КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Опалення вентиляція та кондиціонування повітря офісної будівлі

м. Перечин Закарпатська область.

(назва)

Купріянов Ігор Сергійович

(прізвище, ім’я та по батькові студента повністю)

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____

„___”_____20___р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Опалення вентиляція та кондиціонування повітря офісної будівлі м. Перечин Закарпатська область.

(назва)

Виконала студент групи зТВс-23

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Купріянов Ігор Сергійович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Керівник Професор Любарець О.П.

Асистент Вахула В.Р.

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: «бакалавр за ОПП»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____

„___”_____20___р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Купріянов Ігор Сергійович

(прізвище, ім’я та по батькові студента)

1. Тема роботи Опалення вентиляція та кондиціонування повітря офісної будівлі м. Перечин Закарпатська область.

затверджена наказом ректора КНУБА №____від „___”_____20___р.

2. Керівник роботи професор Любарець Олександр Петрович, асистент Вахула Володимир Романович

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1.Вступ

Розділ 2. Характеристика об’єкту будівництва

Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

Розділ 4. Розрахунок системи опалення

Розділ 5. Система вентиляції та кондиціонування повітря

Розділ 6. Технології та організація монтажу інженерних систем

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища

5. Графічний матеріал за розділами

Аркуш 1. Плани поверху з мережами системи опалення, Схеми системи опалення

Аркуш 2. Плани поверху з мережами системи вентиляції, Схеми системи вентиляції

Аркуш 3. Плани поверху з мережами системи кондиціонування, Схеми систем кондиціонування

Аркуш 4. Схеми системи вентиляції і кондиціонування

Аркуш 5. Календарний план-графік виконання робіт по монтажу систем вентиляції і аспірації , графік зміни чисельності робітників на об'єкті , сітковий графік виконання монтажу системи вентиляції і аспірації.

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вступ	18 травня
Розділ 2. Характеристика об’єкту будівництва	26 травня
Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій	30 травня
Розділ 4. Розрахунок системи опалення	3 червня
Розділ 5. Система вентиляції та кондиціонування повітря	6 червня
Розділ 6. Технології та організація монтажу	10 червня
Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища	12 червня
Остаточне оформлення роботи	15 червня
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	19 червня
Попередній захист роботи на кафедрі	23 червня

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 6.	Сенчук М.П., к.т.н., доцент		
Розділ 7.	Клімова І.В., доцент		

8. Дата видачі завдання_____

Зав. кафедри _____ Предун К. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Любарець О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Вахула В. Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Купріянов І.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ 9
2. Характеристика об’єкту будівництва 10
2.1 Загальні відомості про об’єкт 11
2.2 Місце розташування об’єкта 12
2.3 Кліматичні дані 12
3. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій 15
3.1 Загальні відомості про теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій 16
3.2 Конструктивні рішення будівлі та її елементів 19
3.3 Розрахунок тепловтрат будівлі 26
4. Розрахунок системи опалення 30
4.1 Конструктивні рішення, які враховують архітектурно-планувальні характеристики будівлі 31
4.2 Розрахунок системи опалення 33
4.3 Вибір розмірів і розміщення опалювальних приладів 35
4.4 Запірна на регулююча арматура 36
4.5 Прокладання трубопроводів системи опалення 38
4.6 Джерело теплової енергії 39
5. Система вентиляції та кондиціонування повітря 40
5.1 Основні поняття про систему вентиляції та кондиціонування повітря 41
5.2 Вихідні дані для розрахунку системи вентиляції та кондиціонування повітря 42
5.3 Розрахунок теплонадходжень у приміщення 43
5.4 Надходження шкідливостей в приміщення 47
5.5 Тепловий баланс в приміщенні 40
5.6 Розрахунок повітрообмінів в приміщенні 50
5.7 Баланс повітря у будівлі 63

5.8 Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції 65
5.9 Підбір повітророзподільників 65
5.10 Підбір вентиляційного обладнання 66
6. Технології та організація монтажу інженерних систем..... 72
6.1 Технології монтажу систем вентиляції..... 74
6.1.1 Підготовчі роботи до монтажу вентиляційних систем..... 74
6.1.2 Вимоги до виконання монтажу повітропроводів та вентиляційного обладнання..... 74
6.1.3 Монтажне креслення системи вентиляції 78
6.2 Організація монтажу систем вентиляції..... 82
6.2.1 Календарне планування виконаних робіт..... 82
6.2.2 Послідовний та потоковий метод організації виконання будівельно-монтажних робіт, побудова графіка-циклограми 83
7. Охорона праці та навколишнього середовища 85
7.1 Основні завдання охорони праці 86
7.2 Небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт 87
7.3 Охорона навколишнього середовища 96
Список використаних джерел… 99
Додаток А

РОЗДІЛ 1
ВСТУПНА ЧАСТИНА

1. Вступ

Актуальність теми. Тема опалення, вентиляції та кондиціонування повітря офісної будівлі в м. Перечин є актуальною через поєднання місцевих кліматичних умов Закарпаття (висока вологість, різкі температурні коливання), зростаючих вимог до енергоефективності будівель, необхідності забезпечення комфортного та безпечного мікроклімату для працівників, а також переходу України на сучасні європейські стандарти ОВК. Це робить проєктування таких систем важливим як з технічної, так і з економічної точки зору, особливо для офісної інфраструктури невеликих міст, що активно розвиваються.

Метою атестаційної бакалаврської роботи є розробка сучасної, енергоефективної системи опалення та вентиляції офісної будівлі в м.Перечин. Створення безпечного та комфортного для здоров'я людини середовища при мінімальних матеріальних та енергетичних затратах. Розроблення системи загально-обмінної припливно- витяжної вентиляції вбудованих приміщень, системи повітряного опалення, з використанням сучасних енергоефективних опалювальних приладів та терморегулюючих пристроїв.

В даній атестаційній бакалаврській роботі система опалення житлової частини запроектована двотрубна, з нижньою розводкою, з тупиковим рухом теплоносія з насосним спонуканням та прокладанням трубопроводів у товщі підлоги. Приєднання системи опалення до тепломережі відбувається за допомогою теплового вузла, де встановлено відключаючу арматуру, вимірювальні прилади, тепловий лічильник, для комерційного обліку тепла, насос, повітровідвідник, та штуцер для аварійного зливу теплоносія.

Згідно діючих норм вентиляція адмінбудівлі припливно-витяжна з механічним спонуканням. Припливне повітря подається в верхню зону приміщень, видалення повітря також здійснюється з верхньої зони.

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ БУДІВНИЦТВА

2.1 Загальні відомості про об’єкт

Об’єктом проектування є офісної будівлі, яка розташована в місті Перечин , Ужгородський район, Закарпатська область.

Будівля складається з 2 поверхів адміністративних приміщень, Конференц.залу, технічних та допоміжних приміщень.

Джерелом теплопостачання будівлі є окремо розташована котельня. Теплопостачання системи опалення офісної будівлі здійснюється від теплового вузла, що розміщується на 1-му поверсі. Теплоносієм для системи опалення є гаряча вода з параметрами 90-70°С.

Система опалення двотрубна, з нижньою розводкою, з тупиковим рухом теплоносія, насосне спонукання та прокладанням трубопроводів у товщі підлоги. Опалення в приміщенні ІТП встановлюється прибор комерційного обліку витрати теплоти.

Вертикальні магістральні стояки прокладаються в закритих шафах в коридорах. В приміщенні Теплового вузла передбачається встановлення лічильника тепла і запірної арматури. Труби прийнято РЕ-Хс із зшитого поліетилену фірми "Kan-therm". Труба має захисний шар, що запобігає проникненню (дифузії) кисню в теплоносій через стінку труби. Трубопроводи, що прокладаються в підлозі – ізолюються. Теплоізоляція – вироби з вспіненого каучуку “K-flex”.

Система вентиляції - загально-обмінна, припливно-витяжна. Повітропроводи виготовлені з оцинкованої сталі, товщиною 0,5 мм, прокладаються відкрито під стелею. Для вентиляції адмінбудівель запроектовано припливно-витяжні установки з рекуперацією тепла. Підтримання заданої температури припливного повітря передбачається автоматикою системи, яка вбудована та постачається у комплекті з установкою.

Прийняті технічні рішення відповідають вимогам чинних на території України екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших норм.

Вони забезпечують безпечну експлуатацію об’єкта для життя та здоров’я людини.

2.2 Місце розташування об’єкта

Об’єктом проєктування є офісна будівля, розташована в місті Перечин, Ужгородського району, Закарпатської області, що зумовлює низку важливих природно-кліматичних та територіальних особливостей, які необхідно враховувати під час розроблення систем опалення та вентиляції.

Перечин — невелике, але динамічне місто Закарпаття, розташоване в долинній частині області, оточене гірськими масивами та лісами, що формують специфічний мікроклімат із підвищеною вологістю, частими опадами та значними сезонними коливаннями температур. Рельєф місцевості переважно рівнинний із плавними підвищеннями, що сприяє накопиченню холодного повітря в зимовий період та потребує ретельного підходу до теплотехнічних рішень. Закарпаття характеризується м’якими, але вологими зимами та теплим літом, що створює підвищені вимоги до ефективності вентиляції, захисту від конденсату та стабільності теплопостачання. Водночас місто має вигідне розташування, розвинену інфраструктуру та активно розвивається, що підвищує потребу у сучасних, енергоефективних інженерних системах для громадських будівель. Усі ці фактори визначають актуальність і важливість проєктування надійної системи опалення та вентиляції для офісної будівлі в Перечині

2.3 Кліматичні дані

Місто Перечин, у якому розташована проєктована офісна будівля, належить до II кліматичної зони України та характеризується помірно-континентальним кліматом із вираженим впливом гірського рельєфу Закарпаття. Для регіону властиві м’які, але вологі зими та тепле літо, що формує специфічні умови для роботи систем опалення та вентиляції. Середня температура найхолоднішого місяця — січня — зазвичай становить близько –3…–4 °C, а найтеплішого місяця — липня — +18…+20 °C, при цьому річна середня температура коливається в межах 8–9 °C.

Закарпаття має один із найдовших опалювальних періодів в Україні — приблизно 170–180 діб, що зумовлено підвищеною вологістю та частими опадами. Початок опалювального сезону зазвичай припадає на середину жовтня, а завершення — на початок квітня. Висока вологість повітря, значна кількість опадів та різкі міжсезонні коливання температури створюють підвищені вимоги до ефективності вентиляції, захисту від конденсату та стабільності теплопостачання. Усі ці кліматичні особливості визначають необхідність ретельного підбору обладнання та оптимізації системи опалення й вентиляції для забезпечення комфортного мікроклімату в офісній будівлі протягом усього року.

Таблиця 2.1

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Перичин	-2,4	-0,2	4,7	10,8	15,8	18,7	20,3	19,8	15,5	10,2	4,7	-0,5

Переважними для міста Перечин є західні та північно-західні напрямки вітру, що характерно для більшості території Закарпаття та зумовлено орографічними особливостями регіону. У холодний період року домінує північно-західний вітер із найбільшою повторюваністю, що сприяє перенесенню холодних та вологих повітряних мас. У теплий період переважає південно-західний напрямок, який приносить тепліші та сухіші повітряні потоки.

Така структура вітрового режиму впливає на тепловтрати будівлі, інфільтрацію повітря та роботу системи вентиляції, тому її необхідно враховувати при проєктуванні інженерних систем. Детальна повторюваність напрямків вітру та штилів визначається згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 і зазвичай подається у відповідній таблиці кліматичних даних

Повторюваність напрямків вітру й штилів (%)

Таблиця 2.2

Період	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
Теплий	16,4	9,1	17,5	15,6	9,8	5,8	9,4	16,4	21.5
Холодний	9,6	3,4	12,1	36,9	12,2	3,1	7,3	15,4	25.1

Сонячна радіація – це основне джерело енергії та теплоти для земної поверхні. Радіація, що досягає поверхні землі буває розсіяною та прямою. Пряма сонячна радіація – це та, яка надходить до земної поверхні у вигляді пучка паралельних променів, що виходять безпосередньо від Сонця. Розсіяна сонячна радіація – та, що розсіялась в атмосфері і надходить на земну поверхню з усього неба. У похмурі дні вона є єдиними джерелом енергії. Сумарна сонячна радіація- це сукупність прямої та розсіяної, що надходить на земну поверхню.

Абсолютна мінімальна температура зовнішнього повітря для м. Перечин становить –18 °С [1]. Абсолютна максимальна температура досягає +34 °С [1], що характерно для низинної частини Закарпаття. Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для проєктування системи опалення приймається –22 °С [1], відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 для населених пунктів Закарпатської області.

Розрахункова температура зовнішнього повітря в теплий період року для розрахунку систем вентиляції становить +28 °С [1], що відповідає середнім значенням максимальної температури найбільш теплого місяця.

Середня температура опалювального періоду для Перечина становить +0,2…+0,4 °С [1], що зумовлено м’яким, вологим кліматом Закарпаття. Тривалість опалювального періоду — 170–180 діб [1], залежно від року та фактичних температурних умов.

Розрахункова географічна широта міста Перечин становить 48°43′ пн. ш. Глибина промерзання ґрунту для Закарпатської області згідно з ДБН В.1.1-27:2010 становить:

середня — 0,80 м, максимальна — 1,0 м.

Кількість опадів за рік у Перечині становить у середньому 750–820 мм, що є одним із найвищих показників в Україні та суттєво впливає на мікроклімат та роботу вентиляційних систем.

РОЗДІЛ 3

ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Загальні відомості про теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

На сьогоднішній день доцільне використання енергетичних ресурсів посідає важливу роль в сучасному будівництві. Правильний вибір будівельних матеріалів дозволяє значно скоротити витрати енергоресурсів та продовжити довговічність огороджувальних конструкцій під час експлуатації будинків та споруд.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [2] мінімальні вимоги до теплотехнічних характеристик огороджувальних конструкцій та енергетичних характеристик будівлі або її окремих частин, які визначаються на основі економічно обґрунтованих рівнів енергоефективності з урахуванням життєвого циклу будівлі за умови забезпечення побутових потреб людини та оптимальних кліматичних умов для проживання чи перебування людини в приміщенні будівлі.

Головною метою теплотехнічного розрахунку є вибір таких будівельних матеріалів для огороджувальних конструкцій, щоб вони задовольняли нормативні вимоги.

У загальному випадку огороджувальна конструкція складається з несучого шару (зазвичай матеріал шару є щільним, з високою теплопровідністю і низькою проникністю водяної пари та повітря), теплоізоляційного (пористого, з низькою теплопровідністю і добре пропускає водяну пару і повітря).

Теплофізичні характеристики огороджувальних конструкцій в певній мірі залежать від умов їхньої експлуатації. Ці умови характеризуються параметрами зовнішнього та внутрішнього повітря.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [2] для зовнішніх огороджувальних конструкцій є обов’язковими такі умови:

$$R_{\Sigma\,\text{пр}} \geq R_{q\,min}, \tag{3.1}$$

де $R_{\Sigma\ \text{пр}}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої або світлопрозорої огороджувальної конструкції, м^2·К/Вт;

$R_{q\ min}$ – мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частинки огороджувальної конструкції, або мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі світлопрозорої конструкції, м^2·К/Вт.

$$\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta \text{T}_{cr}, \tag{3.2}$$

де $\Delta T_{\text{пр}}$ - за санітарно-гігієнічними вимогами допустима величина різниці між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, °С;

ΔT_{cr} – фактична різниця між температурами внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, °С.

$$T_{\text{в мін}} > \text{T}_{\text{мін}}, \tag{3.3}$$

де $T_{\text{в мін}}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах де наявні теплопровідні включення в огороджувальній конструкції, °С;

$\text{T}_{\text{мін}}$ – дозволене мінімальне значення температури внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції з розрахункових значень температури внутрішнього і зовнішнього повітря, °С.

Вибір та використання матеріалу в огороджувальних конструкціях залежить від вологісного режиму приміщення (таблиця 3.1) та характеризується умовами А і Б (таблиця 3.2).

Вологісний режим приміщення

Таблиця 3.1

Вологісний режим	Вологість внутрішнього повітря $\phi_в$,%, за температури θ_{int},°С		
	$\theta_{int} \leq 12$°С	$12 \leq \theta_{int} \leq 24$°С	$\theta_{int} > 24$ °С

Продовження таблиці 3.1

Сухий	$\phi_в < 60$	$\phi_в < 50$	$\phi_в < 40$
Нормальний	$60 \le \phi_в \le 75$	$50 \le \phi_в \le 60$	$40 \le \phi_в \le 50$
Вологий	$75 < \phi_в$	$60 \le \phi_в \le 75$	$50 \le \phi_в \le 60$
Мокрий	-	$75 < \phi_в$	$60 < \phi_в$

Вологісні умови експлуатацію матеріалу в конструкціях

Таблиця 3.2

Вологісний режим приміщень (за табл.3.1)	Умови експлуатації
Сухий	А
Нормальний	Б
Вологий	Б
Мокрий	Б

Для житлової будівлі розрахункові параметри внутрішнього середовища згідно з ДБН Б.2.6-31:2021 [2], табл. Б 2.:

$t_{вн}$ – внутрішня температура в приміщенні, $t_{вн} = 20$ °С;

$\phi_{вн}$ – вологість повітря в приміщенні, $\phi_{вн} = 55$ %;

Теплотехнічний розрахунок та підбір огороджувальних конструкцій заснований на розрахункових значеннях температури θ_{int} та вологості $\phi_в$ внутрішнього повітря в приміщенні будівлі та температури зовнішнього повітря для найхолоднішої п’ятиденки забезпеченістю 0,92.

Розрахункова формула для фактичного опору теплопередачі:

$$R_{\sum пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \cdots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_з}, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \quad (3.4)$$

де $\alpha_в$ – коефіцієнт віддачі тепла від внутрішньої поверхні конструкції, Вт/ м^2·К, визнається згідно з ДСТУ Б В.2.6-190:2013 [3] (дод.А, табл.А.4).

Отже для стін коефіцієнт становить: $\alpha_в$-8,7 Вт/ м^2·К;

δ_1 – товщина шару, з якого складається конструкція, м;

λ_1 – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, з якого виконується шар конструкції і залежить від розрахункових умов експлуатації, Вт/ м·К;

$\alpha_з$ – це коефіцієнт віддачі тепла зовнішньої поверхі конструкції, визначається згідно з ДСТУ Б В.2.6-190:2013 [3] (дод.А, табл.А.4).

Для стін коефіцієнт $\alpha_з$ = 23 Вт/ м^2·К; для горищного перекриття $\alpha_з$ = 12 Вт/ м^2·К; для підвального перекриття $\alpha_з$ = 6 Вт/ м^2·К.

3.2 Конструктивні рішення будівлі та її елементів

Конструкція зовнішньої стіни

Зовнішня стіна складається з штукатурки, цегляної кладки, пароізоляції (обмазки бітумом), утеплювача , шару вітрозахисного ізолу, повітряного прошарку та опоряджувального шару. Схема зовнішньої стіни зображена на рис.3.1.

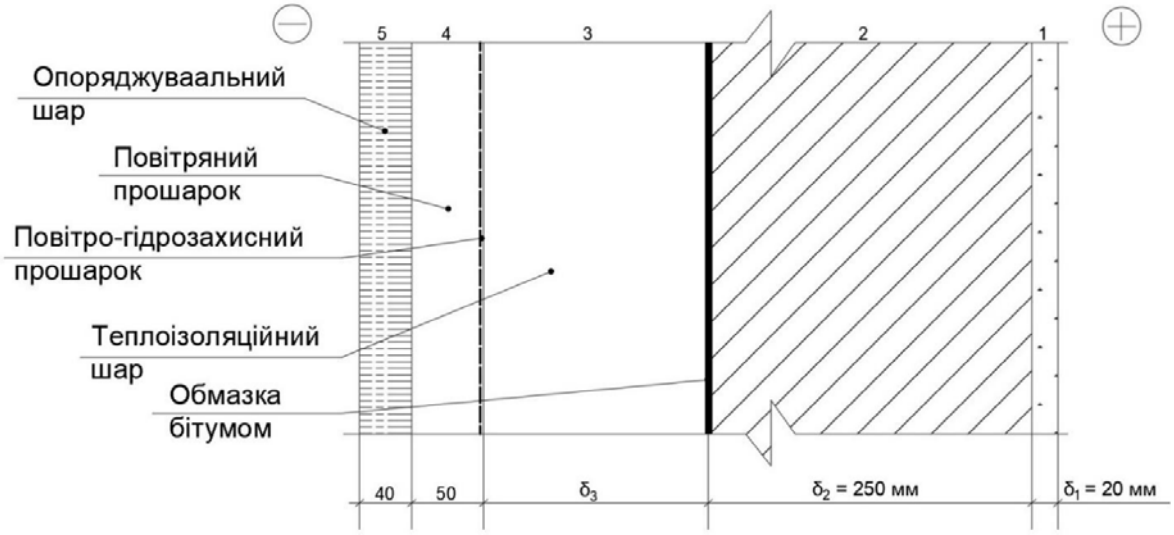


Рис.3.1 Схема зовнішньої стіни

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q\ min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в І температурній зоні, становить:

$R_{q\ min}$ = 4 м^2·К/Вт.

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів, з яких складається конструкція зовнішньої стіни наведено в таблиці 3.3.

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів зовнішньої стіни

Таблиця 3.3

№ шару	Назва матеріалу шару	Густина, ρ, кг/м^3	Товщина шару, δ, м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/м·К	Термічний опір шару, R=δ/λ, м^2·К/Вт
1	Штукатурка Розчин з піску, вапна та цементу	1700	0,02	0,87	0,023
2	Кладка цегляна з повнотілої цегли - керамічної звичайної на цементно-перлітовому розчині	1600	0,25	0,7	0,357
3	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна	75	0,17	0,047	3,62

Розрахунок теплопередачі виконується для шарів, які розташовані від внутрішньої конструкції до повітряного прошарку, так як він є вентильованим.

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$$\delta_3 = (R_\Sigma - (\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_з})) \cdot \lambda_3 = 4-(\frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,357 + \frac{1}{23}) \cdot 0,047 =$$

0,163 м;

Приймаємо товщину утеплюючого шару δ_3 = 0,17 м, за якої опір теплопередачі буде відповідати нормативним вимогам.

Так як конструкція є термічно однорідною, тому опір теплопередачі конструкції R_Σ вираховується за формулою (3.4):

$$R_\Sigma = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,25}{0,70} + \frac{0,17}{0,047} + \frac{1}{23} = 4,16 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$$

Оскільки R_Σ = 4,16 м^2·К/Вт > $R_{q\ min}$ = 4,0 м^2·К/Вт, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{cr}$

$$\Delta T_{пр} = \frac{t_{вн} - t_з}{R_\Sigma \cdot \alpha_{вн}} = \frac{20-(-22)}{4,16 \cdot 8,7} = 1,16\ °C$$

$t_{вн}$ – внутрішня температура в приміщенні, °С;

$t_з$– зовнішня температура в приміщенні, °С.

$\Delta T_{пр}$ =1,16 °С < ΔT_{cr} = 4 °С – умова виконується.

Конструкція горищного перекриття

Горищне перекриття складається з таких шарів: плити залізобетонної, пароізоляції (плівка ПВХ), утеплювач (екструдований пінополістирол), шар цементно-піщаного розчину, 2 шари руберойду. Схема горищного перекриття зображена на рисунку 3.2.

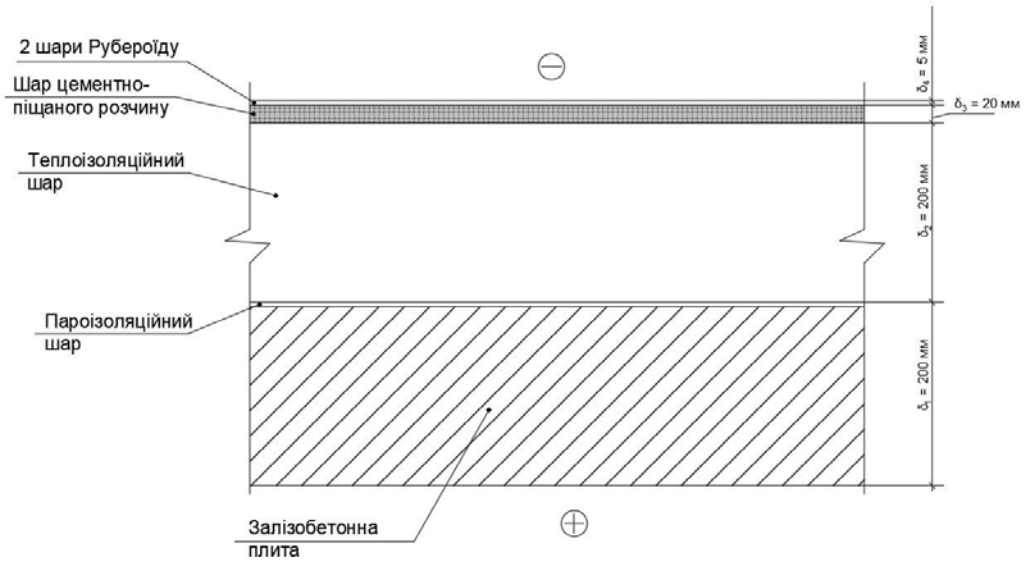


Рис. 3.2 Схема горищного перекриття

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q\ min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в І температурній зоні, становить: $R_{q\ min}$ = 6 м^2·К/Вт.

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів горищного перекриття наведені в таблиці 3.4.

Розрахункові теплофізичні характеристики
матеріалів шарів горищного перекриття

Таблиця 3.4

№ шару	Назва матеріалу шару	Густина, ρ, кг/м^3	Товщина шару, δ, м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/м·К	Термічний опір шару, R=δ/λ, м^2·К/Вт
1	Залізобетонна плита	2500	0,2	2,04	0,098
2	Утеплювач – вироби з екструдованого пінополістиролу	30	0,2	0,036	5,56

Продовження таблиці 3.4

3	Розчин цементно-піщаний	1800	0,02	0,93	0,022
4	Руберойд (2 шари)	1000	0,0025	0,17	0,015

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$\delta_2 = (R_\Sigma - (\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_з})) \cdot \lambda_3 = (6-(\frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + +0,015 + \frac{1}{6})) \cdot 0,036 = 0,201$ м;

Товщина утеплюючого шару, за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативним вимогам становить: $\delta_2 = 0,2$ м;

Опір теплопередачі за формулою (3.4) становитиме:

$$R_\Sigma = \frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + 0,015 + \frac{0,2}{0,036} + \frac{1}{6} = 6,01 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$$

Оскільки $R_\Sigma = 6,01$ м^2·К/Вт > $R_{q\ min} = 6,0$ м^2·К/Вт, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{cr}$

$$\Delta T_{пр} = \frac{t_{вн} - t_з}{R_\Sigma \cdot \alpha_{вн}} = \frac{20-(-22)}{6,01 \cdot 8,7} = 1,16\ ^\circ\text{C}$$

$t_{вн}$ – внутрішня температура в приміщенні, °С;

$t_з$ – зовнішня температура в приміщенні, °С.

$\Delta T_{пр} = 0,803\ ^\circ\text{C} < \Delta T_{cr} = 3\ ^\circ\text{C}$ – умова виконується.

Конструкція перекриття над підвалом

Конструкція перекриття над підвалом складається з залізобетонної плити, пароізоляції (два шари руберойду на бітумній мастиці), утеплювача з мінеральної вати на основі базальтового волокна, стяжки цементно-піщаної, керамічної плитки. Схема конструкції перекриття над підвалом наведена на рис.3. 3.

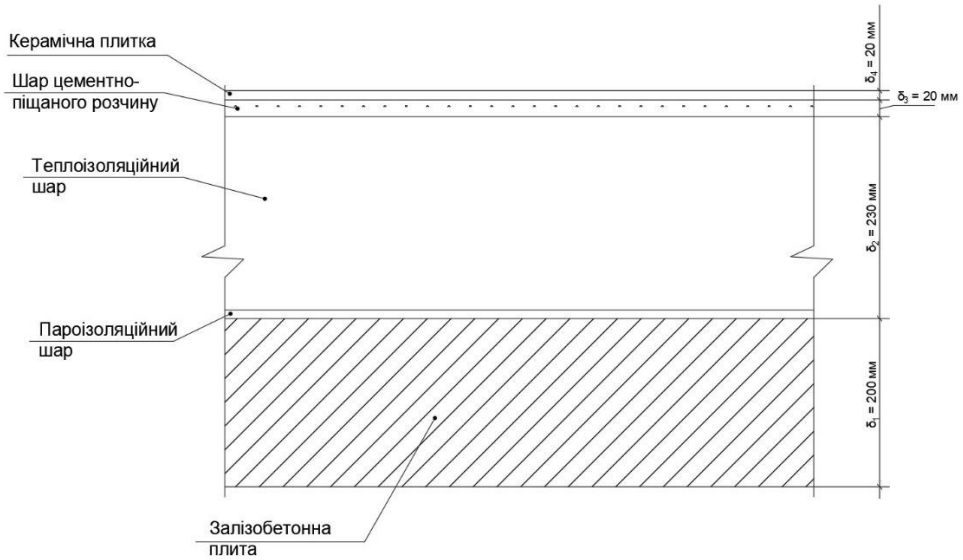


Рис. 3.3 Схема конструкції перекриття над підвалом

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q\ min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в І температурній зоні, становить: $R_{q\ min}$ = 5 м^2·К/Вт.

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів зовнішньої стіни наведено в таблиці 3.5.

Розрахункові теплофізичні характеристики
матеріалів шарів перекриття над підвалом

Таблиця 3.5

№ шару	Назва матеріалу шару	Густина, ρ, кг/м^3	Товщина шару, δ, м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/м·К	Термічний опір шару, R=δ/λ, м^2·К/Вт
1	Залізобетонна плита	2500	0,2	2,04	0,098

Продовження таблиці 3.5

2	Утеплювач - вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна	75	0,23	0,047	4,89
3	Розчин цементно-піщаний	1800	0,02	0,93	0,022
4	Плитка керамічна	2000	0,02	1,1	0,0182

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$\delta_2 = (R_\Sigma - (\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_з})) \cdot \lambda_3 = (5-(\frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + +0,0182 + \frac{1}{17})) \cdot 0,047 = 0,225$ м;

Товщина утеплюючого шару, за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативним вимогам становить: $\delta_2 = 0,23$ м;

Термічний опір утеплювача дорівнює: $R_2 = \frac{\delta 2}{\lambda_2} = \frac{0,23}{0,047} = 4,89$ м²·К/Вт;

Опір теплопередачі за формулою (3.4) становитиме:

$R_\Sigma = \frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + 4,89 + \frac{1}{17} = 5,18$ м²·К/Вт

Оскільки $R_\Sigma = 5,18$ м²·К/Вт > $R_{q\ min} = 5,0$ м²·К/Вт, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{cr}$

$\Delta T_{пр} = \frac{tвн - tз}{R_\Sigma \cdot \alpha_{вн}} = \frac{20-(-22)}{5,18 \cdot 8,7} = 0,932$ °С

$t_{вн}$ – внутрішня температура в приміщенні, °С;

$t_з$ – зовнішня температура в приміщенні, °С.

$\Delta T_{пр} = 0,932$ °С < $\Delta T_{cr} = 2$ °С – умова виконується.

3.3 Розрахунок тепловтрат будівлі

Тепловий режим будівлі в загальному випадку залежить від теплового балансу. Тобто, кількість тепла, що надходить в будівлю має дорівнювати втратам тепла з приміщення за умови нормованої температури внутрішнього повітря.

Кількість тепла, що споживається будівлею і кількість тепла, що втрачається нею залежить від теплотехнічних якостей огороджувальної конструкції, а також від температури зовнішнього повітря.

До умов нормованої температури внутрішнього повітря належать:

1) Трансмісійні втрати тепла приміщенням, що опалюються через зовнішні огороджувальні конструкції, які мають контакт з зовнішнім повітрям;
2) Трансмісійні втрати тепла приміщеннями, що опалюються через неопалювальні приміщення;
3) Трансмісійні втрати тепла приміщеннями, що опалюється до приміщень, які мають нижчу розрахункову температуру;
4) Трансмісійні втрати тепла приміщеннями, які опалюються через конструкцію підлоги та ґрунт;
5) Вентиляційні втрати тепла на нагрівання інфільтраційного повітря в приміщеннях, що опалюються.
6) Теплову потужність, що компенсується в опалювальних приміщеннях будівлі при періодичному режимі роботи системи опалення;
7) Витрату теплоти, яка потрібна на нагрівання матеріалів і виробів, обладнання та транспорту;
8) Теплоти, що надходить в приміщення регулярно від електричних приладів, приладів освітлення, технологічного обладнання, трубопроводів, людей та інших джерел.

Обчислення розрахункових втрат тепла приміщенням за рахунок теплопередачі через огороджувальні конструкції виконується за формулою:

$$\Phi_{т,i} = (H_{т,ie} + H_{т,uie} + H_{т,ig} + H_{т,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), Вт, \quad (3.5)$$

де $H_{т,ie}$ – коефіцієнт для трансмісійних втрат тепла через огороджувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{т,uie}$ – коефіцієнт для трансмісійних втрат тепла приміщення, що опалюється, через неопалювальне приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{т,ig}$ - коефіцієнт трансмісійних втрат тепла через огороджувальні конструкції відбувається через підлогу та ґрунт Вт/°С;

$\theta_{int,i}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщення, визначається за ДБН В.2.5-67:2013 [4], (дод.А, табл.А1);

θ_e – температура зовнішнього повітря, °С, обирається для конкретного міста за ДСТУ Н.Б.В.1.1-27:2010 [2].

Коефіцієнт втрат тепла H_j – це відношення величини втрат тепла Φ_i до різниці внутрішньої та зовнішньої температури повітря;

Коефіцієнт трансмісійних втрат тепла приміщення до зовнішнього повітря.

Обчислення коефіцієнту трансмісійних втрат тепла приміщенням до зовнішнього повітря відбувається за формулою:

$$H_{т,ie} = \sum_к A_к \cdot U_к \cdot e_к + \sum_l l_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, Вт/°С, \quad (3.6)$$

де $A_к$ – площа передачі тепла к-ї огороджувальної конструкції, м^2;

$U_к$ – коефіцієнт теплопередачі від внутрішнього повітря через к-ту огороджувальну конструкцію будівлі до зовнішнього середовища, Вт/(м^2·К);

ψ_l – лінійний коефіцієнт передачі тепла l-го елементу лінійного теплового мосту в огороджувальній конструкції, Вт/(м^2·К);

l_l – довжина лінійного теплового мосту, який є в огороджувальній конструкції, м;

e_l, $e_к$ – поправочні коефіцієнти, для додаткових втрат тепла, що враховують здатність випромінення поверхні огородження, де береться до уваги вплив

мікрокліматичних умов, тип матеріалів ізоляції, їх вологість, швидкість вітру і температуру зовнішнього повітря.

Площа теплопередачі к-тої огороджувальної конструкції приміщення вираховується за їх розмірами, які визначається, як і довжина лінійних теплових мостів l, за будівельними кресленнями.

Обчислення коефіцієнта трансмісійних втрат тепла приміщення через огороджувальні конструкції, які мають контакт з ґрунтом, виконується за формулою:

$$\text{Н}_{т,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_{к} A_{к} \cdot U_{equiv,к}) \cdot G_w, \text{Вт/°С}, \quad (3.7)$$

де f_{gl} = 1,45 – поправочний коефіцієнт, який враховує коливання температури ґрунту за рік;

G_w – коефіцієнт корегування, що враховує вплив ґрунтових вод (при рівні ґрунтових вод нижче ніж плити перекриття підлоги $h_{г.в.}$>1,0 м G_w = 1,0, при $h_{г.в.}$<1,0 м G_w = 1,15);

f_{g2} - поправочний коефіцієнт можливого зниження температури зовнішнього повітря, який враховує різницю між середнім коливанням і розрахунковим значенням температури зовнішнього повітря і вираховується за формулою:

$$\text{f}_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m.e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}, \quad (3.8)$$

де $\theta_{m.e}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період за рік, °С, згідно з ДСТУ Н.Б В.1.1-27:2010 [2].

Коефіцієнт трансмісійних втрат тепла (надходжень тепла), що мають різні розрахункові температури внутрішнього повітря, вираховується за формулою:

$$\text{Н}_{т,ig} = \sum_{к} f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{Вт/°С}, \quad (3.9)$$

де f_{ij} – коефіцієнт, який враховує різницю температур у сусідніх приміщеннях, що опалюються.

Обчислення трансмісійних втрат тепла приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього середовища.

$$\text{Н}_{\text{т},uie} = \sum_{\text{к}} A_{\text{к}} \cdot U_{\text{к}} \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u, \text{Вт/°С}, \quad (3.10)$$

де b_u – коефіцієнт кореляції, який враховує різницю розрахункових температур неопалювального приміщення та зовнішнього середовища, визначається згідно з ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження» [5].

Вентиляційні втрати тепла

Обчислення втрат тепла для нагрівання вентиляційного повітря в приміщенні, що опалюється $\Phi_{v,i}$, виконується за формулою:

$$\Phi_{v,\text{i}} = \text{Н}_{v,\text{i}} \cdot (\theta_{int,\text{i}} - \theta_{\text{e}}), \quad (3.11)$$

де $\text{Н}_{v,\text{i}}$ – коефіцієнт для вентиляційних втрат тепла в приміщенні, Вт/°С;

Розрахункове значення характеристики для втрат тепла в опалювальному приміщенні на нагріві зовнішнього вентиляційного повітря, що потрапляє до нього за рахунок вентиляції (інфільтрації, провітрювання тощо), обчислюється за формулою:

$$\text{Н}_{v,\text{i}} = V_{\text{i}}^{\text{c}} \cdot \rho \cdot \text{с}_{\text{р}}, \text{Вт/°С} \quad (3.12)$$

де ρ – густина повітря при температурі в приміщення, яке обирається для розрахунку, кг/м^3;

$\text{с}_{\text{р}}$ – питома теплоємність повітря, яка обирається за розрахунковою температурою в приміщенні, Дж/(кг·°С);

V_{i}^{c} – об’ємна втрата тепла, яка надходить до приміщення, яке опалюється, м^3/год. Вона визначається в залежності від наявності або відсутності механічної вентиляції.

За відсутності організованої подачі повітря, об’ємна витрата обраховується за формулою:

$$V_{\text{i}}^{\text{c}} = max(V_{inf\ i}, V_{min\ i}), \text{м}^3/\text{год} \quad (3.13)$$

Баланс тепловтрат приміщеннями першого та другого поверху наведений в додатку А.

Концертна зала 129 θi = 18,0 °C ΦHL = 12515 Вт

Площа та кубатура: A= 229,80 V= 700,9

Позначка та висота: Lf= 0,00 Hi= 3,05

Поверх: Поверх Тип приміщення: Концертна зала

Параметри об'єкта: Тип: Офіс Тип конструкції: Середня

Ступінь герметичності: Середня n_{50}= 3,5

Опалення: Конвекційне

Гігієнічні вимоги: nmin= 1,00 Vmin= 700,9

Повітря, що інфільтрується Vinfv= 147,2 Vm,infv=

Вентиляційне повітря: n= 1,0 Vv= 700,9 θv= -18,0

Огородження у приміщенні:129

Символ	Ор.	θ	θe	L или A	H	N	Fsh	Угол	Ac	Δθ	Uk	HT	ΦT
		°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	K	Вт/м²·K	W/K	Вт
Г		-18	-18,0	239,24	1,00	1		0	245,6	36,0	0,140	34,38	1238
ЗС	Пв	-18	-18,0	27,98	1,00	1		90	32,3	36,0	0,250	8,08	291
В	Пв	-18	-18,0	3,88	2,50	1	1,00	90	3,9	36,0	1,111	4,31	155
В	Пв	-18	-18,0	3,75	2,50	1	1,00	90	3,8	36,0	1,111	4,17	150
В	Пв	-18	-18,0	3,75	2,50	1	1,00	90	3,8	36,0	1,111	4,17	150
ЗС	З	-18	-18,0	39,49	1,00	1		90	46,0	36,0	0,250	11,49	414
В	З	-18	-18,0	3,75	2,50	1	1,00	90	3,7	36,0	1,111	4,17	150
В	З	-18	-18,0	3,75	2,50	1	1,00	90	3,7	36,0	1,111	4,17	150
В	З	-18	-18,0	3,75	2,50	1	1,00	90	3,8	36,0	1,111	4,17	150
В	З	-18	-18,0	3,75	2,50	1	1,00	90	3,8	36,0	1,111	4,17	150
В	З	-18	-18,0	3,87	2,50	1	1,00	90	3,9	36,0	1,111	4,31	155
В	З	-18	-18,0	3,87	2,50	1	1,00	90	3,9	36,0	1,111	4,31	155
ВС		5	5,0	19,20	1,00	1		90	19,2	13,0	0,300	2,08	75
ВС		20	20,0	20,16	1,00	1		90	20,2	-2,0	0,300	0,00	0
ВС		18	18,0	29,12	1,00	1		90	29,1	0,0	0,300	0,00	0
ВС		18	18,0	33,12	1,00	1		90	33,1	0,0	0,300	0,00	0
П		6	6,1	239,24	1,00	1		0	232,9	11,9	0,200	15,38	554

Проектні втрати тепла, спричинені теплопередачею ΦT, [Вт]: 3936

Проектні втрати тепла на вентиляцію ΦV, [Вт]: 8579

Коригуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh: 1,00

Загальні проектні втрати тепла Φ=(ΦT+ΦV)·fh, [Вт]: 12515

Надлишок теплової потужності ΦRH=A·fRH, [Вт]: 0

Проектне теплове навантаження ΦHL, [Вт]: 12515

Показник ΦHL пом., відніс. для його площі φHL,f, [Вт/м²]]: 54,5

Показник ΦHL пом., відніс. до його кубатури φHL,V, [Вт/м³]: 17,9

Коефіцієнт проектних втрат тепла, спричинених теплопередачею HT, [Вт/K]: 109,33

Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/K]: 238,30

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

4.1 Конструктивні рішення з урахуванням архітектурно-планувальних особливостей будівлі

З урахуванням архітектурно-планувальних особливостей та призначення будівлі на підставі нормативних документів [2,3,4] було ухвалено рішення запроектувати двотрубну променеву горизонтальну систему опалення, з нижньою розводкою, з тупиковим рухом теплоносія.

Опалення передбачається від ІТП на 1-му поверсі, де встановлюється прибор комерційного обліку витрати теплоти. Теплоносієм для системи опалення приміщень є гаряча вода.

Система опалення офісної будівлі поділена на 3 зони за рахунок встановлення гребінок:

- Опалення І зони - кабінети, зона відпочинку, кухня працівників та ін.;
- Опалення ІІ зони - кабінети, конференц зал, гардероб та ін.;
- Опалення ІІІ зони - кабінети, переговорна, хол та ін.;

Джерелом теплопостачання багатоквартирних житлових будівель є окремо розташована котельня з параметрами теплоносія 90-70 °С.

Двотрубна променева горизонтальна система — це варіант, у якому від розподільчого колектора (гребінки) до кожного опалювального приладу або групи приладів прокладається окремий подаючий і зворотний трубопровід.

Нижня розводка означає, що магістралі розташовані в підлозі

Тупиковий рух теплоносія — подача і зворотня лінія не утворюють кільця, а закінчуються на останньому стояку/гілці.

<u>Переваги такої системи:</u>

1. Висока гідравлічна стабільність. Кожен контур має власний гідравлічний опір. Система легко балансується через колекторні витратоміри.

Мінімальна взаємна залежність між контурами.

2. Індивідуальне регулювання

На колекторі можна встановити термостатичні приводи, витратоміри, балансувальні клапани. Легко реалізувати погодозалежне керування або кімнатні термостати.

3. Можливість поквартирного/покімнатного обліку тепла. Кожен контур — окрема зона. Лічильник тепла можна ставити на квартиру або навіть на групу контурів.

4. Естетика та приховане прокладання. Трубопроводи прокладаються в підлозі, не псують інтер'єр. Мінімум стояків і відкритих труб.

5. Зручність монтажу та ремонту. Всі з'єднання зосереджені в колекторній шафі. У підлозі — цільні труби без з'єднань (PEX/PE-RT), що підвищує надійність.

6. Підходить для низькотемпературних систем. Добре працює з тепловими насосами, конденсаційними котлами, теплими підлогами.

7. Підвищена енергоефективність. Мінімальні небажані перетоки та гідравлічні взаємодії між гілками. Зменшення перевитрат теплоносія та стабільніша робота насоса.

Недоліки такої системи:

1. Збільшена довжина труб. Для кожного приладу потрібна пара труб. Витрати матеріалів більші, ніж у класичній двотрубній стояковій схемі.

2. Вища вартість монтажу. Більше труб, колекторів, арматури. Потрібні колекторні шафи та теплоізоляція труб у підлозі.

3. Потреба в ретельному проєктуванні. Необхідно точно розрахувати гідравліку кожного контуру. Неправильний підбір довжин або діаметрів призводить до дисбалансу.

4. Складність у реконструкції. Якщо система вже залита стяжкою, змінити траси труб складно. Потрібно передбачити всі контури на етапі проєкту.

5. Тупиковий рух теплоносія — обмеження. На довгих гілках можливе зниження температури подачі. Потрібне балансування, щоб уникнути «перегріву» ближніх контурів і «охолодження» дальніх.

6. Температурна деформація труб у стяжці. PEX/PE-RT труби мають значний коефіцієнт лінійного розширення. При нагріванні вони прагнуть «розпрямитися», тому обов'язкове укладання в гофру або теплоізоляцію. Це зменшує шум, тертя та ризик пошкодження стяжки.

7. Тепловтрати в підлозі. Якщо труби йдуть у стяжці без ізоляції, частина тепла передається вниз. Для міжповерхових перекриттів це не критично, але для холодних підвалів — обов'язкова теплоізоляція (10–20 мм).

Коли така система — оптимальний вибір:

- Багатоквартирні будинки з поквартирним обліком.
- Приватні будинки з високими вимогами до комфорту.
- Об'єкти, де важлива естетика та приховане прокладання труб.
- Системи з низькотемпературними джерелами тепла.

4.2 Розрахунок системи опалення

Величину розрахункового річного теплоспоживання системою опалення будинку W, ГДж/рік розраховується за формулою:

Річне споживання системою опалення будинку, розраховується за формулою:

$$W_{со} = \frac{t_{вн} - t_{о.с.}}{t_{вн} - t_{зовн.5}} \cdot \frac{Q_{со} \cdot 24 \cdot z_{ос}}{1000} \quad \text{кВт} \cdot \text{год/рік} \qquad (4.1)$$

де $Q_{со}$ – розрахункова теплова потужність, Вт; $Q_{со}$ = 126920 Вт.

$Z_{о.с.}$ – кількість діб опалювального сезону, $Z_{о.с.}$ = 162 діб [2];

$t_{вн}$ – внутрішня розрахункова температура в приміщенні, $t_{вн}$ = 20°С [4];

$t_{зовн5}$ – середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки, $t_{зовн5}$ = -23 °С [2];

$t_{о.с.}$ - середня температура за опалювальний сезон; $t_{о.с.}$=1,6

Розраховуємо розрахункове річне споживання системою опалення будинку, за формулою 4.1:

$$W_{со}=\frac{20-(-1,6)}{20-(-23)}\cdot\frac{126920\cdot24\cdot162}{1000}=98880\ кВт\cdot год$$

Питоме річне теплоспоживання системою опалення, розраховується за формулою:

$$E=\frac{W}{A_{з.п.}}\ кВт.год/рік\cdot м^2, \quad (4.2)$$

Де загальна площа будівлі Аз.п.=2777 м²

Отже, питоме річне теплоспоживання системою опалення становить:

$$E=\frac{98880}{2777}=35,6\ кВт\cdot год/рік\cdot м^2$$

Згідно з ДБН В.2.6 -31:2021 [2] (таб.8.1, 8.2) максимально допустиме значення питомих втрат тепла для опалення будинку в опалювальний період, яке залежить від призначення будівлі, її поверховості та кліматологічної зони становить E_{max} = 73 кВт · год/рік · м².

Отже, W = 35,6 кВт · год/рік · м² < E_{max} = 73 кВт · год/рік · м² – умова виконується.

Витрата теплоносія в системі опалення розраховується за формулою:

$$G_{c.o}=\frac{0,86\cdot Q_{CO}}{(t_г-t_o)}, кг/год, \quad (4.3)$$

Отже, витрата теплоносія за формулою 4.3 становить:

$$G_{c.o}=\frac{0,86\cdot126920}{(90-70)}=5458\ кг/год$$

4.3 Вибір та розташування опалювальних приладів

Для обраної системи опалення прийнято рішення застосувати сталеві панельні радіатори ROMSTAL типу 22-50V.

Радіатори даного типу мають висоту 500 мм, дві конвекційні пластини та дві панелі, що забезпечує підвищену тепловіддачу при компактних габаритах.

Радіатори комплектуються нижнім підключенням, що забезпечує естетичний вигляд та можливість прихованого прокладання трубопроводів у підлозі. Робочий тиск — 1,0 МПа, максимальна температура теплоносія — 110 °С.

Усі прилади обладнуються термостатичними вентилями з можливістю встановлення термостатичних головок для автоматичного регулювання тепловіддачі.

Тип 22, перша цифра вказує кількість панелей, а друга – кількість конвекторів. Тобто, тип 22 – дворядний радіатор з двома конвективними оребреннями, закритий кожухом: (2 – дві панелі; 2 – два конвектори).



Рис. 4.1. Зовнішній вигляд сталевого радіатора ROMSTAL 22V

Радіатори серії 22-50V мають конструктивну висоту 500 мм, що дозволяє їх ефективно розміщувати під віконними прорізами та в зонах з обмеженою висотою монтажу. Завдяки нижньому підключенню (тип V) забезпечується можливість прихованого прокладання трубопроводів у підлозі, що покращує естетичний вигляд інтер’єру та спрощує монтаж у променевих системах.

4.4 Запірна та регульована арматура

Запірна-регулююча арматура є обов’язковим елементом для проектування та прокладання системи опалення. Вона дозволяє автоматично регулювати систему опалення та у випадку аварії чи технічного

обслуговування відключати деякі її окремі частини.

Правильно обрана та змонтована запірна або регулююча арматура є основою ефективного та безперебійного функціонування інженерних систем, для яких подається теплоносій.

До цієї арматури належать: засувки, кульові крани, вентильний кран, поворотно-дискові затвори, компенсатори та інші.

У комплект арматури до квартири входить: теплолічильник квартирний M-Cal, кран кульовий, кран кульовий для встановлення термоперетворювача пору, кран кульовий (спускник), автоматичний балансувальний клапан. У даному випадку використовується автоматичні регулятори перепаду тиску прямої дії ASV-PV. Їх використання вирішує технічну проблему, пов'язану з коливанням тиску. Система ASV складається з двох частин: регулятора перепаду тиску серії ASV-PV, який монтується на зворотному трубопроводі, і клапана партнера серії ASV-M, який монтується на подавальному трубопроводі.

Регулювання внутрішньої температури в житлових і нежитлових приміщеннях здійснюється вмонтованими термостатичними вентилями, які встановлюються у кожному приборі, і автоматичними балансувальними клапанами на розподільчих колекторах. Термостати попередньо налагоджуються на відповідний розрахунку діапазон. На радіаторах в приміщеннях сходової клітини термостати встановлюються без голівок.

Видалення повітря із магістральних трубопроводів систем опалення передбачається за допомогою автоматичних повітропровідників Ø15 мм, що встановлюються в найвищих точках систем на повітрозбірниках. На радіаторах встановлюються крани Маєвського.

Злив води із систем передбачається в найнижчих точках, через спускні крани.

Регулювання теплової потужності по опаленню здійснюється регуляторами температури фірми «Danfoss» з керуванням від щитів автоматизації.

4.5 Трубопроводи системи опалення та їх прокладання

Для забезпечення надійної, безпечної та довговічної роботи системи опалення важливо правильно підібрати матеріали трубопроводів. Універсальних труб, які однаково добре працювали б у всіх типах систем, не існує — вибір завжди залежить від конкретних умов експлуатації.

Під час визначення оптимального виду труб необхідно враховувати низку факторів:

- робочі параметри системи (температура та тиск теплоносія);
- спосіб прокладання труб (відкритий чи прихований монтаж);
- площу та конфігурацію опалюваних приміщень;
- наявність ділянок, що можуть охолоджуватися або не опалюються;
- вимоги до довговічності та ремонтопридатності.

Трубопроводи ІТП виконуються зі сталевих електрозварних труб відповідно до ДСТУ 8943:2019 [7], а також зі сталевих водогазопровідних труб за ДСТУ 8936:2019 [8].

Системи холодного та гарячого водопостачання проєктуються зі сталевих електрозварних емальованих труб за ДСТУ 8943:2019 [7] та сталевих оцинкованих водогазопровідних труб згідно з ДСТУ 8943:2019 [7].

Дренажні лінії прийнято виконувати зі сталевих оцинкованих водогазопровідних труб за тим самим стандартом.

Поповерхові трубопроводи системи опалення в житлових і нежитлових приміщеннях передбачено виконувати з поліетиленових труб типу PEX-c з антидифузійним шаром. Прокладання здійснюється прихованим способом у товщі підлоги. Експлуатація системи допускається лише після повного набору міцності бетонної стяжки над трубами — орієнтовно через 21–28 діб. Початкова температура теплоносія під час першого запуску не повинна перевищувати 20 °C, щоб уникнути термічних деформацій.

Вертикальні магістральні стояки квартир розміщуються у закритих інженерних шафах у коридорах. У цих же шафах встановлюються дренажні стояки для зливу системи опалення.

Подавальні і зворотні магістралі та стояки систем опалення ізолюються спіненим каучуком та мінеральною ватою.

Трубопроводи прокладаються з ухилом 0,002 в бік спускних пристроїв.

4.6 Вибір джерела теплової енергії

Джерелом теплопостачання для офісної будівлі, розташованої в місті Перечин, є окрема котельня, що забезпечує подачу гарячої води з температурними параметрами 90–70 °C. Передача теплової енергії до внутрішньої системи опалення здійснюється через індивідуальний тепловий пункт, який розміщується на 1-му поверсі.

ІТП оснащений автоматизованими регуляторами, що підтримують необхідний температурний режим відповідно до встановленого графіка. Автоматика контролює температуру зворотного теплоносія та забезпечує коректну роботу обладнання в умовах змінного теплового навантаження, характерного для офісних приміщень.

У даному проєкті застосовано залежну схему індивідуального теплового пункту. За такої схеми теплоносій із зовнішньої теплової мережі надходить безпосередньо в систему опалення будівлі, а регулювання температури здійснюється шляхом змішування частини зворотної води з подаючою. Це дозволяє оперативно адаптувати температуру теплоносія до фактичних потреб будівлі, що особливо важливо для офісних просторів із нерівномірним графіком роботи.

РОЗДІЛ 5

СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

5.1 Основні поняття про систему вентиляції та кондиціонування повітря

Вентиляція та кондиціонування повітря – це два важливі аспекти для забезпечення комфортних умов в будь-якому приміщенні. Вони забезпечують оптимальну температуру та якість повітря в приміщенні.

Вентиляція – це процес обміну повітрям в приміщенні. Головна мета – забезпечення постійної подачі повітря.

Основними функціями системи вентиляції є: подача свіжого повітря до приміщення; видалення забрудненого повітря; регулювання температури в приміщенні; зменшення вологості в приміщенні; забезпечення оптимальних та комфортних умов.

Кондиціонування повітря використовують для створення комфортних температурних умов в приміщенні. Основною метою кондиціонування є підтримка однакової температури та вологості в приміщенні відповідно до вимоги користувача.

До основних функцій кондиціонування повітря належать: охолодження повітря в приміщенні; обігрів повітря в приміщенні (який дозволяє підтримувати оптимальну температуру в приміщенні взимку); фільтрація повітря (очищення повітря від забруднення та алергенів); створення комфортних умов для користувачів.

Відмінності між вентиляцією та кондиціонуванням повітря.

Головною метою вентиляції є підтримка якості повітря в приміщенні та видалення забруднених речовин з нього. А кондиціонування спрямоване на створення комфортних умов.

Можна зробити висновок, що вентиляція та кондиціонування відіграють важливу роль в забезпеченні комфорту та здоров’я в будь-якому приміщенні.

Характеристика об'єкту та географічний пункт будівництва

Проектується система вентиляції у місті: Перечин

- Призначення будівлі **адміністративні будівлі**
- Географічна широта **48** °пн.ш
- Барометричний тиск: **990** гПа
- Орієнтація фасадубудівлі по сторонах світу: Пд
- Висота приміщень (від підлоги до стелі), Н = **6,5** м
- Площа глядацька зала: **202** м^2
- коефіцієнт площі на людину: **1,30**
- Кількість людей:
  - глядачі **155** люд.
- Теплоносій - вода

$\mathbf{t_г}$ = 150 °C

$\mathbf{t_o}$ = 70 °C

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції

Таблиця 5.1

Період року	Температура t_{ext}, °C	Ентальпія I_{ext}, кДж/кг	Вологовміст d_{ext}, г/кг	Відносна вологість φ_{ext} %
Теплий	24,2	54,4	12,6	65
Холодний	-18	-16,3	0,5	70

Розрахункові параметри зовнішнього повітря при спільній роботі вентиляції та охолодження

Таблиця 5.2

Період року	Температура t_{ext}, °C	Ентальпія I_{ext}, кДж/кг	Вологовміст d_{ext}, г/кг	Відносна вологість φ_{ext} %
Теплий	28,1	58,6	12,2	52
Холодний	-18	-16,3	0,5	70

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Згідно з ДБН В.2.5-67 2013 дод. Д табл. Д1 система вентиляції підтримує допустимі параметри повітря

Температура внутрішнього повітря залежить віж рівя метаболізму та теплоізоляційних властивостей вбрання людини

Згідно з таблиці Д4 результуючих температур, та її допустимого діапазону відхилення визначаємо температуру повітря в робочій зоні приміщення.

- температуру повітря в теплий період року приймаємо 20 ^{o}C
- температуру повітря в холодний період року приймаємо 20 ^{o}C

Швидкість руху повітря в робочій зоні залежить від *турбулентності* та температури внутрішнього повітря.

Згідно з діаграми максимально допустима середня швидкість повітря в робочій зоні

- швидкість руху повітря в теплий період року приймаємо 0,36 м/с
- швидкість руху повітря в холодний період року приймаємо 0,31 м/с

Відносна вологість повітря в робочій зоні залежить від умов мікроклімату, що прийняті у приміщенні

Таблиця 5.3

Умови мікроклімату	Відносна вологість повтря, %
Підвищені оптимальні	30-50
Оптимальні умови	25-60
Допустимі	**25-70**
Обмежено допустимі	менше 20 та більше 70

Розрахункові параметри внутрішнього повітря читальної зали

Таблиця 5.4

Період року	Температура t_{wz}, ^{o}C	Відносна вологість φ_{wz} %	Швидкість повітря v_{wz}, м/с		Допустима концентрація CO_2 в приміщенні ΔC ppm
			пряма дія	зворотьня дія	
Теплий	20	25-70	0,36	0,36	800
Холодний	20		0,31	0,31	

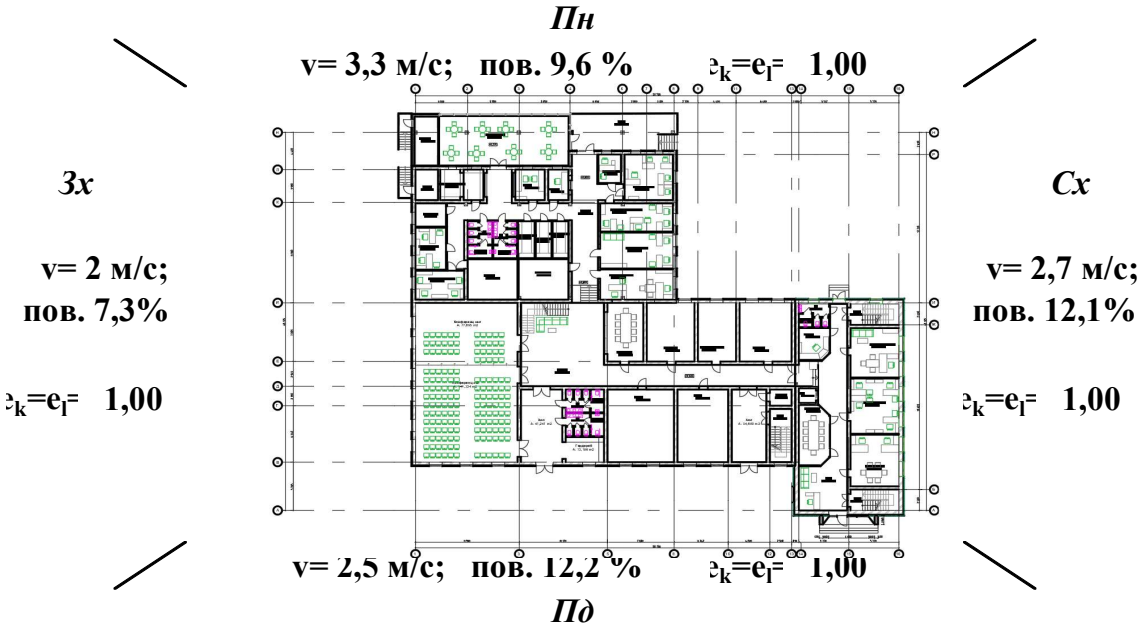
Характеристика об'єкту та географічний пункт будівництва

Місто	Зона вологості	Температура найхолодніші доби tзовн.1, С	Температура найхолоднішої п'ятиденки tзовн.5, С	Опалювальний сезон		Кількість градусо-діб So.c, гр.-діб	Кліматична зона
				Середня температура to.c, С	Тривалість Zo.c, діб		
Ужгород	Н	-22	-18	1,6	162	2657	І

Напрямок і швидкість вітру у січні

Напрямок	Пн	ПнС	Сх	ПдС	Пд	ПдЗ	Зх	ПнЗ
Повторюваність, %	9,6	3,4	12,1	36,9	12,2	3,1	7,3	15,4
Швидкість, м/с	3,3	2,2	2,7	3,2	2,5	2	2	3

Схема розташування приміщень у будівлі та їх орієнтація



Дивись розділ опалення

Характеристика об'єкту та географічний пункт будівництва

Визначається як сума надходження сонячної радіації через вікна та через перекриття:

$$Q_{с.р}=(q_{вік}^{с.р}\cdot A_{вік})+(q_{пер}^{с.р}\cdot A_{пер})$$

$q_{вік}^{с.р}$ - питомі теплонадходження через вікно таб.4.3.[Зінич], Вт/м^2

$q_{вік}^{с.р}$= 193 Вт/м^2

$A_{вік}$ - сумарна площа вікон

$$A_{вік}=n\cdot f_{вік}$$

n - кількість вікон

n = 5 шт.

$f_{вік}$ - площа одного вікна

$$f_{вік}=a\cdot b$$

a, b - відповідно висота та ширина вікна

a = 1,5 м

b = 2,5 м

$$f_{вік}= 1{,}5\cdot 2{,}5 = \mathbf{3{,}8}\ м^2$$

$$A_{вік} = 5\cdot 3{,}75 = \mathbf{18{,}75}\ м^2$$

$q_{пер}^{с.р}$ - питомі теплонадходження через перекриття таб.4.3.[Зінич], Вт/м^2

$q_{пер}^{с.р}$= 0

$A_{пер}$ - площа перекриття

$A_{пер}$= 202 м^2

$$Q_{с.р}= (192{,}6\cdot 18{,}75)+(0\cdot 202)= \mathbf{3620}\ Вт$$

Теплонадходження від штучного освітлення

В якості освітлювальних приладів приймаємо люмінісцентні лампи, теплонадходження яких обчислюємо за формулою

$$Q_{осв}=A\cdot E\cdot q_{ос}\cdot \eta_{ос}$$

A - площа підлоги

Рс **A**= 202 м^2

E - освітленість

E = 500 Люкс.

$q_{ос}$ - питомі виділення теплоти, на 1 Лк освітленості

$q_{ос}$= 0,058 Вт/м^2

$\eta_{ос}$ - коефіцієнт світла перетвореного в теплоту

Рс **$\eta_{ос}$**= 0,55

$$Q_{осв}= 202\cdot 500\cdot 0{,}058\cdot 0{,}55= \mathbf{3230}\ Вт$$

Наджодження шкідливостей від людей в теплий період року

Явна кількість теплоти

$$Q_{л,\ h}=\sum(q_{л,\ h}\cdot n)$$

$\mathbf{q_{л,\ h}}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі $\mathbf{t_{wz}}=$ 20 °C

$\mathbf{q_{л,\ h}}=$ 105 Вт

Розр **n** = 155 люд.

$$Q_{л,\ h(1)}= 105\cdot155= \mathbf{16280}\ \text{Вт}$$

Повна кількість теплоти

$$Q_{л,\ hf}=\sum(q_{л,\ hf}\cdot n)$$

$\mathbf{q_{л,\ hf}}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі $\mathbf{t_{wz}}=$ 20 °C

$\mathbf{q_{л,\ hf}}=$ 204 Вт

n = 155 люд.

$$Q_{л,\ hf(1)}= 204\cdot155= \mathbf{31620}\ \text{Вт}$$

Наджодження шкідливостей від людей в холодний період року

Явна кількість теплоти

$$Q_{л,\ h}=\sum(q_{л,\ h}\cdot n)$$

$\mathbf{q_{л,\ h}}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі $\mathbf{t_{wz}}=$ 20 °C

$\mathbf{q_{л,\ h}}=$ 105 Вт

n = 155 люд.

$$Q_{л,\ h(1)}= 105\cdot155= \mathbf{16280}\ \text{Вт}$$

Повна кількість теплоти

$$Q_{л,\ hf}=\sum(q_{л,\ hf}\cdot n)$$

$\mathbf{q_{л,\ hf}}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі $\mathbf{t_{wz}}=$ 20 °C

$\mathbf{q_{л,\ hf}}=$ 204 Вт

n = 155 люд.

$$Q_{л,\ hf(1)}= 204\cdot155= \mathbf{31620}\ \text{Вт}$$

Обчислювальні величини заносемо в таблицю 5.5

Таблиця 5.5

Джерела теплонадходження	Теплонадходження в періоди року, Вт			
	Теплий		Холодний	
	Явні	Повні	Явні	Повні
Сонячна радіація	3620	3620	-	-
Штучне освітлення	3230	3230	3230	3230
Люди	16280	31620	16280	31620
Всього	19900	35240	19510	34850

Тепловий баланс в приміщенні

За результатами розрахунку складаю баланс шкідливостей. Різниця теплонадходжень та тепловтрат визначається теплонадлишками в приміщенні, які повинні бути компенсовані вентиляційним повітрям.

Знайдені величини приводяться в таблиці 5.5

Таблиця 5.5

Період року	Параметри	Надходження	Втрати	Надлишки	Теплонапруженість $Вт/м^3$
Теплий	Явна теплота	19900	-	19900	15,2
	Повна теплота	35240	-	35240	
Холодний	Явна теплота	19510	12515	19510	14,9
	Повна теплота	34850	12515	34850	

Визначення градієнту температури в приміщенні

Градієнт темпратури - це підвищення температури на 1 м висоти приміщення вище робочої зони

Він залежить від теплонапруженості в приміщенні

Теплонапруженість се величина яка залежить від надходження явної теплоти в приміщення, та від об'єму самого приміщення

$$Q_{тн} = \frac{\Delta Q_{hпр}}{V_{пр}}$$

$V_{пр}$ - об'єм приміщення

$V_{пр} =$ 1313 $м^3$

$\Delta Q_{hпр}$ - явні надлишки теплоти в приміщенні

$\Delta Q_{hпр}^{ТП} =$ 19900 Вт

$\Delta Q_{hпр}^{ХП} =$ 19510 Вт

$$Q_{тн}^{ТП} = \frac{19900}{1313} = 15,2 \ \frac{Вт}{м^3} \qquad Q_{тн}^{ХП} = \frac{19510}{1313} = 14,9 \ \frac{Вт}{м^3}$$

$$Q_{тн}^{ТП} = 15,2 \Rightarrow gradt = 1,2 \ \frac{^oC}{м} \qquad Q_{тн}^{ХП} = 14,9 \Rightarrow gradt = 0,3 \ \frac{^oC}{м}$$

Надходження шкідливостей в приміщення
Вологонадходження в теплий періо року

$$M_в=\sum(m_{вл}\cdot n)$$

$\mathbf{m_{вл}}$ - питомі вологонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі $\mathbf{t_{wz}}=$ 20 °C

$\mathbf{m_{вл}}=$ 140 г/год.

n = 155 люд.

$M_{в(1)}$ 140·155= **21700** г/год

5.2. Вологонадходження в холодний період року

$$M_в=\sum(m_{вл}\cdot n)$$

$\mathbf{m_{вл}}$ - питомі вологонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі $\mathbf{t_{wz}}=$ 20 °C

$\mathbf{m_{вл}}=$ 140 г/год.

n = 155 люд.

$M_{в(1)}$ 140·155= **21700** г/год

5.3. Кількість вуглекислого газу

$$M_{co2}=\sum(M\cdot n)$$

M - питомі надходження CO_2 від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі $\mathbf{t_{wz}}=$ 20 °C

M = 60 г/год.

n = 155 люд.

Розрахункові параметри внут $M_{co2(1)}$= 60·155= **9300** г/год

Приміщення	Період року	Вологонадходження	Виділення вугликислого газу M_{co2} г/год
Конфкркес зала	Теплий	21700	9300
	Холодний	21700	

Побудова процесів обробки повітря при спільній роботі вентиляції та охолодженням у глядацька зала

Розрахунок повітрообміну за санітарними нормами

$$L_{сн}= 3,6\cdot(n\cdot q_р+A\cdot q_в)$$

n - кількість людей в приміщенні

n = 155 люд

$q_р$ - питома витрата повітря на одну людину

$q_р$ = 4 $дм^3$

A - площа приміщення

A = 202 $м^2$

$q_в$ - питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень

$q_в$ = 0,4 $дм^3$

$$L_{сн}= 3,6\cdot(155\cdot4+202\cdot0,4)= 2530 \quad м^3/год$$

$$G_{сн}= L_{сн}\cdot\rho$$

ρ - густина повітря у приміщенні

ρ = 1,205 $кг/м^3$

$$G_{сн}= 2530*1,205= 3050 \quad кг/год$$

Розрахунок повітрообміну на розбавлення до ГДК

$$L_{co2}= \frac{M_{co2}\cdot1000}{1,83\cdot\Delta C}$$

M_{co2} - надходження вугликислого газу в приміщення

M_{co2} = 9300 г/год

ΔC - Допустима концентрація CO_2 в приміщенні

ΔC = 800 ppm

$$L_{co2}= \frac{9300\cdot1000}{1,83\cdot800} = 6480 \quad м^3/год$$

$$G_{co2}= L_{co2}\cdot\rho$$

ρ - густина повітря у приміщенні

ρ = 1,205 $кг/м^3$

$$G_{co2}= 6480*1,205= 7810 \quad кг/год$$

6.3. Розрахунок повітрообміну в теплий період року

• наносимо на i-d діаграму точку EXT, що характеризує параметри зовнішнього повітря;

• визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

$$t_l=t_{wz}+gradt\cdot(H-h_{wz})$$

t_{wz} - температура повітря в робочій зоні

t_{wz} = 20,0 °C

gtadt - зміна температури повітря по висоті приміщення

gtadt = 1,2 °C/м

H - висота приміщення

H = 6,5 м

h_{wz} - висота робочої зони

h_{wz} = 2 м

$$t_l = 20+1,2\cdot(6,5-1,5) = 26,0 \ ^oC$$

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

$$t^ц_{in}=t_{ext}-\theta\cdot(t_{ext}-t_{wz})$$

t_{ext} - температура зовнішнього повітря у найжаркіший день

t_{ext} = 28,1 °C

θ - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника приймається:

θ = 0,65

t_l - температура повітря, що видаляється з приміщення

t_l = 26,0 °C

$$t^ц_{in} = 28,1-0,65\cdot(28,1-20) = 26,8 \ ^oC$$

• з точки ext зовнішнього повітря опускаемося по d=const і на перетині температури після теплообмінника в рекуператорі $t^ц_{in}$ знаходимо точку припливного повітря з центрального кондиціонера;

• визначаємо додаткові навантаження на охолодження припливного повітря, що поступає з центрального кондиціонера:

$$Q^ц_{xi}=0,278\cdot c_p\cdot G_{ext}\cdot(t_{ext}-t_l)$$

c_p - теплоємність повітря

c_p = 1,005 Дж/кг·°C

G_{ext} - розрахункова кількість зовнішнього повітря

G_{ext} = 7810 кг/год

t_{ext} - температура зовнішнього повітря у найжаркіший день

t_{ext} = 28,1 °C

t_l - температура повітря, що видаляється з приміщення

t_l = 26,0 °C

$$Q^ц_{xi} = 0,278\cdot1,005\cdot7810\cdot(28,1-26) = 4590 \text{ Вт}$$

• визначаємо сумарне навантаження теплоти на канальну установку

$$Q_{пі}=0,278\cdot G_{ext}\cdot(I_{ext}-I_{wz})-Q^ц_{xi}+\Delta Q_{hf}$$

G_{ext} - розрахункова кількість зовнішнього повітря

G_{ext} = 7810 кг/год

I_{ext} - ентальпія зовнішнього повітря

I_{ext} = 58,6 кДж/кг

I_{wz} - ентальньпія внутрішнього повітря на перетині φ_{wz} та t_{wz}

I_{wz} = 57,8 кДж/кг

$Q^{ц}_{xi}$ - кількість теплоти, що поступає в приміщення з зовнішнім повітрям

$Q^{ц}_{xi}$ = 4590 Вт

ΔQ_{hf} - повна кількість теплоти, що поступає в приміщення

ΔQ_{hf} = 35240 Вт

$Q_{пі}$= 0,278·7810·(58,6-57,8)-4590+35240 32390 Вт

• визначаємо кут променю процесу зміни стану повітря в приміщенні з урахуванням додаткового навантаження

$$\varepsilon=\frac{3,6\cdot Q_{пі}}{M_{вл}+G_{ext}\cdot(d_{ext}-d_{wz})}$$

$Q_{пі}$ - навантаження теплоти на канальний кондиціонер

$Q_{пі}$ = 32390 Вт

$M_{вол}$ - кількість вологи, що виділяється в приміщення

$M_{вол}$ = 21700 г/год

G_{ext} - розрахункова кількість зовнішнього повітря

G_{ext} = 7810 кг/год

d_{ext} - вологовміст зовнішнього повітря

d_{ext} = 12,2 г/кг

d_{wz} - вологовміст внутрішнього повітря на перетині φ_{wz} та t_{wz}

d_{wz} = 13,0 г/кг

$$\varepsilon=\frac{3,6\cdot 32390}{21700+7810\cdot(12,2-13)} = 7,5 \text{ кДж/г}$$

• визначаємо граничну температура повітря у канальній установці

Температура отепленого холодоносія $t_{wк}$ для водяних систем 12-14 °С

$$t_f=12+1=13 \ ^{o}C$$

На перетині t_f і лінії насичення повітря φ=100 % ставимо точку *f*, що характеризує граничний стан повітря у канальному кондиціонері. Із отриманої точки на лінії насичення проводимо лінію кута променю процесу ε. На перетині цієї лінії з ізотермою t_{wz} отримуємо точку WZ. Визначаємо параметри повітря в робочій зоні.

На лінії, що показує зміну стану повітря в приміщенні, а також процес охолодження повітря в канальному кондиціонері знаходять точку О, що характеризує кінцевий стан осушення і охолодження повітря після доводника при значенні кінцевої відносної вологості повітря φ_o=90 %. Визначаємо параметри повітря в цій точці.

• визначаємо витрату повітря черек канальний фанкоїл

$$G_{кк}=\frac{3,6\cdot Q_{пі}}{(I_l-I_o)}$$

$Q_{пі}$ - навантаження теплоти на канальний фанкоїл

$Q_{пі}$ = 32390 Вт

I_l - ентальпія повітря, що видаляється з приміщення

I_l = 61,3 кДж/кг

I_o - ентальньпія повітря, після охолодження

I_o = 39,1 кДж/кг

$$G_{кк}=\frac{3,6\cdot 32390}{(61,3-39,1)}= \quad 5260 \quad \text{кг/год}$$

• приймаємо 2 канвльний фанкоїл високонапірний Kentatsu KSTU140HFAN3 витратою повітря G= 2738 кг/год

• уточнюємо параметри повітря на виході із канальної установки

$$I^{к}_{in}= I_l-\frac{3,6\cdot Q_{пі}}{G_{ку}}$$

I_l - ентальпія повітря, що видаляється з приміщення

I_l = 61,3 кДж/кг

$Q_{пі}$ - навантаження теплоти на 1 канальний фанкоїл

$Q_{пі}$ = 16195 Вт

$G_{ку}$ - кількість повітря, що проходить через канальну установку

$G_{ку}$ = 2738 кг/год

$$I^{к}_{in}= 61,3-\frac{3,6\cdot 16195}{2738}= \quad 40,1 \quad \text{кДж/кг}$$

6.4. Розрахунок в холодний період року

• наносимо на i-d діаграму точку ext, що характеризує параметри зовнішнього повітря;

• визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

$$t_l=t_{wz}+gradt\cdot(H-h_{wz})$$

t_{wz} - температура повітря в робочій зоні

t_{wz} = 20,0 ^{o}C

gtadt - зміна температури повітря по висоті приміщення

gtadt = 0,3 ^{o}C/м

H - висота приміщення

H = 6,5 м

h_{wz} - висота робочої зони

h_{wz} = 2 м

$$t_l= 20+0,3\cdot(6,5-1,5)= \quad 21,5 \quad ^{o}\text{C}$$

• визначаємо вологовміст повітря, що видаляється

$$d_l= \ d_{ext}+\frac{M_{вол}}{G_{ext}}$$

d_{ext} - вологовміст зовнішнього повітря

d_{ext} = 0,5 г/кг

$M_{вол}$ - вологонадходження в приміщення

$M_{вол}$ = 21700 г/год

G_{ext} - розрахункова кількість зовнішнього повітря

G_{ext} = 7810 кг/год

$$d_l = 0,5 + \frac{21700}{7810} = 3,3 \text{ г/кг}$$

• визначаємо кут променю процесу зміни стану повітря в приміщенні

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot Q_{hf}}{M_{вл}}$$

Q_{hf} - повні теплонадходження в приміщення

Q_{hf} = 34850 Вт

$M_{вол}$ - кількість вологи, що виділяється в приміщення

$M_{вол}$ = 21700 г/год

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot 34850}{21700} = 5,8 \text{ кДж/г}$$

• знаходимо параметри повітря в робочій зоні, по i-d діаграмі

• визначаємо температуру повітря після нагріву в пластинчатому рекуператорі

$$t^r = t_{ext} + \theta \cdot (t_{ext} - t_l)$$

t_{ext} - температура зовнішнього повітря в холодний період року

t_{ext} = -18,0 °C

θ - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника приймається:

θ = 0,65

t_l - температураповітря, що видаляється

t_l = 21,5 °C

$$t^r = -18 - 0,65 \cdot (-18 - 21,5) = 7,7 \text{ °C}$$

Період	Точка	Опис	t,°C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	28,1	58,6	12,2	52
	$in_ц$	припливне повітря центральної установки	26,8	58,2	12,2	55
	f	граничний стан повітря у канальному кондиціонері	13	37	9,65	100
	O	кінцевий стан охолодженого повітря після канального кондиціонера	14,9	39,1	9,9	90
	$in_к$	параметри повітря після охолодження у канальному кондиціонері	15	40,1	9,9	89
	wz	робоча зона	20	54	11,6	55
	l	видаляєме повітря	26,0	61,3	12,5	42
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-18	-16,3	0,5	70
	r	повітря після рекуперації	7,7	9	0,5	9
	in	припливне повітря	13,5	15	0,5	8
	wz	робоча зона	20	28	2,3	12
	l	видаляєме повітря	21,5	30	3,3	12

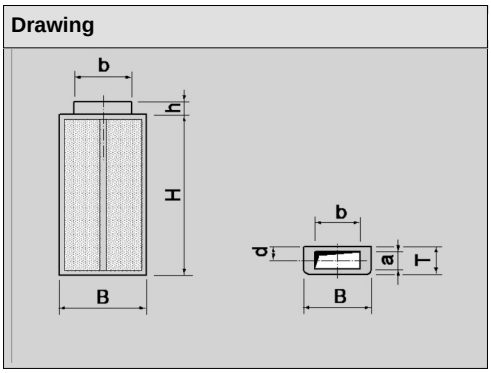
Повітрообмін	G кг/год	L $м^3$/год
Теплий період		
За санітарними нормами	3050	2530
За розбавленням CO_2 до ГДК	7810	6480
Витрата зовнішнього повітря центрального кондиціонера	7810	6480
Витрата повітря в канальному кондиціонері	2738	2272

QL-WFM-EO-0/600x1000x270-480x220/0/0/0/RAL 9010/CH



Attachment position	EO	Rectangular connecting spigot top
Face plate	0	Standard
Size	600	Width B [mm]
Size	1000	Height H [mm]
Size	270	Depth T [mm]
Size	480	Spigot width b [mm]
Size	220	Spigot depth a [mm]
Base	0	without base
Surface	0	Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%
Total amount	1	

Drawing

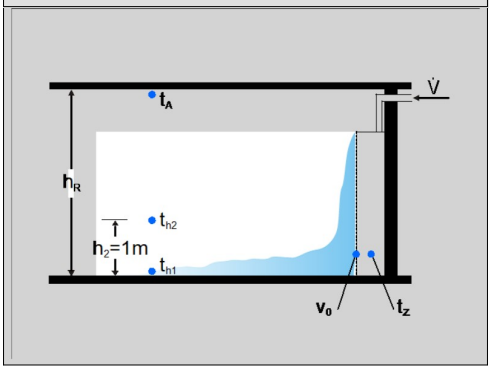


Acoustic results for one diffuser

Δp_t	9	Pa
L_{WA}	32	dB(A)
L_{WNC}	26	

f[Hz]	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L_W	38	36	37	31	25	<15	<15	<15

Functional diagram



Volume flow diffuser	520 m³/h
Non comfort zone	~ 1,70 m
Discharge velocity QL v_0	0,26 m/s
Upstream velocity v_1	1,41 m/s

Temperature

Supply air t_Z	19,0 °C
Extract air t_A	25,0 °C
Temperature difference Δt	6,0 K
Air density ρ	1,20 kg/m³

Description

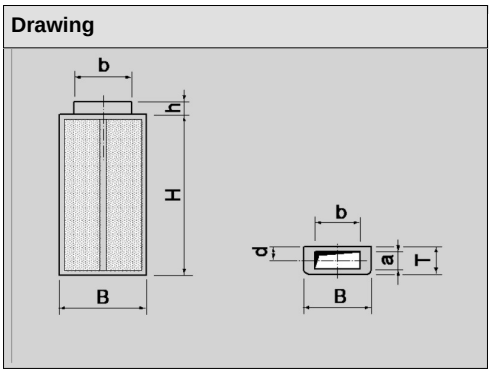
Type QL-WFM-E, one way discharge, for installation on a wall surface, rectangular connecting spigot, also available with base, Air distribution face plate with integral geometrically arranged plastic nozzles with deflection scoops. Every nozzle provides a constant flow rate from the passing airstream and directs it to the face plate. Perforated flat sheet metal face providing a low-turbulence low velocity discharge, galvanised sheet steel, powder-coated, standard colour white RAL 9010 or RAL colour optional, gloss (see order code). Face with high-quality finish: aluminium borders and no visible screws. Rectangular connecting spigot. Option with base.
Plenum box, Spigot and Air distribution face plate galvanised sheet steel, nozzles with deflection scoops is plastic, Perforated flat sheet metal face is galvanised sheet steel, powder-coated

QL-WFM-EO-0/1200x1000x350-900x220/0/0/0/RAL 9010/CH



Attachment position	EO	Rectangular connecting spigot top
Face plate	0	Standard
Size	1200	Width B [mm]
Size	1000	Height H [mm]
Size	350	Depth T [mm]
Size	900	Spigot width b [mm]
Size	220	Spigot depth a [mm]
Base	0	without base
Surface	0	Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%
Total amount	1	

Drawing

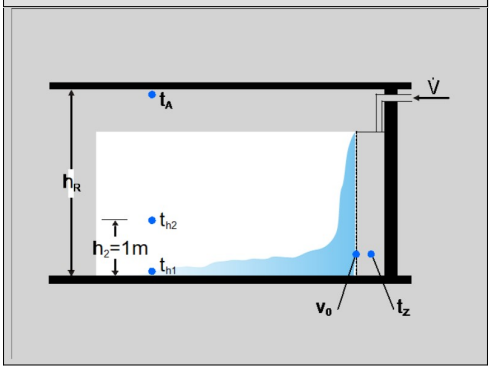


Acoustic results for one diffuser

Δp_t	9	Pa
L_{WA}	29	dB(A)
L_{WNC}	22	

f[Hz]	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L_W	35	33	34	28	20	<15	<15	<15

Functional diagram



Volume flow diffuser	1140 m³/h
Non comfort zone	~ 2,20 m
Discharge velocity QL v_0	0,29 m/s
Upstream velocity v_1	1,65 m/s

Temperature

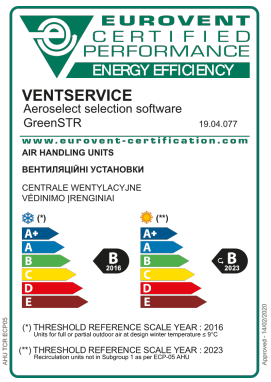
Supply air t_Z	19,0 °C
Extract air t_A	25,0 °C
Temperature difference Δt	6,0 K
Air density ρ	1,20 kg/m³

Description

Type QL-WFM-E, one way discharge, for installation on a wall surface, rectangular connecting spigot, also available with base, Air distribution face plate with integral geometrically arranged plastic nozzles with deflection scoops. Every nozzle provides a constant flow rate from the passing airstream and directs it to the face plate. Perforated flat sheet metal face providing a low-turbulence low velocity discharge, galvanised sheet steel, powder-coated, standard colour white RAL 9010 or RAL colour optional, gloss (see order code). Face with high-quality finish: aluminium borders and no visible screws. Rectangular connecting spigot. Option with base.
Plenum box, Spigot and Air distribution face plate galvanised sheet steel, nozzles with deflection scoops is plastic, Perforated flat sheet metal face is galvanised sheet steel, powder-coated

Ventservice

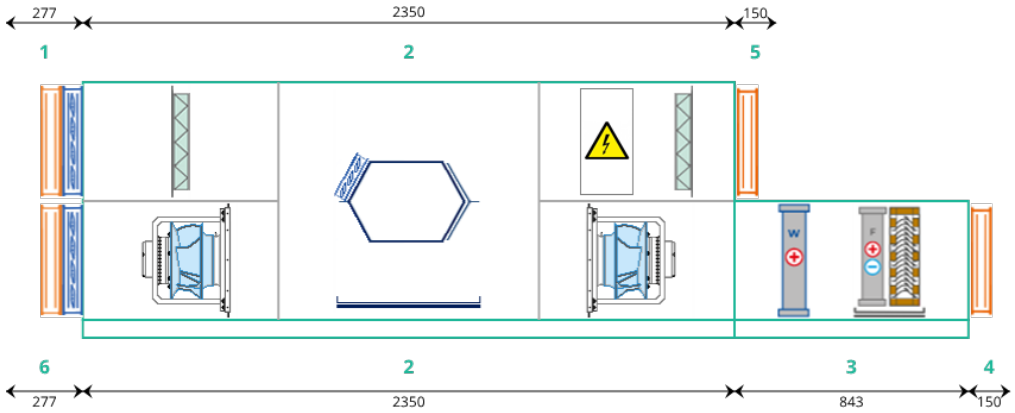
Дата:	**29-04-2025**
Пропозиція №:	**221577**
Підготував:	**Бартощук Сергей**



Про проект:	Блок А+Б Реконструкція майнового комплексу колишнього хлібозаводу для розміщення головного офісу керуючої компанії ТОВ "УК ІП "ФВТ" за адресою вул.Залізнична, 46, м. Перечин, Ужгородський район, Закарпатська область
Опис:	Припливно-витяжна установка Aerostar ПВ2
Замовник:	Петрова Людмила Володимирівна ФОП
Місце:	Перечин, Закарпатська область, Україна
Підготовлено для:	-

Модель: GreenSTR Compact-8 X

ВИТРАТА ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ:	6480	m^3/h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ПРИТОЦІ	300	Pa
ВИТРАТА ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ:	6480	m^3/h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ВИТЯЖЦІ	350	Pa
Швидкість повітря в припливній секції	2.33	m/s	Зимова темп. по проекту	-20	°C
			Швидкість повітря у витяжній секції	2.33	m/s



Ширина:	mm	1430 (Frame 1080)	Висота:	mm	1360 + 120
Ширина дод. секцій:	mm	1130 (Frame 1080)			
Загальна довжина:	mm	3620	Загальна вага:	kg	725

Номінальне електроспоживання: 7.2 кВт + 14.8 кВт(ККБ)

Розміри установки, вага і комплектація - попередні і можуть бути оптимізовані перед замовленням.

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ

Ізоляція	**Мінеральна вата**	Товщина панелей	**50 mm**
Дах	**без даху**	Внутрішня панель	**З оцинкованої сталі**
Сторона обслуговування	**Права**	Зовнішня панель	**З пофарбованої оцинкованої сталі RAL7024**
Сторона підключення	**Права**	Внутрішні деталі	**З оцинкованої сталі**
		Рама 120 мм	

Eurovent data:

Температурний діапазон установки:	-30/50	°C	Швидкість повітря в секції фільтра:	2.3/2.3	m/s
Model box:	GreenSTRMB3		Зимова темп.зовн.повітря:	-20	°C
Air density:	1.2	kg/m^3	Коеф.теплопередачі:	T2	
Мех. міцність корпусу:	D2(M)		Теплові містки:	TB3	
Байпас фільтра:	F9(M)				

"Vent-Service" LLC - 230 office, 95(A2) Vidradnyi Avenue, Kiev 03061 Ukraine
- Phone: +380978079746 - Fax: -
- E-mail: bartoschuk@aerostar.ua

Термін дії пропозиції: 30 днів

1 **Кінцевий елемент**

Вхідна секція з переднім клапаном

Регулюючий клапан, розміри L1030xH580 мм, витрата повітря 6480 m³/h, Кількість штоків - 1

З гнучкою вставкою

2 **Синтетич. / Метал. Фільтр**

Тип - Касетний фільтр, плісований синтетичний/металевий

Виробник: Aerostar

G4(ISO Coarse 70%) N°4 592 x 287 x 48 mm

Площа фільтраційного матеріалу 1.9 м²

Клас енергоефективності фільтра: E

Витрата повітря 6480 м³/год

Падіння тиску на чистому фільтрі 98 Pa

Розрахункове падіння тиску на фільтрі 124 Pa

Втрата тиску забруд. фільтру 150 Pa

2 **Синтетич. / Метал. Фільтр**

Тип - Касетний фільтр, плісований синтетичний/металевий

Виробник: Aerostar

G4(ISO Coarse 70%) N°4 592 x 287 x 48 mm

Площа фільтраційного матеріалу 1.9 м²

Клас енергоефективності фільтра: E

Витрата повітря 6480 м³/год

Падіння тиску на чистому фільтрі 98 Pa

Розрахункове падіння тиску на фільтрі 124 Pa

Втрата тиску забруд. фільтру 150 Pa

2 **Пластинчатий рекуператор**

N°1 REC+95-1000-31

Витрата приточного повітря	**6480**	**m³/h**	**Витрата витяжного повітря**	**6480**	**m³/h**
			Зимові умови		
Температура повітря на вході	-20	°C	Температура повітря на вході	18	°C
Відносна вологість на вході	80	%	Відносна вологість на вході	52	%
Температура повітря на виході	13.43	°C	Температура повітря на виході	-4.89	°C
Вологість повітря на виході	6.45	%	Вологість повітря на виході	95.58	%
Витрата тиску	217	Pa	Втрата тиску на викиді	316	Pa
Зовнішня в.т. (ρ повітря 1.2 кг/м3)	276	Pa	В.т. на викиді (ρ повітря 1.2 кг/м3)	319	Pa
Швидкість повітря	2.66	m/s	Швидкість повітря	2.49	m/s
Ефективність рекуперації	72.61	kW	ККД	76/77	%
OACF	1.0		ККД по волозі	88/60	%
EATR	0.0	%	Кількість конденсату	32	кг/год
ККД (сухий) для збалансованого об'єму повітря (EN 308)	76.37	%			
			Літні умови		
Температура повітря на вході	35	°C	Температура повітря на вході	24	°C
Відносна вологість на вході	40	%	Відносна вологість на вході	51	%
Температура повітря на виході	26.59	°C	Температура повітря на виході	32.38	°C
Вологість повітря на виході	64.59	%	Вологість повітря на виході	31.33	%
Витрата тиску	299	Pa	Втрата тиску на викиді	282	Pa
Зовнішня в.т. (ρ повітря 1.2 кг/м3)	276	Pa	В.т. на викиді (ρ повітря 1.2 кг/м3)	276	Pa
Швидкість повітря	2.78	m/s	Швидкість повітря	2.83	m/s
Ефективність рекуперації	18.85	kW	ККД	76/76	%
ККД вологості літо для збалансованого об'єму (EN 308)	0	%	ККД по волозі	76/76	%

Пластинчатий рекуператор з алюм. листів

з корпусом із Алюмінія

З клапаном байпасу, розміри W1275xH600 мм, Кількість штоків - 1

Зовнішня в.т. (ρ повітря 1,2 кг / м3) при відкритому байпасі в літній період менша на 10%.

Піддон з ухилом з оцинкованої пофарбованої сталі

Зовнішній діаметр дренажного патрубка 22 мм

"Vent-Service" LLC - 230 office, 95(A2) Vidradnyi Avenue, Kiev 03061 Ukraine
- Phone: +380978079746 - Fax: -
- E-mail: bartoschuk@aerostar.ua

Термін дії пропозиції: 30 днів

РОЗДІЛ 6
ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

Студент / Купріянов І. С. /

Консультант / Сенчук М.П. /

6.1 Монтаж систем вентиляції і аспірації

Загальні положення

Монтаж вентиляційних систем виконують у такій послідовності [1-4]:

- установлення вентиляційного обладнання, до якого повітропроводи приєднують безпосередньо (вентилятори, кондиціонери, циклони, відсмоктувачі, зонти над обладнанням, припливні насадки тощо);

- збирання і монтаж прямих ланок та фасонних частин повітропроводів укрупненими блоками;

- монтаж переходів, шиберів і засувок, кожухів, зонтів над викидними патрубками, гнучких вставок;

- установлення вентиляційного обладнання, до якого повітроводи безпосередньо не приєднують (фільтри, калорифери, дефлектори, покрівельні вентилятори). Перед монтажем відцентрових вентиляторів повинні бути встановлені віброізолюючі підставки.

Монтаж припливних камер полягає в послідовному приєднанні й установлені типових секцій і камер на підставки чи на готові фундаменти

Монтаж повітроводів починають, як правило, від вентилятора. Укрупнені блоки довжиною 6…13 м збирають на підлозі на місці монтажу з окремих ланок повітроводів, вузлів і деталей, виготовлених і укомплектованих на заготівельному заводі.

Піднімання блоків на проектну відмітку здійснюють за допомогою ручних лебідок чи інших підйомних пристроїв. Після перевірки змонтованого блоку встановлюють постійне кріплення повітропроводів.

Монтаж вентиляційного обладнання, до якого повітроводи безпосередньо не приєднуються, можна виконувати одночасно з монтажем інших елементів і вузлів системи вентиляції.

Методи організації будівельно-монтажних робіт :

1) послідовний;

2) паралельний;

3) послідовно-паралельний;

4) потоковий.

Послідовний метод

Кожний комплекс робіт виконується послідовно виконується один за одним.

Перевавага – рівномірність завантаження робітників та споживання матеріально-технічних ресурсів.

Недоліки – велика тривалість будівництва: $T = t_{ц} * m$, дні,

де m – кількість захваток, які характеризуються однаковими за обсягами трудозатратами на виконання робіт, шт;

$t_{ц}$ – тривалість виконання робіт на захватці, дні.

Паралельний метод

Кожний комплекс будівельно-монтажних робіт (БМР) виконується одночасно.

Перевага – короткий термін будівництва: $T = t_{ц}$, дні.

Недоліки – максимальна інтенсивність використання матеріально-технічних ресурсів та висока чисельність робітників:

$n = n_{р} * m$, люд,

де $n_{р}$ – кількість робітників, що працюють на захватці, люд.

Послідовно-паралельний

Цей метод поєднує послідовний і паралельний методи.

У цьому випадку деякі окремі роботи виконуються паралельно (одночасно), а основна частина робіт (за технологічною необхідністю) послідовно.

Потоковий метод

Тут, послідовне виконання однорідних технологічних процесів на різних об’єктах (захватках) і паралельне виконання різнорідних процесів на окремих об’єктах (захватках).

Інтенсивність споживання ресурсів рівномірна на одному об’єкті (захватці). Інтенсивність споживання ресурсів – відношення обсягу робіт до планової тривалості їх виконання.

Термін будівництва сукупності захваток більший ніж при паралельному методі, але меншим ніж при послідовному методі.

Для монтажу систем вентиляції та аспірації обираємо послідовно-паралельний метод організації БМР.

Календарний план (графік) – це один із основних документів організації будівельно-монтажного виробництва, у якому встановлюють технологічну послідовність виконання робіт, їх взаємне ув’язування виконання в часі і просторі, терміни виконання різних робіт та потребу в трудових, технічних, матеріальних і фінансових ресурсах.

Сіткове планування – це графічне зображення процесів (робіт), виконання яких необхідне для досягання однієї або декількох поставлених задач, із вказуванням взаємозв’язків та взаємозалежностей між цими процесами.

6.2 Календарне планування монтажу вентиляції і аспірації

Вихідні дані для складання календарного плану монтажу вентиляції і аспірації (стор. 4-7)

Терміни будівництва встановлені директивно за згодою сторін замовника і виконаця.

Календарний план будівництва вентиляції і аспірації (див. аркуш А1 №1) складається з двох частин [2, 5, 6]:

1) розрахункової – шифр робіт, перелік робіт, обсяг робіт, нормативний документ, норми часу на одиницю виміру, трудозатрати, число змін, кваліфікаційний склад бригади чи ланки, чисельність робітників в зміну, планова тривалість робіт, відсоток виконання норми;

2) графічної: лінійний, сітковий графіки і графік зміни чисельності робітників.

Порядок розробки календарного плану:

1) Визначаємо номенклатуру (перелік) робіт із встановленням їх технологічної послідовності;

2) Розраховуємо обсяги робіт;

3) Визначаємо методи виробництва кожного виду робіт і підбираємо механізми;

4) Розраховуємо трудомісткість і машиномісткість робіт;

5) Встановлюємо змінність робіт;

6) Визначаємо тривалість робіт кожного виду;

7) Розраховуємо склад бригад і ланок;

8) Розробляємо графічну частину плану;

9) Коригуємо календарний графік за термінами виконання будівництва.

Перелік робіт складають в технологічній послідовності їх виконання.

Обсяги робіт.

Беремо з вихідних даних і визначаємо за ДБН 2.2-20-99 норми часу для певних робіт

Трудомісткість і машиномісткість розраховуємо за нормативними витратами часу.

Число змін вибираємо залежно від виду та методу виконуваних робіт. Виконання монтажу внутрішніх систем приймаємо одну зміну.

Чисельність робітничих кадрів та кількість будівельних машин чи механізмів приймаємо за такими умовами:

а) обсягу робіт;

б) наявного фронту робіт;

в) наявності робітників і будівельних машин, механізмів, оснащення;

г) вимог до техніки безпеки.

Професійний склад ланки (бригади) приймаємо з урахуванням нормативних документів: за середнім розрядом, наведеним в ресурсних елементних кошторисних нормах, відомчих та інших вимог.

Тривалість робіт визначаємо за трудозатратами виконуваних робіт.

Прийняття планової тривалості виконання робіт та відповідне виконання норми здійснюється: з урахуванням можливого росту продуктивності праці, тобто планового рівня перевиконання норм, зниження продуктивності праці робітників залежно від прийнятої змінності виконання

робіт, з урахуванням впливу місцевих умов, метеорологічних особливостей будівництва та ін.

Побудова графіків лінійного виконання робіт та зміни чисельності робітничих кадрів

Лінійний графік виконання робіт.

Графік робіт є лінійним зображенням технологічного процесу.

Кожній роботі відповідає лінія, довжина якої рівна тривалості виконання даного процесу. Під лініями вказуємо тривалість роботи і кількість робітників, залучених до виконання робіт. Початок та завершення кожного виду робіт на графіку приймаємо за технологічною послідовністю процесу виконання робіт, їх тривалістю, а також з урахуванням методів організації монтажних робіт.

На підставі лінійного графіка календарного плану складаємо графік зміни чисельності робітничих кадрів на об'єкті і розраховуємо коефіцієнт нерівномірності зміни чисельності робітничих кадрів на об'єкті (за графіком) – відношення максимального числа робітників $n_{макс}$ до середньої кількості робітників $n_{сер}$ за весь період будівництва. Середню кількість робітників розраховуємо за відношенням сумарних витрат праці на загальну тривалість будівництва. Рекомендована величина коефіцієнту рівномірності зміни чисельності робітничих кадрів на об'єкті: 1,1…1,5.

Розрахунковий коефіцієнт зміни чисельності робітників на об'єкті під час монтажу систем вентиляції і аспірації дорівнює:

$К_р = n_{р\ макс}/n_{р\ сер} = 1,5$,

де $n_{р\ макс} = 26$ роб.,

$n_{р\ сер} = (n_1*t_1 + n_2*t_2 + \ldots + n_i*t_i)/ T_{буд} = 17,14$ роб.

Сіткове планування монтажу систем вентиляції і аспірації

За лінійним графіком з урахуванням технологічної послідовності виконання робіт та послідовно-паралельного методу монтажу розробляємо сітковий графік.

Встановлюємо критичний шлях на графіку, на якому розміщуємо виконання робіт за технологічною послідовністю, які мають виконуватися першочергово порівняно з іншими роботами. Крім того, сумарна тривалість виконання всіх робіт на критичному шляху не повинна перевищувати задану тривалість будівництва (*T*кр).

Роботи показуємо у вигляді ліній (прямих або ломаних) із стрілками у напрямку послідовності технологічних процесів.

1) суцільними – реальні роботи і роботи-очікування;
2) пунктирними - фіктивні роботи;
3) жирними або подвійними – критичні роботи.

Встановлюємо події на сітковому графіку, починаючи з вихідної події і закінчуючи завершальною (цільовою) подією.

Побудова графіка сіткового «в масштабі часу» виконання монтажних робіт

Графік будуємо на масштабній сітці з календарною лінійкою, на якій вказуємо календарні дати робочих днів за місяцями будівництва та робочі дні. На одну з горизонтальних ліній наносимо роботи, що лежать на критичному шляху. Далі зображуємо фіктивні (залежності) роботи, для яких відсутні витрати часу і ресурсів.

Всі інші роботи розміщуємо за параметрами ранніх початків робіт за можливості на лініях, паралельних критичному шляху або нахилених без

перетинання між собою. Критичний шлях виділяється жирною або подвійною лінією. Фактичні роботи показують суцільними звичайної товщини лініями, а резерви вільного часу - тоншими суцільними лініями. Фіктивні (залежності) роботи зображають пунктирними лініями.

За сітковим графіком «в масштабі часу» проводимо розрахунок в табличній формі для визначення ранніх і пізніх термінів початку і закінчення робіт.

Результати розрахунків календарного планування, побудовані графіки: лінійний, зміни чисельності робітників на об'єкті і сітковий графік, таблиця розрахунку параметрів сіткового графіка наведено на аркуші 1.

6.3 Монтажне проєктування креслення двотрубної горизонтальної системи водяного опалення.

Загальні положення.

Монтаж системи опалення житлового будинку виконують у такій послідовності:

1) Розмітка траси прокладання трубопроводів, місць установки кронштейнів чи підставок для монтажу опалювальних приладів, шафових конструкцій для поверхових розподільників;

2) Монтаж кріплень для труб, опалювальних приладів та шафових конструкцій;

3) Установка радіаторних блоків (або радіаторів), вузлів поверхових розподільників;

4) Монтаж вертикальних розподільних трубопроводів з підключенням вузлів поверхових розподільників;

5) Монтаж приладових віток: а) у випадку прокладання в товщі підлоги - по підготовці підлоги в захисному кожусі («труба в гофрованій трубі - peszel») або ізоляції, наприклад, з гофрованого поліетилену; б) зовнішнє прокладання трубопроводів виконують із застосуванням рухомим і нерухомих опор та кріплень для арматури;

6) Приєднання трубопроводів приладових віток до підводок опалювальних приладів, перевірка стану рухомих і нерухомих опор при зовнішньому прокладанні;

7) Проведення гідравлічних випробувань окремих частин системи на щільність тиском більшим за робочий в 1,5 рази, але не вище допустимого для окремих елементів відповідно до затвердженої керівником організації виконавця програми випробувань;

8) Заливка бетонним розчином з пластифікатором класу ZE-20 на приблизно 50 мм над поверхнею труб (труби під час заливки повинні бути під гідравлічним тиском не менше 3 атм, рекомендується до 6 атм);

9) Проведення кінцевих гідравлічних випробувань системи в цілому тиском більшим за робочий в 1,5 рази, але не вище допустимого для окремих елементів після затвердіння бетону підлоги (тобто, більше 21-28 днів);

10) Пуск системи виконується при початковій температурі теплоносія близько 20 ºС з подальшим підвищенням температури кожного наступного дня (для підлогового опалення рекомендується підвищувати температури на величину до +5 ºС кожного наступного дня експлуатації.

У склад монтажного креслення системи входить: монтажна аксонометрича схема, комплектувальна відомість на вузли та деталі, комплектувальна відомість на вироби.

Монтажну аксонометричну схему виконуємо у вигляді ескізу однією лінією без масштабу, але зі збереженням пропорцій величин окремих елементів, які зображають відповідно до умовних позначень.

Найбільш складні у виготовленні монтажі вузли обв'язки опалювальних приладів зображено у більшому масштабі з необхідною для виготовлення деталізацією.

На монтажних схемах позначаємо:

▪ деталі, розбивку на елементи та окремі вузли, їх нумерацію та способи з'єднання, які зображають відповідно до стандартних умовних позначень;

▪ діаметри труб;

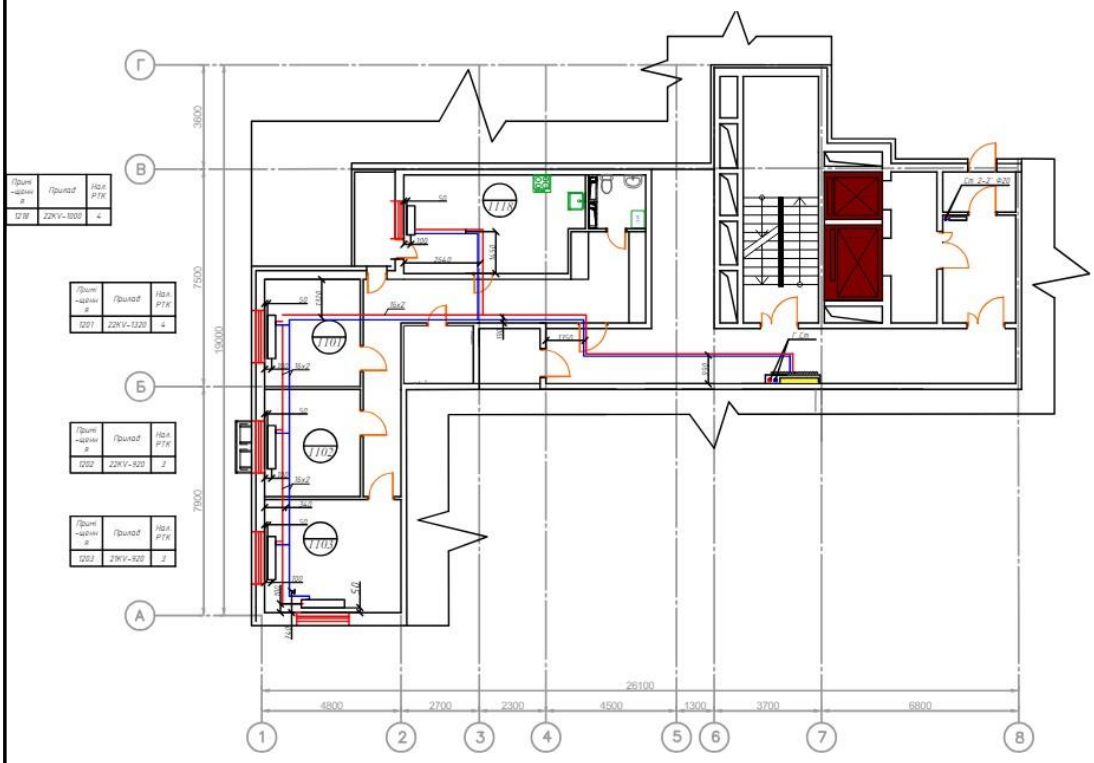
▪ відмітки, уклони прокладання трубопроводів;

▪ будівельні довжини елементів чи вузлів (на ескізах окремих деталей монтажні довжини).

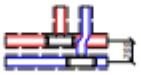
▪ арматуру, прилади чи обладнання, які приєднані до деталей чи вузлів.

▪

Монтажний план приладової вітки



Комплектувальна відомість на деталі, фасонні елементи

№ за схемою	Найменування вузла, деталі	Ескіз деталі	К-ть	Діаметр деталі, d_y, мм	$l_{поз}$, м	Матеріал	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8
1-3	Вузол поверхового розподільника	-	1	-	-	-	-
2-3	Трубний радіаторний вузол, праве підкл.	-	4	-	-	-	-
3-3	Трубний радіаторний вузол, ліве підкл.	-	1	-	-	-	-
1	Кутик під кутом 90°		7	16×2	-	-	P7116 00
2	Приєднувальний вузол без змішування потоків		1	16×2	-	-	
3	Труба металопластикова		2	16×2	7.12	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
4			2		1,3	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
5			2		3,61	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
6			2		2,97	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
7			2		2,26	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
8			2		6,7	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
9			2		0,2	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
10			2		3,74	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
11			2		3,85	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
12			2		1,66	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
13			2		0,76	Металопластик	HERZ PE-RT/AL/PE-HD 16X2
16	теплоізоляція із спученого поліетилену Thermaflex, 13 мм		1.0	Для труби ф16		спучений поліетилен Thermaflex	Розрізається на місці монтажу

Комплектувальна відомість на типові вироби

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

Специфікація на основні матеріали

N п/п	Найменування	Один. виміру	Кількість	Маса, кг		Примітка
				одиниці (1 п.м.)	загальна	
1	2	3	4	5	6	7
1	Труба металопластикова 16x2	м	34,15	0,079	2,698	Herz PE-RT/Al/PE-HD
2	теплоізоляція із спученого поліетилену Thermaflex	м	34,15	0,047	1,605	Thermoflex Ultra M, 13мм

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Студентка / Купріянов І.С. /

Консультант / Клімова І.В. /

7.1 Основні завдання охорони праці

Під час будівництва об’єктів обов’язково повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення, яке перебуває на прилеглих до будівельного об’єкта території, небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Життя і здоров’я людини є пріоритетом, тому метою розділу «Охорона праці і навколишнього середовища» є розроблення питань щодо створення безпечних і здорових умов праці в виробничому приміщенні, на робочих місцях та в робочих зонах; запобігання можливості отримання виробничих травм, професійних захворювань, отруєнь, пожеж, вибухів, аналіз впливу проектних рішень на навколишнє середовище.

Основні завдання охорони праці:

- Проектування підприємств, технологічних процесів і конструювання обладнання з обов’язковим дотриманням вимог охорони праці;
- Знаходження оптимальних співвідношень між різними факторами виробничого середовища, що дозволяє забезпечити мінімум несприятливого впливу на здоров’я працівників;
- Встановлення, законодавче оформлення визначених норм для кожного з несприятливих або небезпечних факторів, постійний контроль за їх застосуванням;
- Розроблення конкретних заходів для покращення умов праці та забезпечення безпеки на робочому місці, використовуючи передові наукові та технічні досягнення у виробництві.
- Застосування раціональних засобів для захисту працівників від негативного впливу виробничого середовища, а також впровадження організаційних заходів, які зменшують ступінь цього впливу на організм людини.

Розробка та використання методів і засобів оцінки ефективності заходів з охорони праці, які плануються і виконуються.

Під час виконання робіт на людину діють шкідливі та несприятливі чинники (наприклад шум, пил, гази, пари, шкідливі речовини, тощо). Вони можуть призвести до захворювань і втрати працездатності. Для усунення причин, умов і чинників, які мають негативний вплив на здоров'я людини, розробляються науково-організаційні, санітарно-гіггієнічні заходи, для покращення умов праці і підвищення працездатності на всіх стадіях технологічного процесу.

Шкідливі і небезпечні виробничі чинники поділяються на чотири групи:

- Фізичні, до них відносяться: елементи машин і механізмів; недопустима температура машин; обладнання і повітря в робочій зоні; недопустимий рівень шуму; підвищений рівень вібрації; різні види випромінювання; підвищена напруженість електричного поля; незадовільна освітленість робочих місць; будівельні роботи на великій висоті відносно рівня землі;
- Хімічні, до них відносять: токсичні речовини, які застосовують для будівельних робіт або які знаходяться в будівельних матеріалах;
- Біологічні – різні мікроорганізми;
- Психофізіологічні – фізичні навантаження (наприклад, підйом і перенесенні вантажу у процесі робіт), нервово-психічні перевантаження, емоційні, монотонність праці та інші.

7.2 Небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів наведений у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерела виникнення факторів (види робіт)	Кількісна оцінка (допустимий параметр, чинний норматив)	Нормативні документи
1	2	3	4
Метрологічні умови виробничого середовища	Монтаж конструкцій, експлуатація систем	t= 20-22 °С ϕ = 60-40% V=0,2-0,4 м/с	ДСН 3.3.6.042-99

Освітлення робочих зон	Монтаж санітарно-технічних конструкцій, опоряджувальні внутрішній та зовнішні роботи	30 лк 30 лк 50 лк 30 лк	 ДСТУ Б А.3.2-15:2011
Виробничий шум	Роботи з будівельним інструментом, механізмами, експлуатація машин	< 80дБ А < 80дБ А < 80дБ А	ДСН 3.3.6-037-99 ДБН В.1.2 10: 2021
Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	ДБН В.1.1-7:2016 ДБН В.1.2-7:2021
Шкідливі речовини	Зварювальні – ацителен; Опоряджувальні - ацетон	ГДК 300 мг/м^3 ГДК 300 мг/м3	Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020
Ураження електричним струмом	Електромонтажні, Зварювальні, Освітлення Машини і механізми	220 В 380 В 220 В 220 В, 380 В	ДСТУ Б В.2.5-82:2016 ДБН А.3.2-2-2009
Падіння з висоти людини	Монтажні роботи А) зовнішні Б) внутрішні	Н = 37,7 м Н=37,7 м Н=4,4 м	НПАОП 0.00-1.80-18
Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	Монтажні, Покрівельні, Опоряджувальні А) зовнішні Б) внутрішні	Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 4,4 м	 НПАОП 0.00-1.80-18

Метрологічні умови виробничого середовища

Метрологічні умови виробничого середовища мають досить суттєвий вплив на стан організму працівника та його процездатність.

Клімат внутрішнього середовища виробничого приміщення визначається показниками температури, відносної вологості, швидкості руху повітря та теплового випромінювання нагрітих поверхонь. Під час праці

людина взаємодіє з тепловим середовищем.

При оптимальних мікрокліматичних умовах в організмі працівника підтримується стала температура тіла (36,6 °С) завдяки терморегуляції.

Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі залежить від мікрокліматичних умов виробничого середовища. Тепло віддається через випромінювання та випаровування вологи з поверхні шкіри. При низькій температурі повітря і великій швидкості його руху організм віддає більше тепла. При високій температурі повітря значна частина тепла втрачається через випаровування.

Досить великий вплив на самопочуття та працездатність людини має вологість повітря. Висока вологість зменшує віддачу тепла через випаровування. Підвищення вологості погіршує процес тепловіддачі. Занадно низька вологість призводить до виникнення проблем з дихальними шляхами.

Тепловіддача з поверхні шкіри залежить від швидкості руху в робочій зоні. Рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. Різкі коливання температури можуть призвести до простудних захворювань.

Завдання роботодавця полягає у створенні на робочому місці оптимальних або прийнятних мікрокліматичних умов для збереження здоров'я працюючих.

Оптимальні і допустимі значення цих показників встановлюються для робочого середовища з урахуванням важкості робіт, які виконуються та періоду року.

Робітникам видається теплий спецодяг для запобігання переохолодження. Він повинен бути повітро- та вологопроникним та зручним. Для захисту голови та запобігання травм голови працівникам необхідно використовувати каски. Для захисту очей використовують окуляри, а для обличчя – маски з відкидним прозорим екраном. Під час опадів робітники захист робітників досягається використанням плащів та гумових чобіт. При роботах на відкритому повітрі в холодний період року встановлюється режим роботи, при якому наявні періодичні перерви для підігріву в спеціальних

приміщеннях. Всі роботи на відкритому повітрі при швидкості вітру більше 15 м/с в умовах низьких температур заборонено за ДБН А.3.2-2-2009 [22].

Для внутрушніх робіт також необхідно організувати сприятливий мікроклімат. Для цього потрібно організувати необхідний повітрообмін в приміщенні шляхом провітрювання.

Освітлення робочих зон

Правильне освітлення і рівномірне розподілення світла на робочих місцях є одним із чинників зниження виробничого травматизму. Освітлення повинно бути рівномірним і достатнім для здійснення робочих процесів.

У виробничих умовах використовують три види освітлення: природне, штучне і змішане.

Найкориснішим для зору людини є природне освітлення.

Якщо недостатньо денного світла, а також в сутінках і вночі, необхідно забезпечити достатнє штучне освітлення.

Яскравість або інтенсивність-це основний параметр штучного освітлення. Крім інтенсивності, важливим фактором є ріномірність освітлення. Визначення рівномірності освітлення полягає увідношенні найменшої освітленості до середньої освітленості на поверхні, але не повинно перевищувати 1:5.

Рівномірність штучного освітлення значно залежить від розташування ламп.

З точки зору рівномірності освітлення, системи поділяються на:

- загальне освітлення - лампи розташовані симетрично на стелі місцеве освітлення - лампи розташовані на робочому місці- комплексне (змішане) освітлення - поєднання двох вищезазначених систем.

Найбільш сприятливим для очей людини з точки зору рівномірності є загальне освітлення, але воно не є економічно вигідним.

На робочій поверхні необхідно забезпечити рівномірне розподілення

яскравості, оскільки нерівномірне освітлення може призвести до стомлення зору через постійну переадаптацію очей під час роботи. Для ділянок, де встановлюється система вентиляції та опалення, також потрібно забезпечити рівномірне освітлення з освітленістю не менше 30 лк, згідно з [13].

Освітлення будівельного майданчика та індивідуальних, особливо нестаціонарних робочих місць, повинно бути розроблене з урахуванням можливості вільного переміщення працівників по всій території та чіткого бачення об'єктів візуальної роботи під час виконання робіт.

Виробничий шум

Шум - це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, що виникають в результаті коливання частинок у пружних середовищах (твердих, рідких, газоподібних). Шумом також вважають будь-який небажаний для людини звук. Важливою характеристикою шуму є його частотний склад. Якщо в складі шуму переважають звуки з частотою коливань до 400 Гц, такий шум називається низькочастотним, якщо переважають звуки з частотою 400 – 1000 Гц – середньочастотним, якщо понад 1000 Гц – високочастотним.

Низькочастотний шум інтенсивністю до 100 дБ не викликає відчутної несприятливої дії на орган слуху; для середньочастотного шуму ця норма складає 85 – 90 дБ згідно з [14, 15] ; для високочастотного – 75 – 85 дБ згідно з [14, 15]. Несприятливі суб’єктивні відчуття і вплив на організм людини зумовлює високочастотний шум.

Шум підступний, його шкідливий вплив на організм відбувається незримо, непомітно. Організм людини проти шуму практично беззахисний.

Шумовий вплив на організм людини переважно пов'язаний з використанням нового, високопродуктивного обладнання, механізацією або автоматизацією робочих процесів, що передбачають роботу з різними верстатами та агрегатами. Джерелами шуму можуть бути двигуни, насоси, компресори,

пневматичні та електричні інструменти, молоти, дробарки, верстати, центрифуги та інше обладнання, яке має рухомі деталі.

Основними засобами боротьби із шумом є: використання малошумних технологічних процесів та устаткування; дотримання правил технфчної експлуатації; проведення планових оглядів та ремонтів; своєчасне проходження працівниками медичних оглядів; застосування засобів індивідуального захисту (вкладки, втулки, навушники, шоломи та інше).

Пожежна безпека

На будівельному майданчику дотримуються вимог Закону України "Про пожежну безпеку" [22] та інших нормативних актів з цієї сфери. Роботодавець має зобов'язання призначити особу, яка буде відповідальна за дотримання правил пожежної безпеки працівниками на будівельному майданчику.

На кожному об'єкті необхідно мати інструкції з пожежної безпеки та інструкції для всіх приміщень, які є вибухопожежонебезпечними або пожежонебезпечними (дільниці, цехи, склади тощо). Працівники можуть розпочати роботу лише після проходження інструктажу з пожежної безпеки, а у разі зміни характеру роботи - після додаткового інструктажу. Залежно від особливостей будівельного майданчика, розмірів та умов експлуатації приміщень, наявного обладнання і кількості робочих місць, а також максимально можливої кількості працівників, необхідно мати достатню кількість первинних засобів пожежогасіння.

Усі будівлі, що будуються, тимчасові споруди, підсобні приміщення, будівельні майданчики тощо повинні мати первинні засоби пожежогасіння, засоби контролю та оперативного оповіщення у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Кількість, розташування, розміри шляхів евакуації і виходів визначаються залежно від характеру робіт, розмірів і облаштування будівельного майданчика

і приміщень, а також від максимально можливої кількості осіб, які там можуть перебувати. Шляхи евакуації повинні бути вільними від сторонніх предметів і якнайкоротшими до евакуаційних виходів, які повинні бути позначені знаками пожежної безпеки. На будівельних об'єктах забороняється закривати на замки двері евакуаційних виходів під час перебування людей. Шляхи евакуації повинні бути обладнані автоматичними аварійними джерелами світла. Обов'язково повинен бути захист будівлі від блискавки.

Всі системи опалення, вентиляції та кондиціонування в будівлі мають проектні рішення, які включають противибухові та протипожежні заходи відповідно до вимог норм та правил.

Шкідливі речовини

Під час монтажу сантехнічних систем основним джерелом виділення шкідливих газів є зварювальні роботи. Під час цих робіт виникає значна кількість шкідливих оксидів. Щоб уникнути негативного впливу цих газів на організм працівників, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. Також важливо слідкувати за природним видаленням шкідливих речовин та їх асиміляцією до допустимих норм.

Ураження електричним струмом

Електроустаткування становить потенційну небезпеку для життя та здоров'я людини. Основними причинами появи виробничого травматизму електричним струмом є випадковий дотик до неізольованих електропроводів, несправного електроінструменту та механізмів, робота без засобів індивідуального захисту, несправність мережі заземлення, порушення правил техніки безпеки.

Небезпечні струмовідні частини електроустановки повинні бути недоступні для випадкового прямого дотику.

Необхідно забезпечити достатні заходи захисту від ураження електричним струмом під час виготовлення електрообладнання або монтажу електроустановки.

Захисне заземлення - це намірене електричне з'єднання певної точки електричної мережі, металевих непровідних частин електроустановки або обладнання, які можуть бути під напругою через пошкодження ізоляції з зонами розтікання, з метою забезпечення безпеки від електричного струму. Щоб забезпечити швидке відведення струму в землю та уникнути накопичення електричної енергії, заземлення повинно мати низький опір. Заземлення повинно забезпечувати ефективне відведення струму короткого замикання в землю, щоб запобігти пошкодженню обладнання та забезпечити безпеку.

Заземлення сприяє зменшенню електромагнітних перешкод і випромінювання, які можуть впливати на роботу електроніки та інших пристроїв. Відведення надлишкового струму в землю допомагає уникнути електричних шумів і зменшити електромагнітні впливи.

Для забезпечення належного захисту, важливо правильно спроектувати та встановити заземлення відповідно до вимог національних та міжнародних нормативних документів. Також рекомендується проконсультуватися з кваліфікованим фахівцем.

Падіння з висоти людей та предметів

Роботи на висоті включають в себе ситуації, коли працівник знаходиться на відстані менше двох метрів від незахищених зовнішніх або неперекритих внутрішніх перепадів по висоті, які перевищують 1,3 метра від робочої поверхні. Також до цих робіт відносяться роботи на похилій робочій поверхні.

Основним небезпечним фактором при роботі на висоті є те, що робоче місце знаходиться вище поверхні землі або над простором, що знаходиться нижче поверхні землі. Це може призвести до падіння працівника або падіння

предметів на працівника.

Причини падіння з висоти працівників можуть бути різними:

- технічні, виникикають при відсутності огороджень, запобіжних поясів, недостатня міцність настилів, колисок чи сходів;

технологічні, виникають при неправильній технології виконанні робіт;

- психологічні та фізичні, виникають при порушенні координації рухів, необережність дій недбалого ставлення до виконання робт;

- метеорологічні, виникають при появі сильного вітру, температури, дощу, снігу, туману.

Також, травмування працівників може статися в резльтаті падіння предметів з висоти.

Причинами падіння предметів можуть бути:

- падіння вантажу, який переміщують за допомогою вантажопідйомних машин, неправильного старпування;

- падіння конструкцій, що монтуються;

- виникнення аварій будівельних конструкцій через порушення технології виготовлення збірних конструкцій, низької якості будівельно-монтажних робіт;

- падіння матріалів, елеметрів конструкцій, інструменту та інш., внаслідок порушення вимог правил безпеки;

Під час виконання робіт на висоті повинні бути встановлені огорожі, і бути позначеними в установленому порядку межі небезпечних зон. Такі заходи необхідні для обмеження доступу працівників в зони можливого падіння з висоти, травмування падаючими матеріалами, інструментом та іншими предметами.

На межах зон, де постійно присутні небезпечні виробничі фактори, встановлюються охоронні бар'єри, а на кордонах зон потенційної небезпеки встановлюються сигнальні бар'єри та знаки безпеки.

Під час виконання робіт на висоті небезпечні зони визначаються,

позначаються та захищаються внизу під місцем робіт. Якщо роботи виконуються на одній вертикалі, то нижче розташовані місця обладнуються захисними пристроями (настилами, сітками, козирками) на відстані не більше 6 м по вертикалі від найнижчого робочого місця.

Також, працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту. До них належать: страхувальні системи, спускові механізми, лебідки, підвисні сидіння, прив’язі, канатні, ланцюгові і тросові стропи, запобіжні лямкові і безлямкові пояси, кріплення акерного типу, карабіни, страхувальні канати та інші.

Не дозволяється виконувати роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 10 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, який затрудняє видимість в межах фронту робіт, а також у нічний час при недостатній освітленості та якщо температура повітря вище плюс 35 °С або нижче мінус 20 °С, згідно з [21]. Невідкладні роботи на висоті в більш складних погодних умовах (при інших температурах тощо) виконуються за рішенням роботодавця. При цьому в ПВР слід передбачити додаткові заходи безпеки, що відповідають цим умовам.

7.3 Заходи безпеки навколишнього середовища

Згідно зі статтею 51 Закону України "Про охорону навколишнього середовища" [23], при проектуванні, розміщенні, будівництві, введенні в експлуатацію нових або реконструкції існуючих підприємств, споруд та інших об'єктів, удосконаленні технологічних процесів та устаткування, а також під час експлуатації цих об'єктів необхідно забезпечувати екологічну безпеку людей, раціональне використання природних ресурсів, дотримання нормативів щодо впливу на навколишнє природне середовище. Також необхідно передбачати вловлення, утилізацію, знешкодження шкідливих речовин і відходів або їх повну ліквідацію, а також виконання інших вимог щодо охорони навколишнього природного середовища та здоров'я людей.

У зонах житлової забудови відповідно до Закону України «Про охорону

Викиди шкідливих речовин в повітряний басейн відсутні. Технологічне обладнання з наднормативним рівнем шуму (45 дБ) також відсутнє. Шумова обстановка в районі будівництва під час експлуатації об'єкта не погіршується.

Об’єкт, що проєктується, не впливає на структуру земельних ресурсів та відсутнє забруднення ґрунту виробничими відходами.

атмосферного повітря» під час будівельно-монтажних робіт вживають заходи для запобігання пилоутворень і забруднення атмосферного повітря.

Будівельні відходи та вторинна сировина повинні вивозитися до місця їх складування або переробки, відповідно до Закону України «Про відходи». Вивезення відходів відбувається згідно з правил, які встановлюються місцевими органами.

Отже, можемо зробити такі висновки: вплив на атмосферне повітря відсутній, технологічне обладнання забезпечує нормальні рівні шуму, відсутнє забруднення ґрунту. З урахуванням цих факторів, експлуатація та будівництво об’єкта не призведе до негативного впливу на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Список використаної літератури

1. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 80 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2021. – 145 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплозасвоєння огороджувальних конструкцій». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 40 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 145 с.
5. ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження». – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 60 с.
6. Проектування системи водяного опалення / О. П. Любарець, О. М. Зайцев, В. О. Любарець. – Відень-Київ-Сімферополь, 2010. – 201 с.
7. ДСТУ 8943:2019 «Труби сталеві електрозварні». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 35 с.
8. ДСТУ 8936:2019 «Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 28 с.
9. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник.-К.: КНУБА, 2002. -256 с.
10. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 22 с.
11. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування «Розрахунок надходжень шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» / уклад.: Москвітіна А.С., Шишина М.О. та Пефтєва І.О. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.

12. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Розрахунок повітрообмінів» / уклад.: Мілейковський В.О., Вахула В.Р. – Київ: КНУБА, 2023 – 54 с.
13. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 12 с.
14. ДСН 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 20 с.
15. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
16. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
17. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
18. Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2020.
19. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
20. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009.
21. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ: Міністерство соціальної політики України, 2018.
22. Закон України "Про пожежну безпеку". Київ: Верховна Рада України, 1993.
23. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". Стаття 51. Київ: Верховна Рада України, 1991.

Додаток А

Розрахункові втрати теплоти по приміщеннях будівлі

Символ	θint,H , °C	ΦHL,c , Вт	Опис
135	18,0	800	Вентиляційна камера 135
123	18,0	1233	Вестибюль 123
128	18,0	1832	Вестибюль 128
207	18,0	2103	Вестибюль 207
133	5,0	198	Електрощитова 133
134	5,0	96	Електрощитова 134
101	20,0	1245	Кабінет 101
103	20,0	1244	Кабінет 103
104	20,0	621	Кабінет 104
105	20,0	2241	Кабінет 105
106	20,0	1619	Кабінет 106
107	20,0	2133	Кабінет 107
108	18,0	1620	Кабінет 108
110	20,0	1948	Кабінет 110
111	20,0	1674	Кабінет 111
112	20,0	2467	Кабінет 112
114	20,0	573	Кабінет 114
116	20,0	1932	Кабінет 116
117	20,0	2095	Кабінет 117
118	20,0	2003	Кабінет 118
124	20,0	2768	Кабінет 124
125	20,0	3379	Кабінет 125
130	20,0	1321	Кабінет 130
131	20,0	634	Кабінет 131
202	20,0	1606	Кабінет 202
203	20,0	2222	Кабінет 203
204	20,0	1842	Кабінет 204
205	20,0	2660	Кабінет 205
209	20,0	2196	Кабінет 209
216	20,0	1145	Кабінет 216
217	20,0	2955	Кабінет 217
218	20,0	3778	Кабінет 218
219	20,0	1421	Кабінет 219
221	20,0	2662	Кабінет 221
В-101	20,0	1165	Кабінет В-101
В-103	20,0	875	Кабінет В-103

В-104	20,0	784	Кабінет В-104
В-105	20,0	881	Кабінет В-105
В-106	20,0	832	Кабінет В-106
102	20,0	5630	Кімната відпочинку 102
212	20,0	994	Кімната відпочинку 212
109	18,0	1258	Концертна зала 109
120	18,0	1146	Концертна зала 120
129	18,0	12515	Концертна зала 129
210	18,0	2024	Концертна зала 210
121	18,0	2526	Коридорна 121
139	18,0	7045	Коридорна 139
201	18,0	5233	Коридорна 201
211	18,0	2316	Коридорна 211
В-112	18,0	2932	Коридорна В-112
132	5,0	178	Насосна 132
138	18,0	662	Підсобне приміщення 138
В-107	18,0	645	Підсобне приміщення В-107
В-108	18,0	601	Підсобне приміщення В-108
В-109	18,0	1781	Підсобне приміщення В-109
В-110	18,0	753	Підсобне приміщення В-110
В-111	18,0	1187	Підсобне приміщення В-111
113	20,0	684	С/в 113
126	20,0	557	С/в 126
127	20,0	557	С/в 127
136	20,0	625	С/в 136
137	20,0	647	С/в 137
206	20,0	809	С/в 206
214	20,0	390	С/в 214
220	20,0	728	С/в 220
В-102	20,0	1092	С/в В-102
115	18,0	1029	Сходинкова клітина 115
119	18,0	864	Сходинкова клітина 119
122	18,0	1001	Сходинкова клітина 122
208	18,0	1116	Сходинкова клітина 208
213	18,0	950	Сходинкова клітина 213
215	18,0	1144	Сходинкова клітина 215
140	18,0	492	Теплопункт 140