гнучке планування – адаптація режимів роботи відповідно до часу доби, днів тижня або присутності людей у приміщеннях.

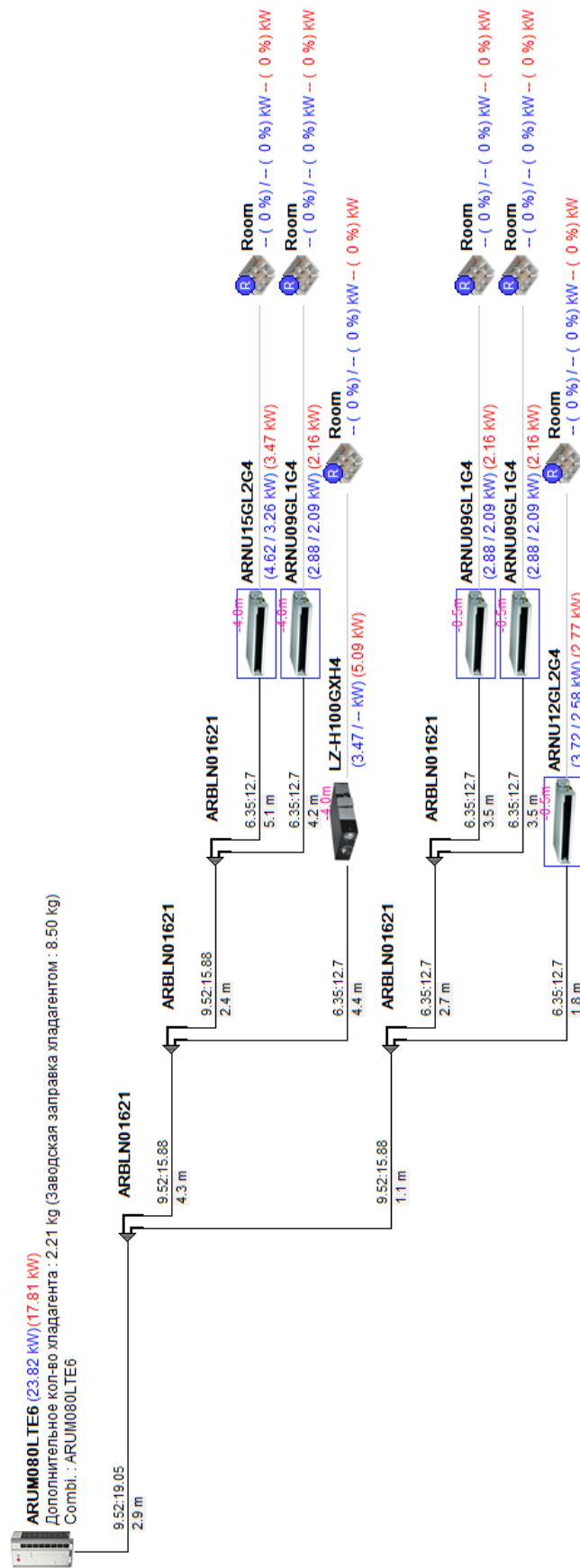
5.4.4 Висновок

Застосування автоматизованої системи керування на базі **LG AC Smart 5** дозволяє забезпечити не лише комфортні умови в приміщенні, а й досягти енергоефективності, зниження експлуатаційних витрат і можливості віддаленого моніторингу та обслуговування системи.

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		74

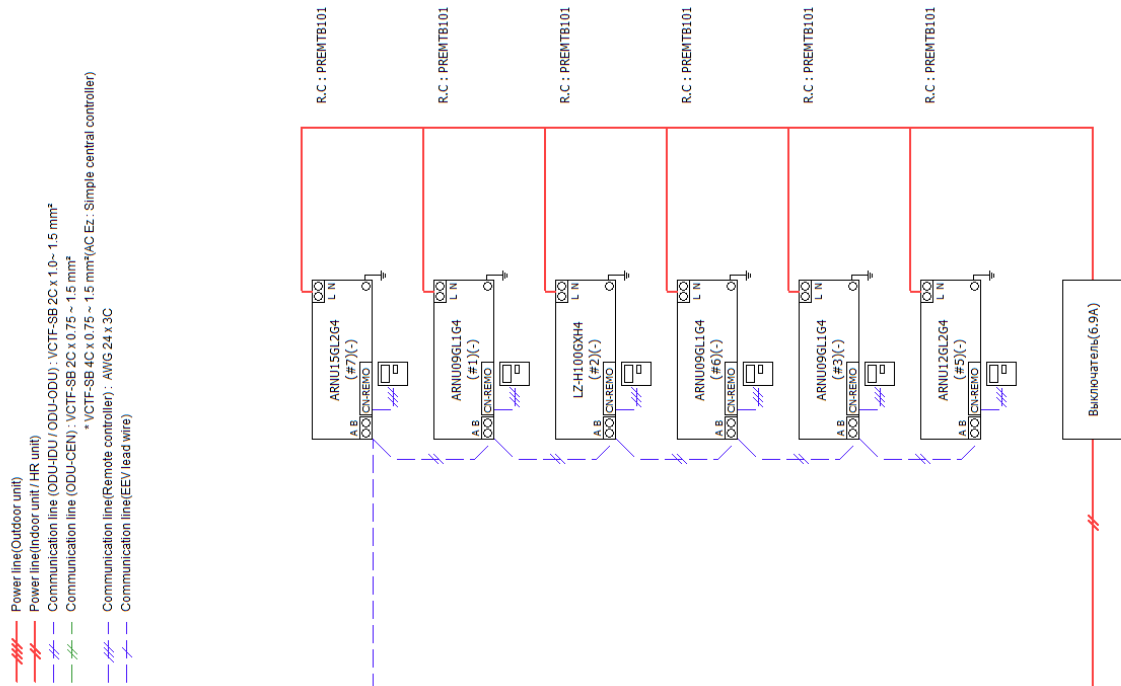
5.5 Звіт з програми підбору

Гідралічний розрахунок:



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

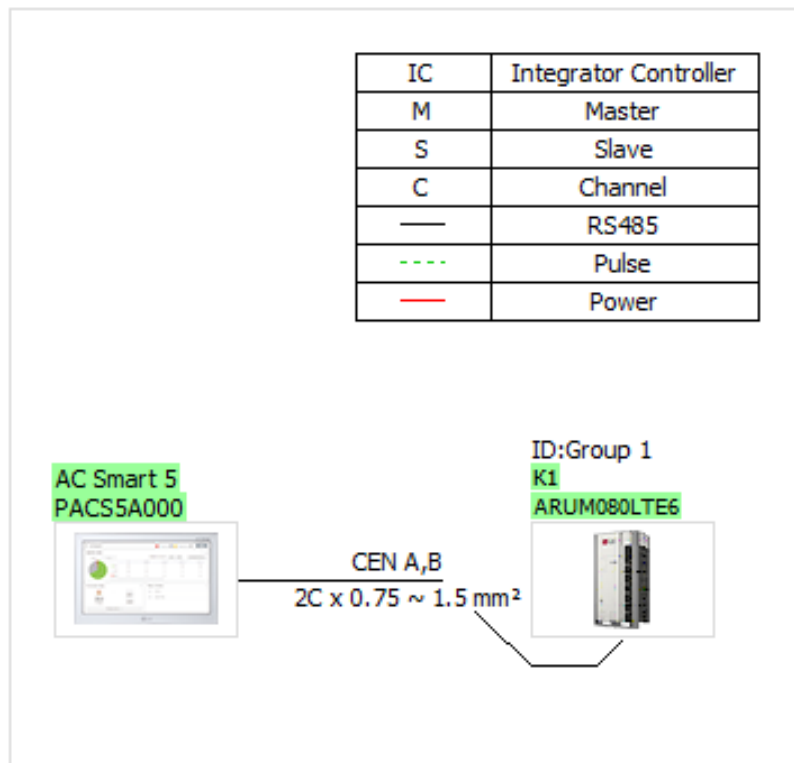
Система автоматики :



Примечание :
Мы рекомендуем использовать автомат больший, чем рассчитан.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

IC	Integrator Controller
M	Master
S	Slave
C	Channel
—	RS485
---	Pulse
—	Power



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 6. БЕЗПЕКА ПРАЦІ

6.1. Загальні положення

Питання безпеки праці є невід'ємною частиною будь-якого проекту, особливо в галузі енергопостачання та інженерних комунікацій будівель. Коли ми говоримо про індивідуальну систему теплохолодопостачання для приватного будинку, це включає в себе встановлення теплового насоса, внутрішніх і зовнішніх блоків VRF-системи, повітропроводів, фреоноводів, вентиляційного обладнання та дренажних систем. Кожен етап цих робіт — від проектування до монтажу, пусканалагодження та подальшої експлуатації — вимагає суворого дотримання вимог безпеки.[8]

При проектуванні інженерних систем ми мусимо керуватися чинними нормативними документами з охорони праці. Це Закони України «Про охорону праці» та «Про будівельні норми», а також конкретні норми, такі як ДБН В.2.5-67:2013, ДСТУ EN ISO 12100:2021. Не менш важливими є галузеві правила безпеки, які регулюють роботу з холодильними агентами, електрообладнанням, вентиляційними та опалювальними пристроями.

6.2. Безпека під час монтажу інженерних систем

Монтаж системи теплохолодопостачання – це комплекс робіт, що може включати виконання завдань на висоті (наприклад, встановлення зовнішнього блоку на даху), прокладання трас у міжстельовому просторі, підключення електричних мереж, фреоноводів і систем водовідведення. До таких робіт допускаються тільки кваліфіковані спеціалісти, які пройшли відповідний інструктаж з охорони праці, мають допуск з електробезпеки та медичний дозвіл.[12]

Ось ключові аспекти безпеки, на які слід звернути увагу під час монтажу:

- Завжди використовуйте засоби індивідуального захисту: каски, рукавиці, запобіжні пояси.
- Працюючи на даху, забезпечте надійний захист від падіння з висоти.
- Категорично заборонено виконувати монтаж електрообладнання, якщо в мережі є напруга.

					Атестаційна випускна робота	Лист
						78
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Під час пайки мідних труб фреонопроводів обов'язково забезпечте якісну вентиляцію, щоб уникнути скупчення шкідливих газів.
- Використовуйте тільки сертифікований інструмент та техніку.

Особлива обережність потрібна при роботі з фреонопроводами. Витік холодоагенту в непровітрюваних приміщеннях може призвести до отруєння або навіть задухи. Тому необхідно чітко дотримуватись усіх правил поводження з холодоагентами, які вказані в технічній документації виробника обладнання.

6.3. Пожежна та електробезпека

Усі ключові елементи системи теплохолодопостачання – зовнішній блок теплового насоса, внутрішні модулі VRF-системи, вентиляційна установка та циркуляційні насоси – підключаються до електромережі будинку. [11]

Тут важливо забезпечити:

- Заземлення всього обладнання згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ).
- Встановлення автоматичних вимикачів та пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ).
- Наявність пожежогасників у технічному приміщенні.
- Відповідність електропроводки класу вогнестійкості не нижче ВВГнг-LS.

У зимовий період в технічних приміщеннях можлива конденсація вологи. Щоб уникнути неприємностей, важливо передбачити ефективну вентиляцію та не допускати скупчення вологи біля електрообладнання.

6.4. Ергономічність та безпечна експлуатація

Технічне приміщення, де розміщуються внутрішній блок теплового насоса, припливно-витяжна установка (ПВУ) та внутрішні блоки VRF-системи, має бути достатньо просторим для зручного обслуговування обладнання – не менше 0,7 м вільного простору до кожної обслуговуваної поверхні. Освітлення також має відповідати нормам (ДБН В.2.5-28:2018), забезпечуючи щонайменше 200 люкс у зоні огляду.[9]

					Атестаційна випускна робота	Лист
						79
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Для підтримання безпечних умов експлуатації необхідно:

- Регулярно проводити технічне обслуговування згідно з регламентом виробника.
- Перевіряти стан кріплень зовнішнього блоку на покрівлі.
- Контролювати стан дренажної системи та сифону, щоб запобігти протіканням і підтопленням.

Керування системою здійснюється за допомогою автоматики – панелей або пультів, що мінімізує потребу в ручному втручанні та, відповідно, знижує ризик помилок персоналу. У випадку аварійних ситуацій передбачено автоматичне вимкнення обладнання та подача сигналу на диспетчерську систему, якщо вона встановлена.

6.5. Екологічна безпека та енергоефективність

Цей проєкт відповідає принципам "зеленого будівництва". Використання інверторного теплового насоса та VRF-системи з високим класом енергоефективності дозволяє значно знизити споживання електроенергії та, відповідно, зменшити навантаження на загальну енергосистему.

Всі компоненти системи відповідають вимогам екологічної безпеки. Ми використовуємо фреони з низьким потенціалом глобального потепління (наприклад, R32 або R410A) та прагнемо мінімізувати будь-які шкідливі викиди у навколишнє середовище.[9]

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		80

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.5-67: 2013 р. «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010р. «Будівельна кліматологія».
3. ДСТУ Б В.2.6-189:2013р. «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».
4. ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження». – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 60 с.
5. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
6. ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель"
7. Pohosov, O., Skochko, V., Solonnikov, V., Kyrychenko, M., & Cherpurna, N. (2024). Passive individual residential building overview and concept for a continental temperate climate. *Architectural Studies*, 10(2), 14-24.
8. Комбіновані системи теплопостачання з використанням відновлювальних джерел теплоти. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи / уклад.: Погосов О.Г. та ін. – Київ: КНУБА, 2023. – 65 с.
9. ДБН А.3.1-5:2016р. «Організація будівельного виробництва».
10. ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека».
11. <https://ua.sankom.net/programs/audytor-ozc>
12. ДБН В.1.1-7:2016р. «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».
13. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ: Міністерство соціальної політики України, 2018.

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81

14. Pohosov, O., Pasichnyk, P., Kulinko, Y., Koziachyna, B., Melnychenko, O., & Osypov, V. (2025). Devising a methodology for assessing seasonal thermal energy generation by a combined heat source. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(8 (133)), 56–67. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.323755>
15. Дослідження лінійних теплопровідних включень та опорів теплопередачі фрагментів огорожувальних конструкцій із застосуванням програмного комплексу therm 7.8: методичні вказівки до виконання лабораторної роботи / уклад.: Погосов О.Г. та ін. – Київ: КНУБА, 2024. – 20 с.

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		82