

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету

„___” _____ 20__ року

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

Березанський Дмитро Юрійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи: **«Енергоефективність, опалення та вентиляція закладу дошкільної освіти на 75 місць у м. Харків»**

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» _____ 20__ року

2. Керівник роботи

асистент Кулінко Євген Олександрович

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

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту 24.06.2025

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

Р. 2. ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

Р. 3. ОПАЛЕННЯ ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Р. 4. ВЕНТИЛЯЦІЯ

Р. 5. КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Р. 6. ЗАХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ ВІД ШУМУ ТА
ВІБРАЦІЇ

Р. 7. ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ

Р. 8. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Р. 9. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

5.Графічний матеріал за розділами

- К.1. План системи радіаторного опалення підвалу, на відм. -2.700. М1:100. План системи радіаторного опалення 1 поверху, на відм. 0.000. М1:100. Схема радіаторного опалення підвалу
- К.2. План системи радіаторного опалення 2 поверху, на відм. +3.750. М1:100. Схема радіаторного опалення 1 поверху. Схема радіаторного опалення 1 поверху.
- К.3. План системи теплих підлог підвалу, на відм. -2.700. М1:100. План системи теплих підлог 1 поверху, на відм. 0.000. М1:100. Схема теплих підлог підвалу. Схема теплих підлог 1 поверху.
- К.4. План системи вентиляції 1 поверху, на відм. 0.000. М1:100. План системи вентиляції 2 поверху, на відм. +3.750. М1:100.
- К.5. План системи вентиляції 3 поверху, на відм. +7.450. М1:100. 3D вид системи вентиляції 3 поверху на відм. +7.450.
- К.6. Схема систем вентиляції ПВ1, ПВ2, ПВ 3, ПВ1.1, П1, П2, В1, В2, В3, В4.

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. <u>ЗАГАЛЬНІ ДАНІ</u>	10.03.2025
Розділ 2. <u>ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ</u>	14.03.2025
Розділ 3. <u>ОПАЛЕННЯ ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ</u>	10.04.2025
Розділ 4. <u>ВЕНТИЛЯЦІЯ</u>	24.04.2025
Розділ 5 <u>КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ</u>	08.05.2025
Розділ 6 <u>ЗАХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ ВІД ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ</u>	19.05.2025
Розділ 7 <u>ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ</u>	
Розділ 8 <u>ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ</u>	
Розділ 9 <u>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ</u>	16.05.2025
Остаточне оформлення роботи	18.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	19.06.2025
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	20.06.2025
Направлення роботи на рецензування	19.06.2025

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис

Дата видачі завдання _____

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

Керівник _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Здобувач _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

Енергоефективність, опалення та вентиляція закладу

дошкільної освіти на 75 місць у м. Харків

Березанський Дмитро Юрійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 20__ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

**Енергоефективність, опалення та вентиляція
закладу дошкільної освіти на 75 місць у м. Харків**

(назва)

Виконала: Березанський Дмитро Юрійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція
(освітня програма)

Група _____ Група ТВ-21-1 _____

Керівник _____ Кулінко Є.О. _____
(прізвище та ініціали)

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ	7
1.1. Зовнішні кліматичні умови.....	7
1.2. Параметри внутрішнього повітря	7
1.3. Будівельна теплотехніка	8
2. ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ.....	8
3. ОПАЛЕННЯ ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	9
3.1. Система опалення	9
3.2. Теплопостачання систем вентиляції.....	11
3.3. Теплопостачання. Індивідуальний тепловий пункт.....	12
4. ВЕНТИЛЯЦІЯ.....	13
4.1. Вентиляція в приміщеннях ігрових, спалень, буфетних та роздягальні.....	14
4.2. Вентиляція в приміщеннях залів для музичних, фізкультурних занять та службових приміщень.....	15
4.3. Вентиляція санвузлів.....	15
4.4. Вентиляція приміщень медичного призначення	16
4.5. Вентиляція приміщень пральної	16
4.6. Вентиляція технологічних приміщень кухні	17
4.7. Приміщення інженерно-технічного призначення в підвальному поверху, техпідпілля, приміщення водомірного вузла, тепловий пункт, електрощитова.....	18
4.8. Споруда подвійного призначення з захисними властивостями протирадіаційного укриття.....	18
5. КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ	19
5.1. Кондиціонування	19
5.2. Холодопостачання	20
5.3. Трубопроводи систем холодопостачання та кондиціонування	21
7. ЗАХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ ВІД ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ	23
8. ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ	23
9. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	24
10. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.....	25
10.1. Загальні дані	25
10.2. Вихідні дані	27
10.3. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій	30
4. ЗВЕДЕНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЛІ.....	91
Список використаної літератури.....	97

						Атестаційна робота бакалавра			
Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата				
							Стадія	Аркуш	Аркушів
							АРБ	5	41
Розробив	Березанський				2025	Пояснювальна записка	КНУБА ТВ - 41		
Керівник	Кулінко				2025				

Вступ

У сучасних умовах зростаючих енергетичних витрат, підвищених вимог до екологічної безпеки та забезпечення комфортних умов перебування особливої актуальності набуває питання проектування енергоефективних будівель. Заклади дошкільної освіти, як об'єкти соціальної інфраструктури, потребують створення оптимального мікроклімату для дітей раннього віку та персоналу, що вимагає впровадження ефективних інженерних рішень у системах опалення, вентиляції та енергозбереження.

Дошкільний навчальний заклад на 75 місць, розташований у місті Харкові, проектується з урахуванням сучасних нормативних вимог до теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій, санітарно-гігієнічних показників повітряного середовища, раціонального використання теплової енергії та впровадження автоматизованих систем керування мікрокліматом. Вибір технічних рішень ґрунтується на принципах оптимізації енергетичних витрат, підвищення рівня експлуатаційної надійності та довговічності систем.

У дипломному проекті проведено аналіз зовнішніх кліматичних умов регіону, визначено теплові навантаження на опалення, розроблено проектні рішення систем вентиляції та кондиціонування з урахуванням повітрообміну, комфортних температурних режимів та санітарно-епідеміологічних норм. Особливу увагу приділено заходам з енергозбереження, включаючи застосування сучасних теплоізоляційних матеріалів, вискоєфективних теплообмінників, систем рекуперації теплоти та автоматизованих систем управління.

Результати проекту мають практичне значення для створення безпечного, комфортного та енергоефективного середовища перебування дітей у закладі дошкільної освіти та можуть бути рекомендовані для подальшого впровадження у проектуванні аналогічних об'єктів в умовах м. Харкова та інших регіонів України.

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

1. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

Проектом передбачено розробку комплексу інженерних систем для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату будівлі дошкільного навчального закладу (далі — будівля), а саме:

- системи опалення;
- системи теплопостачання;
- системи вентиляції;
- системи кондиціонування;
- системи холодопостачання.

1.1. Зовнішні кліматичні умови

Барометричний тиск гПа	Період року	Розділи проекту	Параметри		Швидкість повітря, м/с
			температура °С	питома ентальпія, кДж/кг	
1	2	3	4	5	6
970	холодний	Опалення забезпеченість 0,92	-25	-25,0	5,0
	теплий	вентиляція забезпеченістю 0,99	+25	53,6	1
		кондиціонування забезпеченістю 0,95	+29	56,1	1

1.2. Параметри внутрішнього повітря

Таблиця 2. Розрахункові параметри внутрішнього повітря.

Найменування приміщення	Розрахункова температура повітря, °С		Повітрообмін за годину	
	У кліматичних районах		Приплив	Витяжка
	I, II, III, V	IV		
Ігрова, роздягальня:				
- ясельної групи;	22	21	1,5	1,5
- молодшої садової групи;	21	20	1,5	1,5
- середньої та старшої садових груп;	20	19	1,5	1,5
Спальня:				
- ясельної групи;	21	20	1,5	1,5

Зм.	Кіл.	Арк.	Чодок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

7

- садової групи;	19	19	1,5	1,5
Туалетна:				
- ясельної групи;	22	21	-	1,5
- садової групи;	20	19	-	1,5
Буфетна	16	16	-	1,5
Заклади для музичних та фізкультурних занять	19	18	1,5	1,5
Медична кімната	22	21	-	1
Службово-побутові приміщення	18	17	-	1
Кухня (гарячий цех)	16	15	За розрахунком	
Пральня:				
- приміщення для прання;	18	18	5	5
- сушильно-прасувальна;	16	16	5	5
Кабінети:				
- фізіотерапії;	25	25	1,5	1,5
Переходи	18	18	-	-
Туалет:				
- персоналу	18	18	-	3
Гарячий цех	5	5	За розрахунком	
Інші цехи	18	18	3	4
Завантажувальна	16	16	3	-
Мийна	20	20	4	6

1.3. Будівельна теплотехніка

Теплотехнічні характеристики огороджувальних конструкцій визначені на основі розрахунків з енергоефективності. При цьому мінімальні значення прийняті не нижчими за нормативи, встановлені ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» для I температурної зони.

2. ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

Проектом передбачено створення комплексу інженерних систем для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату будівлі закладу дошкільної освіти на 75 місць (далі — будівля), а саме:

- системи водяного опалення (з підключенням до теплової мережі);
- системи теплопостачання (з підключенням до теплової мережі);
- системи вентиляції;
- системи кондиціонування та холодопостачання.

Зм.	Кіл.	Арк.	Чодок.	Підпис	Дата

Під час розробки проектних рішень необхідно враховувати місце розташування об'єкта та фактичні кліматичні умови, відповідно до чого виконуються розрахунки тепловтрат та визначаються характеристики опалювально-вентиляційних систем.

Таблиця 3. Основні показники систем опалення, вентиляції та кондиціонування.

Найменування будинку (споруди), приміщення	Об'єм, м ³	Період року при t _{зовн} , °С	Витрати тепла, кВт (Гкал/год)				Витрати холоду, кВт (Гкал/год)	Встановлена потужність електро-двигуна, кВт
			на опалення	на вентиляцію	на ГВП (сер. год)	всього		
ЗДО на 75 місць	7523	Холодний -25	61,154 (0,052)	86,5 (0,074)	49,32 (0,042)	196,97 (0,169)	-	21,4
		Теплий +25(+29)	-	-	-	-	96,0 (0,082)	41,1

3. ОПАЛЕННЯ ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Система опалення будівлі закладу дошкільної освіти на 75 місць запроєктована як комбінована — із застосуванням радіаторного опалення та системи водяних теплих підлог. Первинним джерелом теплової енергії є місцева тепла мережа відповідної території розташування об'єкта повторного використання. Підключення системи опалення до джерела теплопостачання здійснюється через індивідуальний тепловий пункт (ІТП).

В ІТП передбачено встановлення обладнання для підготовки теплоносія, який забезпечує роботу систем радіаторного опалення, теплих підлог, теплопостачання вентиляційних установок, гарячого водопостачання, а також комерційного вузла обліку спожитої теплової енергії.

3.1. Система опалення

Система опалення будівлі передбачена водяна, комбінована:

- радіаторна;
- теплі підлоги.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

жерелом теплопостачання для системи радіаторного опалення є теплоносії, що подається з індивідуального теплового пункту (ІТП) за температурним графіком 80/60 °С.

Радіаторне опалення передбачено для обігріву всіх груп приміщень підземного, першого та другого поверхів будівлі, включаючи приміщення подвійного призначення (ПРУ). Технічні приміщення на покрівлі (вентиляційні камери) обладнуються електричними калориферами.

Трубопроводи системи радіаторного опалення прокладаються горизонтально у товщі стяжки підлоги з підключенням до восьми радіаторів на одну гілку та облаштуванням поверхових розподільчих колекторів. Для забезпечення гідравлічного балансування системи встановлюються автоматичні регулятори тиску перед кожним колектором.

У всіх приміщеннях (включаючи ПРУ та СК) встановлюються сталеві панельні радіатори з гладкою поверхнею та нижнім підключенням теплоносія. У дитячих групах, спортивних та музичних залах радіатори обладнуються захисними екранами з дерева або металу. Радіатори комплектуються терморегуляторами з можливістю обмеження мінімальної та максимальної температури повітря у приміщенні. Стояки та магістральні трубопроводи виконуються із сталевих водогазопровідних або електрозварних труб залежно від діаметру.

Трубопроводи, які транзитом проходять через зону ПРУ, прокладаються приховано в стяжці підлоги.

Система теплих підлог передбачена на першому поверсі будівлі в ігрових, спальних приміщеннях та роздягальнях згідно із завданням на проектування. Теплі підлоги виконуються водяними з температурним графіком 40/30 °С. Для забезпечення необхідного температурного режиму передбачено встановлення вузла змішування в складі ІТП. Управління роботою теплих підлог здійснюється комплектною автоматикою виробника, із застосуванням кімнатних термостатів у кожному приміщенні з теплою підлогою. Для

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

контролю температури поверхні підлоги додатково встановлюються датчики, що підключаються до термостатів.

Підігрів сходів, вхідних площадок та підніжних решіток входів здійснюється за допомогою електричних систем обігріву. В зонах вхідних груп передбачено встановлення повітряних електричних теплових завіс.

У роздягальнях шафи для сушіння одягу, а також рушникосушильники у санітарних вузлах дитячих груп обладнуються водяними регістрами, підключеними до системи гарячого водопостачання з цілорічною роботою.

Для мінімізації тепловтрат всі ділянки трубопроводів систем опалення передбачено виконувати в тепловій ізоляції. Товщина ізоляції визначається відповідно до результатів теплотехнічного розрахунку згідно з нормативними вимогами.

3.2. Теплопостачання систем вентиляції

Система теплопостачання вентиляційних установок виконується незалежною, із застосуванням розподільчого теплообмінника, що входить до складу модульного блоку теплопостачання вентиляції.

Джерелом теплової енергії для цієї системи є теплоносій, який подається з індивідуального теплового пункту (ІТП) за температурним графіком 75/55 °С. Для забезпечення необхідного температурного режиму передбачено змішувальний вузол у складі модульного блоку теплопостачання вентиляції. В якості теплоносія використовується вода.

Для гідравлічного підключення водяних теплообмінників вентиляційних агрегатів у вентиляційних камерах передбачені вузли обв'язки (монтажні рамки). Кількість теплоносія, що протікає через теплообмінник, регулюється комбінованим клапаном витрати теплоносія з функцією підтримання постійного перепаду тиску. Електропривід клапана управляється за сигналом датчика температури повітря, розташованого на виході з вентиляційної установки.

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Трубопроводи систем теплопостачання вентиляції виконуються із сталевих водогазопровідних або електрозварних труб (залежно від діаметру).

Для зниження тепловтрат усі ділянки трубопроводів передбачено ізолювати захисною тепловою ізоляцією. Товщина теплоізоляції визначається відповідно до розрахунків згідно з чинними нормативними вимогами.

3.3. Теплопостачання. Індивідуальний тепловий пункт.

Проектом передбачено влаштування індивідуального теплового пункту (ІТП), який розміщується на відмітці $-2,700$ у приміщенні №13. Підключення систем опалення, теплопостачання та гарячого водопостачання (ГВП) до джерела теплової енергії — місцевих теплових мереж (котельні, залежно від конкретних умов розташування об'єкта) здійснюється через ІТП.

На вводі теплових мереж до ІТП передбачено встановлення загального комерційного вузла обліку теплової енергії, а також окремого вузла обліку для системи ГВП з модулем дистанційної передачі даних.

Температурний графік теплової мережі визначається згідно з проектними рішеннями прив'язки відповідно до отриманих технічних умов (ТУ).

Режими роботи систем у ІТП:

система опалення — $80/60$ °С;

система теплопостачання вентиляції — $75/55$ °С;

система гарячого водопостачання — $5/55$ °С.

Проектні теплові навантаження складають:

система теплопостачання вентиляції — $86,5$ кВт;

система гарячого водопостачання — $181,85$ кВт (максимальне годинне навантаження) / $49,32$ кВт (середнє годинне навантаження);

система радіаторного опалення — $54,88$ кВт;

система теплих підлог — $6,26$ кВт.

Робочий тиск обладнання та арматури прийнято: 16 бар на стороні теплової мережі та 10 бар на стороні споживача.

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Підключення систем опалення та теплопостачання виконано за незалежною схемою. Система гарячого водопостачання підключена незалежно та паралельно через пластинчасті теплообмінники у складі модульних блоків заводського виготовлення.

Для підготовки теплоносія для системи теплих підлог передбачено встановлення насосно-змішувального вузла у блочному виконанні.

Робота ІТП управляється та контролюється в автоматичному погодозалежному режимі за допомогою комплексу автоматики, що постачається у складі заводських модульних блоків або окремою системою.

Трубопроводи в межах ІТП для систем опалення та теплопостачання виконуються зі сталевих водогазопровідних та електрозварних труб. Трубопроводи для системи гарячого водопостачання виконуються зі сталевих оцинкованих або нержавіючих труб.

4. ВЕНТИЛЯЦІЯ

Будівля оснащується інженерними системами, розрахованими на забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату у відповідності до нормативних вимог. Мінімумально необхідні витрати повітря визначені згідно з пунктом 8.12 ДБН В.2.2-4:2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти».

Переміщення повітря від вентиляційного обладнання до зон обслуговування здійснюється через оцинковані сталеві повітроводи. Герметичність повітропроводів передбачена на рівні не нижче класу «В» згідно з пунктом 7.11.8 ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Місця забору зовнішнього повітря розташовуються не ближче ніж 8 м по горизонталі від потенційних джерел забруднення: сміттєзбірників, зон викиду повітря з кухонних приміщень, санвузлів та інших аналогічних джерел. Нижня крайка отвору пристроїв для викиду повітря, розміщених на покрівлі, встановлюється на висоті, що перевищує максимальний рівень снігового покриву не менш ніж у 1,5 рази. Нижня крайка приймальних отворів

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

зовнішнього повітря розташовується на висоті не менше 1 м над рівнем снігового покриву та не нижче 2 м від рівня землі. Усі пристрої для забору та викиду повітря обладнані захисними елементами, які запобігають проникненню атмосферних опадів та сторонніх предметів у вентиляційні канали.

4.1. Вентиляція в приміщеннях ігрових, спалень, буфетних та роздягальні.

Для обслуговування цих приміщень передбачено встановлення припливно-витяжних систем вентиляції з механічним спонуканням руху повітря та використанням рекуперації теплової енергії (установки ПВ1.1).

Повітрообмін систем розраховано на рівні не менше 1,5 крат/год відповідно до вимог ДБН В.2.2-4:2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти».

Приплив свіжого повітря здійснюється до «чистих» зон — ігрових кімнат, спалень та роздягалень. Відведення відпрацьованого повітря частково організовано безпосередньо з ігрових, спальних та роздягалень, а частково — за рахунок перетікання з буфетних приміщень та санвузлів. Розподіл припливного та витяжного повітря виконується через повітророзподільні елементи, вбудовані у підвісні стелі.

Вентиляційне обладнання розташовано в приміщенні вентиляційної камери на відмітці +7.450. Устаткування захищене від впливу зовнішнього середовища, обладнане системами рекуперації тепла, водяними повітряними нагрівачами, охолоджувачами з підключенням до теплового насоса (VRV/VRF система), а також автоматизованими засобами для віддаленого моніторингу та керування.

Кожна припливно-витяжна установка обслуговує по 4 групи дитячих осередків. Для плавного регулювання роботи вентиляційних систем і підвищення енергоефективності передбачено встановлення відсікаючих клапанів з електричними приводами на магістральних повітроводах, що дозволяє відключати вентиляцію у групах, які тимчасово не функціонують.

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Забір зовнішнього повітря організовано через фасади вентиляційної камери, а викид відпрацьованого повітря здійснюється вище рівня її покрівлі.

4.2. Вентиляція в приміщеннях залів для музичних, фізкультурних занять та службових приміщень.

Для залів музичних та фізкультурних занять, а також службових приміщень передбачено припливно-витяжну систему вентиляції з механічною подачею повітря та рекуперацією теплової енергії — установка ПВЗ.

Розрахунок повітрообміну виконано з кратністю не менше 1,5 разів на годину відповідно до вимог ДБН В.2.2-4:2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти».

Вентиляційне обладнання розміщується у приміщенні вентиляційної камери на відм. +7.450. Устаткування захищене від впливу зовнішнього середовища, оснащене системою рекуперації тепла, водяними нагрівачами повітря, охолоджувачами, які працюють від теплового насоса (VRV / VRF система), та комплектом автоматики для дистанційного моніторингу і управління роботою обладнання.

Забір свіжого повітря здійснюється через фасади вентиляційної камери, а викид відпрацьованого повітря організовано вище рівня покрівлі вентиляційної камери.

4.3. Вентиляція санвузлів

Видалення відпрацьованого повітря з приміщень санвузлів здійснюється за допомогою систем механічної витяжної вентиляції В1.1 та В1.2.

Розрахунковий повітрообмін для санвузлів дитячих груп встановлено на рівні не менше 1,5 крат/год, а для санвузлів персоналу — не менше 3 крат/год відповідно до ДБН В.2.2-4:2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти».

У системах витяжної вентиляції застосовано каналні вентилятори. Вентиляційне обладнання розташовується у застельовому просторі приміщень санвузлів, а також у спеціально виділених приміщеннях для витяжного

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

обладнання на відмітці +7.450. Викид відпрацьованого повітря організовано вище рівня покрівлі вентиляційної камери.

4.4. Вентиляція приміщень медичного призначення

Для приміщень медичного призначення запроектована припливно-витяжна система вентиляції з механічним спонуканням руху повітря та з рекуперацією теплової енергії — установка ПВ1.

Розрахунковий повітрообмін прийнято на рівні не менше 1 крат/год відповідно до вимог ДБН В.2.2-4:2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти».

Вентиляційне обладнання встановлено у приміщенні вентиляційної камери на позначці +7.450. Устаткування оснащено системою захисту від зовнішніх впливів, функціями рекуперації тепла, водяними нагрівачами повітря та охолоджувачами, які працюють від системи теплового насоса (VRV / VRF система), а також комплектом автоматики для дистанційного керування та моніторингу роботи.

Забір зовнішнього повітря здійснюється через фасади вентиляційної камери, а викид відпрацьованого повітря організовано вище рівня покрівлі вентиляційної камери.

4.5. Вентиляція приміщень пральної

Для приміщень пральні передбачено окремі припливну та витяжну системи вентиляції з механічним спонуканням повітря — установки П2 і В2.

Розрахунковий повітрообмін для цих систем визначено на рівні не менше 5 крат/год відповідно до вимог ДБН В.2.2-4:2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти», а також з урахуванням видалення повітря від технологічного обладнання згідно із завданням розділу «Технологічні рішення».

Вентиляційне обладнання витяжної системи розміщено в окремому приміщенні вентиляційної камери на відм. +7.450; викид відпрацьованого повітря здійснюється вище рівня покрівлі вентиляційної камери.

Зм.	Кіл.	Арк.	Чодок.	Підпис	Дата

Для компенсації об'єму видаленого повітря передбачена окрема припливна система вентиляції. Припливне вентиляційне обладнання також розташовано в приміщенні вентиляційної камери на відм. +7.450. Забір зовнішнього повітря здійснюється через фасади вентиляційної камери, а видалення — вище рівня її покрівлі.

4.6. Вентиляція технологічних приміщень кухні

Для приміщень кухонного блоку (гарячий цех та мийна) передбачено окремі припливну та витяжну системи вентиляції з механічним спонуканням повітря та рекуператором з проміжним контуром — установки П1, В1 та ПВ2.

Продуктивність витяжної системи для гарячого цеху визначено згідно з технологічним завданням. Компенсація видаленого повітря здійснюється за рахунок окремої припливної системи, при цьому 60% припливного повітря подається до суміжних коридорів, а 40% — безпосередньо у гарячий цех, з подальшим перетіканням повітря з коридорів до гарячого цеху.

Обладнання припливної та витяжної систем П1 і В1 розміщено в окремих вентиляційних камерах на відм. +7.450. Забір зовнішнього повітря організовано через фасади вентиляційної камери, а видалення відпрацьованого повітря здійснюється вище рівня покрівлі. Витяжна система обладнана жировловлюючими фільтрами, а припливна — водяним повітряним нагрівачем, охолоджувачем повітря, що працює від системи теплового насоса (VRV / VRF), та системою автоматики для дистанційного моніторингу й керування.

Для холодних цехів кухні та допоміжних приміщень передбачено окрему припливно-витяжну систему вентиляції ПВ2 з механічним спонуканням повітря. Обладнання цієї системи розташовано у вентиляційній камері на відм. +7.450. Устаткування оснащено системою рекуперації теплової енергії, водяним повітряним нагрівачем, охолоджувачем повітря від VRV / VRF системи, а також автоматикою для дистанційного моніторингу та керування.

Забір зовнішнього повітря для системи ПВ2 організовано через фасади вентиляційної камери, а видалення відпрацьованого повітря — вище рівня її покрівлі.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

4.7. Приміщення інженерно-технічного призначення в підвальному поверху, тех – підпілля, приміщення водомірного вузла, тепловпункт, електрощитова.

Для приміщень інженерно-технічного призначення, розташованих у підвальному поверсі, передбачено витяжну вентиляцію з механічним спонуканням повітря (система В6) та окрему припливну систему (П4).

Обладнання витяжної системи В6 встановлено у приміщенні окремої вентиляційної камери на відм. +7.450. Викид відпрацьованого повітря здійснюється вище рівня покрівлі вентиляційної камери.

Обладнання припливної системи П4 виконано у підвісному варіанті та розміщено у технічному підпіллі на відм. –2.700. Забір зовнішнього повітря для цієї системи організовано на першому поверсі (відм. +0.000) у зоні приміщення завантажувальної.

Для приміщення індивідуального теплового пункту (ІТП) додатково передбачено систему аварійної витяжної вентиляції з механічним спонуканням повітря (В7), що призначена для оперативного видалення шкідливих домішок у разі виникнення аварійної ситуації. Розрахунковий повітрообмін системи становить 10 крат/год. Увімкнення системи здійснюється вручну за допомогою пускової кнопки, встановленої перед входом до приміщення ІТП.

Обладнання аварійної витяжної системи В7 розміщено у вентиляційній камері на відм. +7.450, викид відпрацьованого повітря організовано вище рівня покрівлі вентиляційної камери.

4.8. Споруда подвійного призначення з захисними властивостями протирадіаційного укриття

Для приміщення подвійного призначення з функціями протирадіаційного укриття (ПРУ) передбачено систему вентиляції з механічним спонуканням повітря — установки ПЗ та В7.

Вентиляційне обладнання цих систем розташовано в окремому приміщенні вентиляційної камери, яке знаходиться у підвальному поверсі на відм. –2.700. Устаткування комплектується електричним повітряним нагрівачем, фільтрами з коефіцієнтом очищення не менше 0,8, двома окремими

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

вентиляторам з електричним та ручним приводами кожен. Повітропроводи систем оснащені вибухозахисними елементами. Вентиляційна система забезпечена автоматизованим обладнанням для дистанційного моніторингу та управління.

Розрахунок повітрообміну виконаний згідно з ДБН В.2.2.5-97 «Захисні споруди цивільного захисту» і складає 11 м³/год на кожну особу. Усі елементи системи вентиляції спроектовані з урахуванням максимальної ефективності їх експлуатації у мирний час.

Забір зовнішнього повітря здійснюється через фасадні решітки вентиляційної камери на покрівлі, а викид відпрацьованого повітря організовано вище рівня покрівлі.

5. КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Для забезпечення систем кондиціонування та холодопостачання будівлі згідно із Завданням на проектування передбачено встановлення наступних систем:

системи кондиціонування повітря (для компенсації надлишкових теплових навантажень у приміщеннях);

системи холодопостачання (для охолодження припливного повітря у вентиляційних установках).

Зовнішні блоки систем кондиціонування та холодопостачання монтуються на покрівлі будівлі в підвісному виконанні на зовнішніх стінах вентиляційної камери. Відведення конденсату від зовнішніх блоків організовано відкритим способом на покрівлю до водостічних воронок.

5.1. Кондиціонування

Для забезпечення розрахункових параметрів внутрішнього повітря та створення комфортного мікроклімату в приміщеннях основним обладнанням системи кондиціонування передбачено застосування внутрішніх блоків VRV/VRF-систем — фанкойлів. Робота фанкойлів передбачена як у режимі нагріву під час холодного періоду року, так і в режимі охолодження в теплий період.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

19

Система кондиціювання розрахована з урахуванням теплових надходжень від сонячної радіації (розрахунок виконано згідно з ДСТУ Б А.2.2-12:2015, п.11), а також від внутрішніх теплогенеруючих джерел — людей, обладнання та освітлення.

Для окремих групових приміщень передбачено автономні системи кондиціювання із застосуванням тритрубних систем з блоками-рекуператорами, які забезпечують гнучке незалежне регулювання роботи внутрішніх блоків у кожній групі та дозволяють плавно підтримувати необхідні параметри мікроклімату. Внутрішні блоки обрано каналного типу, низьконапірної компактної серії (залежно від виробника), з підключенням за двотрубною схемою.

Розміщення рекуператорних блоків запроектовано у загальних зонах — коридорах. Монтаж внутрішніх блоків передбачено у застельовому просторі з кріпленням до перекриття. За можливості встановлення внутрішніх блоків виконується у коридорах групових приміщень або роздягальнях, що забезпечує зручний доступ до обладнання для технічного обслуговування без порушення навчального процесу.

Для відведення конденсату від внутрішніх блоків передбачено окрему систему дренажу, що проєктується в рамках розділу «Водопровід та каналізація».

5.2. Холодопостачання

Подача холодоносія від зовнішніх блоків до споживачів — охолоджувальних секцій припливних вентиляційних установок — здійснюється за допомогою фреону R410A.

У вузлі підключення обладнання передбачено необхідні елементи обв'язки для забезпечення стабільної та ефективної роботи системи.

Відведення конденсату організовано безпосередньо на покрівлю у водостічні воронки дощової каналізації. Для запобігання обмерзанню дренажних піддонів компресорно-конденсаторних блоків передбачено встановлення нагрівального кабелю.

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

20

5.3. Трубопроводи систем холодопостачання та кондиціонування

Для систем кондиціонування передбачено використання мідних фреоноводів, з'єднаних за допомогою різьбових з'єднань. Усі ділянки фреоноводів укладаються в захисну теплоізоляцію.

Керуючий міжблочний кабель прокладається спільно з магістральними трубопроводами системи.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

6. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ

Даним проєктом передбачено наступні рішення з автоматизації систем опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВіК):

Системи опалення обладнуються:

автоматичним погодозалежним регулюванням теплової потужності;

збором та моніторингом даних про стан обладнання з передачею інформації на диспетчерський пункт;

автоматичним регулюванням температури теплих підлог за показами датчиків температури поверхні підлоги.

Системи вентиляції оснащуються:

регулюванням потужності шляхом зміни частоти обертання вентиляторів;

автоматичним контролем та стабілізацією температури припливного повітря впродовж усього року;

системою автоматичного запобігання обмерзанню теплообмінників;

контролем перепаду тиску в повітропроводах;

захистом із вимиканням обладнання при перевищенні допустимого перепаду тиску;

автоматичним закриттям зовнішніх повітроводів при зупинці обладнання;

сигналізацією засмічення фільтрів;

збором та моніторингом даних про роботу вентиляційного обладнання з передачею інформації на диспетчерський пункт.

Для дитячих групових осередків встановлюються окремі припливно-втяжні установки (ПВ1.1, ПВ2.1, ПВ3.1), кожна з яких обслуговує 4 групи. Для підвищення енергоефективності та плавного регулювання роботи вентиляції передбачено встановлення відсікаючих клапанів з електроприводом на магістральних повітропроводах. Відключення подачі повітря здійснюється примусово за допомогою пульта керування для кожної групи окремо, що дозволяє відключати вентиляцію у групах, які тимчасово не використовуються.

Устаткування систем вентиляції також забезпечене автоматичним захистом електродвигунів від перевантажень.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

22

Системи кондиціонування та холодопостачання передбачають:
зчитування та моніторинг параметрів роботи зовнішніх блоків;
автоматичне регулювання потужності зовнішніх блоків відповідно до реальної продуктивності внутрішніх блоків.

7. ЗАХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ ВІД ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ

Для запобігання передачі шуму та вібрацій від вентиляційного обладнання у проєкті передбачено такі заходи:

монтаж вентиляційних установок у венткамерах здійснюється на «плаваючих» акустичних фундаментах із встановленням віброізоляторів;

з'єднання між вентиляційними установками та повітропроводами виконуються через гнучкі вставки, що знижують передачу вібрацій;

на всіх повітропроводах, у яких одна зі сторін перевищує 400 мм, передбачено встановлення ребер жорсткості для зменшення вібрацій і, відповідно, зниження шумових навантажень.

Крім того, при розміщенні вентиляційного обладнання в окремих приміщеннях венткамер передбачено облицювання стін та стель звукопоглинаючими ізоляційними матеріалами.

8. ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ

У разі виникнення пожежі всі системи вентиляції автоматично вимикаються за сигналом системи пожежної сигналізації.

З метою запобігання проникненню продуктів горіння (диму) у приміщення під час пожежі, на повітропроводах передбачено встановлення протипожежних нормально відкритих клапанів у таких місцях:

на збірних повітропроводах у точках приєднання колекторів;

на кожному транзитному збірному повітропроводі, що обслуговує групу приміщень;

у місцях перетину повітропроводів із протипожежними перешкодами.

Протипожежні клапани встановлюються безпосередньо в прорізах протипожежних перегородок. Клас вогнестійкості клапанів відповідає класу вогнестійкості відповідної протипожежної перешкоди. Усі клапани

Зм.	Кіл.	Арк.	Чодок.	Підпис	Дата

оснащуються електроприводами та автоматично закриваються при спрацюванні пожежної сигналізації. У разі прихованого розміщення обладнання передбачено облаштування оглядових люків для забезпечення доступу до електроприводів під час обслуговування.

У якості протипожежної ізоляції застосовується мінераловатна теплоізоляція із необхідними показниками вогнестійкості та відповідного класу горючості.

9. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Проектом передбачено теплоізоляцію повітропроводів вентиляційних систем. Усі повітропроводи припливних вентиляційних систем на ділянках від вентиляційного обладнання до місць подачі повітря ізолюються тепловою ізоляцією. Повітропроводи витяжних систем утеплюються на ділянках після вентиляційного обладнання — від останнього запірного елемента, який запобігає проникненню зовнішнього повітря при вимкненому обладнанні, до точок викиду повітря.

Для запобігання проникненню холодного повітря в приміщення через вентиляційні канали передбачено встановлення зворотних клапанів і заслінок з електричними приводами.

У проєкті закладено застосування високоефективного вентиляційного обладнання. Передбачено використання припливно-витяжних установок із рекуперацією теплоти, а також комплексну автоматизацію роботи всіх інженерних систем — опалення, вентиляції та кондиціонування.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

10. Енергоефективність

10.1. Загальні дані

Розділ «Енергоефективність» розроблено для будівлі закладу дошкільної освіти на 75 місць.

Головною метою даного розділу є забезпечення виконання основних вимог щодо енергозбереження та підвищення енергоефективності об'єкта, що досягається завдяки реалізації комплексу заходів, а саме:

проектування теплоізоляційної оболонки будівлі з урахуванням мінімізації теплових втрат через огорожувальні конструкції;

використання об'ємно-планувальних рішень, які одночасно зменшують тепловтрати через оболонку та оптимізують теплові надходження від сонячної радіації;

застосування конструктивних рішень та обладнання, що дозволяють використовувати відновлювані джерела енергії (зокрема сонячну енергію) для забезпечення параметрів мікроклімату та потреб гарячого водопостачання;

організація регульованого повітрообміну відповідно до допустимих санітарних норм;

проектування інженерних систем з урахуванням робочих температурно-вологісних режимів та технологічних процесів об'єкта;

вибір конструктивних рішень елементів теплоізоляційної оболонки з урахуванням змін теплофізичних властивостей матеріалів протягом терміну їх експлуатації.

Розробка розділу здійснена відповідно до чинних державних будівельних норм і стандартів.

- ДБН В.1.2-11:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність»;

- ДБН В.2.2-4:2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти»;

- ДБН В.2.2-28-2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення»;

- ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»;

- ДСТУ EN 15232-1:2017 (EN 15232-1:2017, IDT) «Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями. Модулі М10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10»

- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;

- ДСТУ 9191:2022 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»;

- ДСТУ Б В.2.6-17-2000 «Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі»;

- ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 «Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування й улаштування вікон та дверей»;

- ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій»;

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

- ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій»;

- ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій»;

- ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання»;

- Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11 липня 2018 року № 169 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 16 липня 2018 р. за № 822/32274;

- Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 261 «Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 17 грудня 2020 р. за № 1254/35537

- Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260 «Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 18 грудня 2020 р. за № 1257/35540.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

10.2. Вихідні дані

2.1 Вихідні дані для розрахунків

Проектними рішеннями передбачається наступні огорожувальні конструкції:

- Влаштування віконних блоків із ПВХ профілю з монтажною шириною 85 мм, двокамерним склопакетом 4MDS_plus-16Ar-4-16Ar-4i, а також вітражів із алюмінієвого профілю та двокамерними склопакетами 4i-16Ar-4-16Ar-4i;

- Конструкція зовнішніх стін (тип-1/2/3) має наступний склад: цементно-піщана штукатурка товщиною 20 мм, керамічна цегла на цементно-піщаному розчині товщиною 250 мм та залізобетону товщинами 250/200 мм, мінераловатні плити, густиною 80 кг/м³, вентиляований прошарок, оздоблення вентфасаду;

- Конструкція зовнішніх стін (тип-4) має наступний склад: цементно-піщана штукатурка товщиною 20 мм, залізобетон товщинами 250 мм, гідроізоляція товщиною 8 мм, екструдований пінополістирол, густиною 35 кг/м³, вентиляований прошарок, оздоблення вентфасаду;

- Конструкція зовнішніх стін (тип-5) має наступний склад: залізобетон товщиною 250 мм, мінераловатні плити, густиною 80 кг/м³, геотекстиль, оздоблення металевими панелями;

- Конструкція суміщеного покриття (тип-1/2) має наступний склад: залізобетонна панель перекриття товщиною 200/250 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 10 мм, екструдований пінополістирол, густиною 35 кг/м³, ПЕ плівка товщиною 0,5 мм, стяжка із бетону товщиною 60 мм, геотекстиль товщиною 0,5 мм, ПВХ мембрана товщиною 1,8 мм;

- Конструкція суміщеного покриття (тип-3) має наступний склад: залізобетонна плита покриття товщиною 250 мм, мінераловатні плити, густиною 150/80 кг/м³, OSB плита товщиною 16 мм, обрешітка та конструкція покриття;

- Конструкція суміщеного покриття (тип-4) має наступний склад: профлист товщиною 0,7 мм, залізобетонна панель перекриття товщиною 150 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 10 мм, екструдований пінополістирол, густиною 35 кг/м³, ПЕ плівка товщиною 0,5 мм, стяжка із бетону товщиною 60 мм, геотекстиль товщиною 5 мм, ПВХ мембрана товщиною 1,8 мм;

- Конструкція перекриття над техпідпіллям має наступний склад: покриття підлоги товщиною 15 мм, обмазувальна гідроізоляція товщиною 3 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 42 мм, екструдований пінополістирол, густиною 35 кг/м³, залізобетонна плита перекриття товщиною 200 мм.

- Конструкція підлоги на ґрунті (відм. 0.000) має наступний склад: лінолеум товщиною 2,5 мм, нівелір маса товщиною 5,5 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 92 мм, ПЕ плівка товщиною 0,5 мм, екструдований пінополістирол, густиною 35 кг/м³ товщиною 50 мм, залізобетонна плита

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

27

товщиною 240 мм, гідроізоляція товщиною 8 мм, тяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 50 мм, щебенева основа товщиною 200 мм, ущільнений пісок товщиною 200 мм;

- Конструкція підлоги на ґрунті (відм. -2.700) має наступний склад: керамічна плитка товщиною 8 мм, шар клею товщиною 7 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 127 мм, ПЕ плівка товщиною 0,5 мм, екструдований пінополістирол, густиною 35 кг/м³ товщиною 50 мм, залізобетонна плита товщиною 240 мм, гідроізоляція товщиною 8 мм, тяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 50 мм, щебенева основа товщиною 200 мм, ущільнений пісок товщиною 200 мм;

- Конструкція стін, що контактують із ґрунтом має наступний склад: цементно-піщана штукатурка товщиною 20 мм, залізобетон товщиною 250 мм, гідроізоляція товщиною 8 мм, екструдований пінополістирол, густиною 35 кг/м³ товщиною 50 мм, дренажна мембрана, зворотна засипка ґрунтом.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

2.2 Розрахункові і кліматичні та теплоенергетичні параметри

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{int} = 22$ °С, відносна вологість повітря $\phi_{int} = 50\%$.

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

Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С											
Середньомісячна відносна вологість зовнішнього повітря, %											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-5,9	-5,1	0,0	9,0	15,5	18,9	20,7	19,7	14,1	7,5	1,0	-3,7
84	83	79	67	60	64	66	64	70	77	86	87

Згідно з таблицею 1 ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі $R_{q, min}$, $m^2 \cdot K / Вт$, становить:

- для зовнішніх стін – $4,0 m^2 \cdot K / Вт$;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій – $0,9 m^2 \cdot K / Вт$;
- для зовнішніх дверей – $0,7 m^2 \cdot K / Вт$;
- для суміщеного покриття – $7,0 m^2 \cdot K / Вт$.

Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, E_{Pp} згідно Наказу Міністерства розвитку громад та територій України від 27.10.2020 № 260, для будівель закладів дошкільної освіти становить: $[32] kВт \cdot год / м^3$.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\Delta\theta_{int-si, max}$, °С згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021:

- для зовнішніх стін – $4,0$ °С;
- для покриття та перекриття горищ – $3,0$ °С;
- для перекриття над проїздами та підвалами – $2,0$ °С.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

10.3 Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

3.1 Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій визначено відповідно до вимог пункту 5 ДСТУ 9191:2022.

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів, що застосовуються в конструкціях, прийнято згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022, а також на основі протоколів кваліфікаційних випробувань.

3.1.1 Зовнішні стіни

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для зовнішніх стін в умовах I температурної зони (згідно з ДБН В.2.6-31:2021) становить $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Таблиця 2 Склад стінового огороження (тип-1)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	68
2	Керамічна цегла на цементно-піщаному розчині	250	0,81	74
3	Мінеральні плити (густина $80 \text{ кг}/\text{м}^3$)	X	0,04	Протокол №34К/22 аналог 1
4	Вітробар'єр	-	-	-
5	Вентильований прошарок	-	-	-
6	Керамграніт	-	-	-

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$$\delta_{\text{ут1}} = 0,04 \times [4 - (1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/0,81 + 1/12)] = 0,139 \text{ м} = 139 \text{ мм.}$$

Приймаємо мінераловатні плити (густина $80 \text{ кг}/\text{м}^3$) товщиною 200 мм для покриття впливу теплопровідних включень.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:

$$R_{\Sigma 1} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/0,81 + 0,2/0,04 + 1/12 = 5,528 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт.}$$

Таблиця 3 Склад стінового огороження (тип-2)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	68
2	Залізобетон	250	2,04	64
3	Мінеральні плити (густина $80 \text{ кг}/\text{м}^3$)	X	0,04	Протокол №34К/22 аналог 1
4	Вітробар'єр	-	-	-
5	Вентильований прошарок	-	-	-
6	Керамграніт	-	-	-

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$$\delta_{\text{ут2}} = 0,04 \times [4 - (1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/2,04 + 1/12)] = 0,146 \text{ м} = 146 \text{ мм.}$$

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

30

Приймаємо мінераловатні плити (густина 80 кг/м^3) товщиною 200 мм для покриття впливу теплопровідних включень.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:
 $R_{\Sigma 2} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/2,04 + 0,2/0,04 + 1/12 = 5,342 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Таблиця 4 Склад стінового огородження (тип-3)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	68
2	Залізобетон	200	2,04	64
3	Мінеральні плити (густина 80 кг/м^3)	X	0,04	Протокол №34К/22 аналог 1
4	Вітробар'єр	-	-	-
5	Вентильований прошарок	-	-	-
6	Керамгораніт	-	-	-

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$$\delta_{\text{ут3}} = 0,04 \times [4 - (1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,2/2,04 + 1/12)] = 0,147 \text{ м} = 147 \text{ мм}.$$

Приймаємо мінераловатні плити (густина 80 кг/м^3) товщиною 200 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:
 $R_{\Sigma 3} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,2/2,04 + 0,2/0,04 + 1/12 = 5,318 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Таблиця 5 Склад стінового огородження (тип-4)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	68
2	Залізобетон	250	2,04	64
3	Гідроізоляція	8	0,22	81
4	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м^3)	X	0,034	Протокол №205-15-17К аналог 4
5	Вітробар'єр	-	-	-
6	Вентильований прошарок	-	-	-
7	Керамгораніт	-	-	-

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$$\delta_{\text{ут4}} = 0,034 \times [4 - (1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/2,04 + 0,008/0,22 + 1/12)] = 0,123 \text{ м} = 123 \text{ мм}.$$

Приймаємо екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м^3) товщиною 170 мм для покриття впливу теплопровідних включень.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:
 $R_{\Sigma 4} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/2,04 + 0,008/0,22 + 0,17/0,034 + 1/12 = 5,379 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Таблиця 6 Склад стінового огородження (тип-5)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Залізобетон	250	2,04	64
2	Мінеральні плити (густина 80 кг/м^3)	X	0,04	Протокол №34К/22 аналог 1
3	Геотекстиль	-	-	-
4	Оздоблення металевими панелями	-	-	-

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$$\delta_{\text{ут6}} = 0,04 \times [4 - (1/8,7 + 0,25/2,04 + 1/23)] = 0,149 \text{ м} = 149 \text{ мм.}$$

Приймаємо екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м³) товщиною 200 мм для покриття впливу теплопровідних включень.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:

$$R_{\Sigma 6} = 1/8,7 + 0,25/2,04 + 0,2/0,04 + 1/23 = 5,281 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Розраховуємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i \frac{A_i}{R_i} + \sum_m I_m \cdot \psi_m + \sum_j N_j \cdot \chi_j}$$

де $A_{\Sigma} = 983,3 \text{ м}^2$ – загальна площа зовнішніх стін;

$A_1 = 541,0 \text{ м}^2$ – площа зовнішніх стін типу-1;

$R_1 = 5,528 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі термічнооднорідної стіни типу-1;

$A_2 = 111,2 \text{ м}^2$ – площа зовнішніх стін типу-2;

$R_2 = 5,342 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі термічнооднорідної стіни типу-2;

$A_3 = 161,2 \text{ м}^2$ – площа зовнішніх стін типу-3;

$R_3 = 5,318 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі термічнооднорідної стіни типу-3;

$A_4 = 34,1 \text{ м}^2$ – площа зовнішніх стін типу-4;

$R_4 = 5,379 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі термічнооднорідної стіни типу-4;

$A_5 = 23,9 \text{ м}^2$ – площа зовнішніх стін типу-5;

$R_5 = 5,281 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі термічнооднорідної стіни типу-5;

ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К) визначається згідно додатку Г ДСТУ 9191:2022:

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні перемички – 0,062 Вт/(м·К);
- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні підвіконня – 0,041 Вт/(м·К);
- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення – 0,053 Вт/(м·К);

I_m – лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, К:

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні перемички – 170,9 м;
- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні підвіконня – 170,9 м;
- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення – 247,6 м;

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

$$\Psi_m \cdot I_m = 0,062 \cdot 170,9 + 0,041 \cdot 170,9 + 0,053 \cdot 247,6 = 30,73 \text{ Вт/К};$$

χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі точкового теплопровідного включення, Вт/К визначається згідно додатку Д ДСТУ 9191:2022:

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – 0,0015 Вт/К;
- вузол влаштування несучого кронштейна фасадної системи з вентиляльованим повітряним прошарком – 0,015 Вт/К;

N_j – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт.

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – 9585 шт.;
- вузол влаштування несучого кронштейна фасадної системи з вентиляльованим повітряним прошарком – 2048 шт.;

$$\chi_j \cdot N_j = 0,0015 \cdot 9585 + 0,015 \cdot 2048 = 45,1 \text{ Вт/К}$$

Тоді приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни дорівнює:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 983,3 / (541 / 5,528 + 111,2 / 5,342 + 161,2 / 5,318 + 34,1 / 5,379 + 23,9 / 5,281 + 30,73 + 45,1) = 4,17 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Перевірка умови (4): $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$, $4,17 \geq 4,0$. Отже, умова виконується.

Перевірка умови (5):

Температура внутрішньої поверхні стіни/укосів:

$$\theta_{si,H,i} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{\Sigma i} h_{si}}$$

де θ_{int} – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 22°C згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

θ_{ext} – розрахункова температура зовнішнього повітря, для І температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці Б.4 ДБН В.2.6-31:2021;

$$\theta_{si,H,1} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 5,528) = 21,09 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,2} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 5,342) = 21,05 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,3} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 5,318) = 21,05 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,4} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 5,379) = 21,06 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,5} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 5,281) = 21,041 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,\text{ПМ}} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 0,19 / 0,062) = 20,35 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,\text{ПВ}} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 0,19 / 0,041) = 20,91 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,\text{РС}} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 0,19 / 0,053) = 20,59 \text{ }^\circ\text{C};$$

Приведена температура внутрішньої поверхні стіни:

$$\theta_{si,np,H} = \frac{\sum_i \theta_{si,H,i} \cdot A_{si,H,i}}{A_{si,\Sigma,H}}$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

$$\theta_{si,пр,Н} = (21,09 \cdot 541 + 21,05 \cdot 111,2 + 21,05 \cdot 161,2 + 21,06 \cdot 34,1 + 21,04 \cdot 23,9 + 20,35 \cdot 32,5 + 20,91 \cdot 32,5 + 20,59 \cdot 46,9) / 983,3 = 21,02 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаємо коефіцієнт скління фасадів будівлі згідно формули (Л.1а) ДСТУ 9191:2022:

$$m_{gl,B} = A_{si,\Sigma C,B} / (A_{si,\Sigma C,B} + A_{si,\Sigma H,B})$$

де $A_{si,\Sigma C,B} = 328,0 \text{ м}^2$ – загальна площа світлопрозорих огорожувальних конструкцій;

$A_{si,\Sigma H,B} = 968,2/27,0 \text{ м}^2$ – загальна площа зовнішніх стін (без укосів)/дверей;

$$m_{gl,B} = 328 / (328 + 968,2 + 27) = 0,27.$$

Оскільки коефіцієнт скління фасадів будівлі становить 0,27 що менше ніж 0,3, тоді температурний перепад між внутрішньою температурою огороження та температурою внутрішнього повітря згідно формули (К.5) ДСТУ 9191:2022 становить:

$$\Delta\theta_{int-si,пр} = \theta_{int} - \theta_{si,пр,Н}$$

$$\Delta\theta_{int-si,пр} = 22 - 21,02 = 1,98 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для зовнішніх стін становить $\Delta\theta_{int-si,max} = 4,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}$, $1,98 \leq 4,0$. Отже, умова виконується.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

3.1.3 Суміщене покриття

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для I температурної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 7,0 (м·°С/Вт).

Таблиця 7 Склад суміщеного покриття, тип-1

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Залізобетонна плита покриття	200	2,04	64
2	Стяжка із цементно-піщаного розчину для ухилу	10	0,93	68
3	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	X	0,034	Протокол №205-15-17К аналог 4
4	ПЕ плівка	0,5	0,23	84
5	Стяжка із бетону	60	1,85	65
6	Геотекстиль	0,5	0,27	81
7	ПВХ мембрана	1,8	0,23	84

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідного суміщеного покриття:

$$\delta_{\text{ут1}} = 0,034 \times [7 - (1/10 + 0,2/2,04 + 0,01/0,93 + 0,0005/0,23 + 0,06/1,86 + 0,0005/0,27 + 0,0018/0,23 + 1/23)] = 0,228 \text{ м} = 228 \text{ мм.}$$

Приймаємо екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м³) товщиною 240 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття:

$$R_1 = 1/10 + 0,2/2,04 + 0,01/0,93 + 0,24/0,034 + 0,0005/0,23 + 0,06/1,86 + 0,0005/0,27 + 0,0018/0,23 + 1/23 = 7,355 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Таблиця 8 Склад суміщеного покриття, тип-2

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Залізобетонна плита покриття	250	2,04	64
2	Стяжка із цементно-піщаного розчину для ухилу	10	0,93	68
3	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	X	0,034	Протокол №205-15-17К аналог 4
4	ПЕ плівка	0,5	0,23	84
5	Стяжка із бетону	60	1,85	65
6	Геотекстиль	0,5	0,27	81
7	ПВХ мембрана	1,8	0,23	84

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідного суміщеного покриття:

$$\delta_{\text{ут2}} = 0,034 \times [7 - (1/10 + 0,25/2,04 + 0,01/0,93 + 0,0005/0,23 + 0,06/1,86 + 0,0005/0,27 + 0,0018/0,23 + 1/23)] = 0,227 \text{ м} = 227 \text{ мм.}$$

Приймаємо екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м³) товщиною 240 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття:

$$R_2 = 1/10 + 0,25/2,04 + 0,01/0,93 + 0,24/0,034 + 0,0005/0,23 + 0,06/1,86 + 0,0005/0,27 + 0,0018/0,23 + 1/23 = 7,380 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

35

Таблиця 9 Склад суміщеного покриття, тип-3

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Залізобетонна плита покриття	250	2,04	64
2	Мінеральні плити (густина 150/80 кг/м ³)	X	0,0373	Протокол №26-21/20 аналог 1
3	OSB плита	16	0,16	21
4	Обрешітка	-	-	-
5	Конструкція покриття	-	-	-

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідного суміщеного покриття:

$$\delta_{\text{ут3}} = 0,0373 \times [7 - (1/10 + 0,25/2,04 + 0,016/0,16 + 1/23)] = 0,247 \text{ м} = 247 \text{ мм.}$$

Приймаємо мінераловатні плити (густина 150/80 кг/м³) товщиною 250 мм для покриття впливу теплопровідних включень.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття:

$$R_3 = 1/8,7 + 0,25/2,04 + 0,25/0,0373 + 0,016/0,16 + 1/23 = 7,068 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Таблиця 10 Склад суміщеного покриття, тип-4

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Профлист	0,7	58	89
2	Залізобетонна плита покриття	150	2,04	64
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину для ухилу	10	0,93	68
4	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	X	0,034	Протокол №205-15-17К аналог 4
5	ПЕ плівка	0,5	0,23	84
6	Стяжка із бетону	60	1,85	65
7	Геотекстиль	0,5	0,27	81
8	ПВХ мембрана	1,8	0,23	84

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідного суміщеного покриття:

$$\delta_{\text{ут4}} = 0,034 \times [7 - (1/10 + 0,0007/58 + 0,15/2,04 + 0,01/0,93 + 0,0005/0,23 + 0,06/1,86 + 0,0005/0,27 + 0,0018/0,23 + 1/23)] = 0,229 \text{ м} = 229 \text{ мм.}$$

Приймаємо екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м³) товщиною 240 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття:

$$R_4 = 1/10 + 0,0007/58 + 0,15/2,04 + 0,01/0,93 + 0,24/0,034 + 0,0005/0,23 + 0,06/1,86 + 0,0005/0,27 + 0,0018/0,23 + 1/23 = 7,331 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Розраховуємо приведені опір теплопередачі термічно неоднорідного суміщеного покриття за формулою (1) ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i \frac{A_i}{R_i} + \sum_m I_m \cdot \psi_m + \sum_j N_j \cdot \chi_j}$$

де $F_{\Sigma} = 789,5 \text{ м}^2$ – загальна площа суміщеного покриття;

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

36

$A_1 = 440,9 \text{ м}^2$ – площа однорідного суміщеного покриття, тип-1;

$R_1 = 7,355 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі термічно однорідного суміщеного покриття, тип-1;

$A_2 = 209,0 \text{ м}^2$ – площа однорідного суміщеного покриття, тип-2;

$R_2 = 7,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі термічно однорідного суміщеного покриття, тип-2;

$A_3 = 39,0 \text{ м}^2$ – площа однорідного суміщеного покриття, тип-3;

$R_3 = 7,068 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі термічно однорідного суміщеного покриття, тип-3;

$A_4 = 100,6 \text{ м}^2$ – площа однорідного суміщеного покриття, тип-4;

$R_4 = 7,331 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі термічно однорідного суміщеного покриття, тип-4;

Ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ визначається згідно додатку Г ДСТУ 9191:2022:

I_m – лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, К :

Лінійні включення відсутні.

$$\Psi_m \cdot I_m = 0 \text{ Вт/К};$$

χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі точкового теплопровідного включення, Вт/К визначається згідно додатку Д ДСТУ 9191:2022:

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – $0,0015 \text{ Вт/К}$;

N_j – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт.

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – 234 шт.;

$$\chi_j \cdot N_j = 0,0015 \cdot 234 = 0,35 \text{ Вт/К}$$

Тоді приведений опір теплопередачі термічно неоднорідного суміщеного покриття дорівнює:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 789,5 / (440,9 / 7,355 + 209 / 7,38 + 39 / 7,068 + 100,6 / 7,331 + 0 + 0,35) = 7,32 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Перевірка умови (4): $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$, $7,32 \geq 7,0$. Отже, умова виконується.

Перевірка умови (5):

Температура внутрішньої поверхні огородження:

$$\theta_{si, H, i} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{\Sigma i} h_{si}}$$

де θ_{int} – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 22°C згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

θ_{ext} – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці Б.4 ДБН В.2.6-31:2021;

$$\theta_{\text{si,H},1} = 22 - (22 - (-22))/(10 \cdot 7,355) = 21,4 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\theta_{\text{si,H},2} = 22 - (22 - (-22))/(10 \cdot 7,38) = 21,4 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\theta_{\text{si,H},3} = 22 - (22 - (-22))/(10 \cdot 7,068) = 21,38 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\theta_{\text{si,H},4} = 22 - (22 - (-22))/(10 \cdot 7,331) = 21,4 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Приведена температура внутрішньої поверхні суміщеного покриття:

$$\theta_{\text{si,np,H}} = \frac{\sum_i \theta_{\text{si,H},i} \cdot A_{\text{si,H},i}}{A_{\text{si},\Sigma,H}}$$

$$\theta_{\text{si,np,H}} = (21,4 \cdot 440,9 + 21,4 \cdot 209 + 21,38 \cdot 39 + 21,4 \cdot 100,6)/789,5 = 21,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Різниця температур між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огороження:

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} = \theta_{\text{int}} - \theta_{\text{si,np,H}} = 22 - 21,4 = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для суміщеного покриття становить $\Delta\theta_{\text{int-si,max}} = 3,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{\text{int-si}} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}}$, $0,6 \leq 3,0$. Отже, умова виконується.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

38

3.1.3 Перекриття над техпідпіллям

Розраховуємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі над перекриттям над техпідпіллям за формулою (Е.1) ДСТУ 9191:2022:

$$R_{q \min} = \frac{\theta_{\text{int},1} - \theta_{\text{int},2}}{\Delta\theta_{\text{int-si,max}}} \cdot \frac{1}{h_{\text{si},1}}$$

де $\theta_{\text{int},1}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 22 °С згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

$\theta_{\text{int},2}$ – температура внутрішнього повітря в техпідпіллі, в даному випадку 5 °С;

$\Delta\theta_{\text{int-si,max}}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, для перекриття над техпідпіллям становить 2,0 °С, згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021;

$h_{\text{si},1}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, для перекриття над техпідпіллям становить 5,9 Вт/(м²·К), згідно таблиці Б ДБН В.2.6-31:2021.

$$R_{q \min} = (22 - 5)/(2 \cdot 5,9) = 1,44 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт.}$$

Таблиця 11 Склад перекриття над техпідпіллям

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Покриття підлоги	8	1,1	73
2	Шар клею	7	0,08	34
3	Гідроізоляція обмазувальна	3	0,22	81
4	Стяжка із цементно-піщаного розчину	42	0,93	68
5	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	X	0,034	Протокол №205-15-17К аналог 4
6	Залізобетонна плита перекриття	200	2,04	64

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

$$\delta_{\text{ут1}} = 0,034 \times [1,44 - (1/5,9 + 0,008/1,1 + 0,007/0,08 + 0,003/0,22 + 0,042/0,93 + 0,2/2,04 + 1/6)] = 0,029 \text{ м} = 29 \text{ мм.}$$

Приймаємо екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м³) товщиною 30 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного перекриття над техпідпіллям:

$$R_1 = 1/5,9 + 0,008/1,1 + 0,007/0,08 + 0,003/0,22 + 0,042/0,93 + 0,03/0,034 + 0,2/2,04 + 1/6 = 1,47 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Приведений опір теплопередачі перекриття над техпідпіллям дорівнює опору теплопередачі для однорідного перекриття над техпідпіллям так як лінійних та точкових теплопровідних включень немає.

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 1,47 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Перевірка умови (4): $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \min}$, $1,47 \geq 1,44$. Отже, умова виконується.

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Перевірка умови (5):

Приведена температура внутрішньої огорождення:

$$\theta_{si,H,i} = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{\Sigma np} h_{si}}$$

де θ_{int} – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 22°C згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

θ_{ext} – розрахункова температура зовнішнього повітря, в даному випадку температура повітря у техпідпіллі 5 °С;

$$\theta_{si,H} = 22 - (22 - 5)/(5,9 \cdot 1,47) = 20,04 \text{ °С};$$

Різниця температур між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорождення:

$$\Delta\theta_{int-si} = \theta_{int} - \theta_{si,пр,H} = 22 - 20,04 = 1,96 \text{ °С}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття над техпідпіллям $\Delta\theta_{int-si,max} = 2,0 \text{ °С}$ згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}$, $1,96 \leq 2,0$. Отже, умова виконується.

3.1.4 Світлопрозорі огорожувальні конструкції

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для I температурної зони (згідно таблиці 1 ДБН В.2.6-31:2021) складає 0,9 (м²·К/Вт).

До установки приймаються віконні блоки із ПВХ профілю товщиною 85 мм ($R_{проф} = 1,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) з двокамерними склопакетами 4MDS_plus-16Ar-4-16Ar-4i ($R_{сп} = 1,22 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) та вітражі із алюмінієвого профілю ($R_{проф} = 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) з двокамерними склопакетами 4i-16Ar-4-16Ar-4i ($R_{сп} = 1,27 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$).

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

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

де $F_{\Sigma} = 328,0 \text{ м}^2$ – загальна площа світлопрозорих огорожувальних конструкцій;

$F_{сп1} = 188,5 \text{ м}^2$ – загальна площа склопакетів, тип-1;

$F_{сп2} = 51,0 \text{ м}^2$ – загальна площа склопакетів, тип-2;

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

40

$F_{\text{проф1}} = 69,7 \text{ м}^2$ – загальна площа профільних елементів (рам віконних блоків, імпостів, тощо), тип-1;

$F_{\text{проф2}} = 18,8 \text{ м}^2$ – загальна площа профільних елементів (рам віконних блоків, імпостів, тощо), тип-2;

$R_{\text{сп1}} = 1,22 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – приведений опір теплопередачі термічно однорідного склопакету, тип-1;

$R_{\text{сп2}} = 1,27 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – приведений опір теплопередачі термічно однорідного склопакету, тип-2;

$R_{\text{проф1}} = 1,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – приведений опір теплопередачі елементів із профілю, тип-1;

$R_{\text{проф2}} = 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – приведений опір теплопередачі елементів із профілю, тип-2;

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

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

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

- лінійні теплопровідні включення в зоні примикання склопакету до рами – 582,9 м;

$$L_j \cdot k_j = 0,06 \cdot 582,9 = 35,0 \text{ Вт/К};$$

Тоді приведений опір теплопередачі віконних блоків із ПВХ та двокамерними склопакетами становить:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = 328 / (188,5 / 1,22 + 51 / 1,27 + 69,7 / 1,12 + 18,8 / 0,74 + 35) = 1,03 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Перевірка умови (4): $R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$, $1,03 \geq 0,9$. Отже, умова виконується.

Перевірка умови (6):

Згідно п.5.5.2 ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення температури на внутрішній поверхні $\Delta\theta_{\text{si,min}}$ світлопрозорих огорожувальних конструкцій при розрахункових значеннях температур зовнішнього та внутрішнього повітря, прийнятих згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021, повинно бути не менше ніж температура точки роси θ_D .

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Температуру внутрішньої поверхні віконних блоків визначаємо за формулою (К.3) ДСТУ 9191:2022:

$$\theta_{si,min} = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{e,poz}}{R_{\Sigma np} h_{si}}$$

де θ_{int} – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 22°C згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

$\theta_{e,poz}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці Б.4 ДБН В.2.6-31:2021;

$$\theta_{si,min} = 22 - (22 - (-22))/(8,0 \cdot 1,03) = 16,66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

При $\theta_{int} = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\phi_{int} = 50 \text{ } \%$ температура точки роси внутрішнього повітря становить $\theta_D = 11,1 \text{ } ^\circ\text{C}$.

$\theta_{si,min} > \theta_D$, $16,66 > 11,1$. Отже, умова (6) виконується відносно точки роси.

3.1.5 Підлога на ґрунті

Визначаємо характерний розмір підлоги:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

де $A = 439,3 \text{ м}^2$ – площа підлоги;

$P = 97,9 \text{ м}$ – зовнішній периметр підлоги;

$$B' = 439,3/0,5/97,9 = 8,97 \text{ м.}$$

Визначаємо еквівалентну товщину підлоги:

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}),$$

де $w = 0,442 \text{ м}$ – загальна товщина стіни, включаючи всі шари;

$\lambda = 2,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ – теплопровідність ґрунту (пісок або гравій) прийнята згідно з таблицею Б.1 ДСТУ 9190:2021;

$R_{si} = 0,17 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$ – тепловий внутрішній поверхневий опір (горизонтальна огорожувальна конструкція (тепловий потік зверху вниз)), приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_{se} = 0,043 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$ – тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_f = 0,0025/0,17 + 0,0055/0,08 + 0,92/0,93 + 0,0005/0,23 + 0,05/0,034 + 0,24/2,04 + 0,008/0,17 + 0,05/0,93 + 0,2/0,19 + 0,2/0,58 = 4,161 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$ – термічний опір підлоги включаючи всі шари (лінолеум, нівелір маса, стяжка з цементно-піщаного розчину, ПЕ плівка, утеплювач, залізобетон, гідроізоляція, щєбнева основа, засипка піском);

$$d_t = 0,442 + 2,0 \cdot (0,17 + 4,161 + 0,043) = 9,19 \text{ м.}$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

42

Оскільки $d_t \geq B'$ (добре ізольована підлога) $9,19 > 8,97$ коефіцієнт теплопередачі підлоги визначаємо за формулою:

$$U = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t}$$

$$U = 2,0 / (0,457 \cdot 8,97 + 9,19) = 0,150 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту визначають за формулою:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \psi_g,$$

$\psi_k = 0,98 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла примикання конструкції підлоги по ґрунту до зовнішніх стін з фасадною ізоляцією згідно ДСТУ 9191:2022;

$$H_g = 439,3 \cdot 0,15 + 97,9 \cdot 0,98 = 161,8 \text{ Вт}/\text{К}.$$

3.1.6 Огороджувальні конструкції, що межують із ґрунтом

Визначаємо характерний розмір підлоги:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

де $A = 220,2 \text{ м}^2$ – площа підлоги;

$P = 81,3 \text{ м}$ – зовнішній периметр підлоги;

$$B' = 220,2 / 0,5 / 81,3 = 5,42 \text{ м}.$$

Визначаємо еквівалентну товщину підлоги:

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}),$$

де $w = 0,328 \text{ м}$ – загальна товщина стіни, включаючи всі шари;

$\lambda = 2,0 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – теплопровідність ґрунту (пісок або гравій) прийнята згідно з таблицею Б.1 ДСТУ 9190:2021;

$R_{si} = 0,17 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ – тепловий внутрішній поверхневий опір (горизонтальна огорожувальна конструкція (тепловий потік зверху вниз)), приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_{se} = 0,043 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ – тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_f = 0,008/1,1 + 0,007/0,08 + 0,127/0,93 + 0,0005/0,23 + 0,05/0,034 + 0,24/2,04 + 0,008/0,17 + 0,05/0,93 + 0,2/0,19 + 0,2/0,58 = 3,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ – термічний опір підлоги включаючи всі шари (керамічна плитка, шар клею, цементно-піщана стяжка, ПЕ плівка, утеплювач, залізобетон, гідроізоляція, щебнева основа, засипка піском);

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

43

$$d_t = 0,328 + 2,0 \cdot (0,17 + 3,32 + 0,043) = 7,394 \text{ м.}$$

Оскільки $d_t + 0,5 \cdot z \geq B'$ (добре ізольована підлога) $7,394 + 0,5 \cdot 1,624 = 8,206 > 5,42$ коефіцієнт теплопередачі підлоги цокольного поверху визначаємо за формулою:

$$U_{bf} = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t + 0,5z}$$

де $z = 1,624$ м – висота стін, що межують з ґрунтом.

$$U_{bf} = 2,0 / (3,14 \cdot 5,42 + 7,394 + 0,5 \cdot 1,624) = 0,187 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Визначаємо еквівалентну товщину стін, що межують з ґрунтом:

$$d_w = \lambda(R_{si} + R_w + R_{se}),$$

де $\lambda = 2,0$ Вт/(м·К) – теплопровідність ґрунту (пісок або гравій) прийнята згідно з таблицею Б.1 ДСТУ 9190:2021;

$R_{si} = 0,115$ (м²·К)/Вт – тепловий внутрішній поверхневий опір (вертикальна огорожувальна конструкція, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_{se} = 0,043$ (м²·К)/Вт – тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_w = 0,02/0,93 + 0,25/2,04 + 0,008/0,22 + 0,05/0,034 = 1,651$ (м²·К)/Вт – термічний опір стін, що межують з ґрунтом (штукатурка, залізобетон, гідроізоляція бітумна, утеплювач);

$$d_w = 2,0 \cdot (0,115 + 1,651 + 0,043) = 3,618 \text{ м.}$$

Коефіцієнт теплопередачі стін, що межують із ґрунтом становить визначаємо за формулою:

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left(1 + \frac{0,5d_t}{d_t + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right)$$

$$U_{bw} = 2 \cdot 2,0 / (3,14 \cdot 1,624) \cdot (1 + 0,5 \cdot 7,394 / (7,394 + 1,624)) \cdot \ln(1,624 / 3,618 + 1) = 0,41 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту визначають за формулою:

$$H_g = A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + P \cdot \psi_g,$$

$\Psi_k = 0,88$ Вт/(м·К) – лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни цоколя згідно ДСТУ 9191:2022;

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

$$H_g = 220,2 \cdot 0,187 + 1,624 \cdot 81,3 \cdot 0,41 + 81,3 \cdot 0,88 = 166,9 \text{ Вт/К.}$$

3.1.7 Стіни, що межують із техпідпіллям

Розраховуємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі для стін, що межують із техпідпіллям згідно формули (Е.1) ДСТУ 9191:2022:

$$R_{q \min} = \frac{\theta_{\text{int},1} - \theta_{\text{int},2}}{\Delta\theta_{\text{int-si,max}}} \cdot \frac{1}{h_{\text{si},1}}$$

де $\theta_{\text{int},1}$ – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 22 °С згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

$\theta_{\text{int},2}$ – температура внутрішнього повітря в техпідпіллі, в даному випадку 5 °С;

$\Delta\theta_{\text{int-si,max}}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, для стін становить 4,0 °С згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021;

$h_{\text{si},1}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, для стін 8,7 Вт/(м²·К).

$$R_{q \min} = (22 - 5)/(4 \cdot 8,7) = 0,49 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт.}$$

Згідно Е.2 ДСТУ 9191:2022 допустиме значення опору теплопередачі для внутрішніх огорожувальних конструкцій приймають не меншим ніж 0,6 (м²·К)/Вт.

Таблиця 12 Склад стінового огороження (тип-1)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Тов-щина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	68
2	Залізобетон	250	2,04	64
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м ³)	Х	0,04	Протокол №2-20/20 аналог 1
4	Штукатурка	10	0,87	67

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної стіни:

$$\delta_{\text{ут1}} = 0,04 \times [0,6 - (1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/2,04 + 0,01/0,87 + 1/6)] = 0,007 \text{ м} = 7 \text{ мм.}$$

Приймаємо мінераловатні плити (густина 135 кг/м³) товщиною 50 мм для покриття впливу теплопровідних включень.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для стіни:

$$R_{\Sigma 1} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/2,04 + 0,05/0,04 + 0,01/0,87 + 1/6 = 1,687 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Таблиця 13 Склад стінового огородження (тип-2)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	68
2	Залізобетон	200	2,04	64
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м ³)	X	0,04	Протокол №2-20/20 аналог 1
4	Штукатурка	10	0,87	67

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної стіни:

$$\delta_{\text{ут2}} = 0,04 \times [0,6 - (1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,2/2,04 + 0,01/0,87 + 1/6)] = 0,007 \text{ м} = 7 \text{ мм.}$$

Приймаємо мінераловатні плити (густина 135 кг/м³) товщиною 50 мм для покриття впливу теплопровідних включень.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для стіни:

$$R_{\Sigma 2} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,2/2,04 + 0,05/0,04 + 0,01/0,87 + 1/6 = 1,663 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Розраховуємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної стіни за формулою (1) ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i \frac{A_i}{R_i} + \sum_m I_m \cdot \psi_m + \sum_j N_j \cdot \chi_j}$$

де $A_{\Sigma} = 85,0 \text{ м}^2$ – загальна площа стін;

$$A_1 = 71,5 \text{ м}^2 \text{ – площа стін типу-1;}$$

$$R_1 = 1,687 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \text{ – опір теплопередачі термічнооднорідної стіни типу-1;}$$

$$A_2 = 10,6 \text{ м}^2 \text{ – площа стін типу-2;}$$

$$R_2 = 1,663 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \text{ – опір теплопередачі термічнооднорідної стіни типу-2;}$$

ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К) визначається згідно додатку Г ДСТУ 9191:2022:

- для вузла примикання дверної конструкції до стін в зоні перемички – 0,081 Вт/(м·К);
- для вузла примикання дверної конструкції до стін в зоні підлоги – 0,059 Вт/(м·К);
- для вузла примикання дверної конструкції до стін в зоні рядового сполучення – 0,068 Вт/(м·К);

I_m – лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, К:

- для вузла примикання дверної конструкції до стін в зоні перемички – 2,8 м;
- для вузла примикання дверної конструкції до стін в зоні підлоги – 2,8 м;

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

46

- для вузла примикання дверної конструкції до стін в зоні рядового сполучення – 12,6 м;

$$\Psi_m \cdot I_m = 0,081 \cdot 2,8 + 0,059 \cdot 2,8 + 0,068 \cdot 12,6 = 1,26 \text{ Вт/К};$$

χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі точкового теплопровідного включення, Вт/К визначається згідно додатку Д ДСТУ 9191:2022:

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – 0,0015 Вт/К;

N_j – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт.

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – 805 шт.;

$$\chi_j \cdot N_j = 0,0015 \cdot 805 = 1,21 \text{ Вт/К}$$

Тоді приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної стіни дорівнює:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 85 / (71,5 / 1,687 + 10,6 / 1,663 + 1,26 + 1,21) = 1,66 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Перевірка умови (4): $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}, 1,66 \geq 0,6$. Отже, умова виконується.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

3.2 Тепловологісний стан огорожувальних конструкцій.

Тепловологісний стан зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-192:2013.

Необхідність оцінки тепловологісного стану при проектуванні зовнішніх огорожень для визначення заходів щодо:

- запобігання можливості зволоження матеріалів огорожувальної конструкції;
- уникнення можливості конденсації водяної пари на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції;
- запобігання можливості конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції;
- забезпечення умови від'ємного або нульового річного балансу вологи в товщі огорожу-вальних конструкцій (умови виведення за період вологовіддачі всієї вологи, що сконденсувалася за період вологонакопичення).

3.2.1 Зовнішні стіни

Таблиця 14 Склад стінового огороження (тип-1)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м ² ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	0,022	0,09	0,222	68
2	Керамічна цегла на цементно-піщаному розчині	250	0,81	0,309	0,11	2,273	74
3	Мінеральні плити (густина 80 кг/м ³)	200	0,04	5	0,5	0,4	Протокол №34К/22 аналог 1

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{int}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_v = 2645 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 22°C ;

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

48

$E_3 = 372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9 \text{ }^\circ\text{C}$ (в січні).

$\Phi_3 = 84\%$ – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$$e_B = 0,01 \varphi_{\text{int}} E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па};$$

$$e_3 = 0,01 \varphi_3 E_3 = 0,01 \cdot 84 \cdot 372 = 312 \text{ Па}.$$

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^\circ\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:
$$\theta(x) = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{зов}}}{R_\Sigma} \left(\frac{1}{h_{\text{si}}} + R_x \right)$$

де θ_{int} – внутрішня температура приміщення, $^\circ\text{C}$;

$\theta_{\text{зов}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, як середня місячна температура повітря;

R_Σ – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$;

h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^\circ\text{C}$, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,528] \cdot (1/8,7) = 21,4 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,528] \cdot (1/8,7 + 0,022) = 21,3 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,528] \cdot (1/8,7 + 0,022 + 0,309) = 19,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 3-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,528] \cdot (1/8,7 + 0,022 + 0,309 + 5) = -5,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

$\theta(x), ^\circ\text{C}$

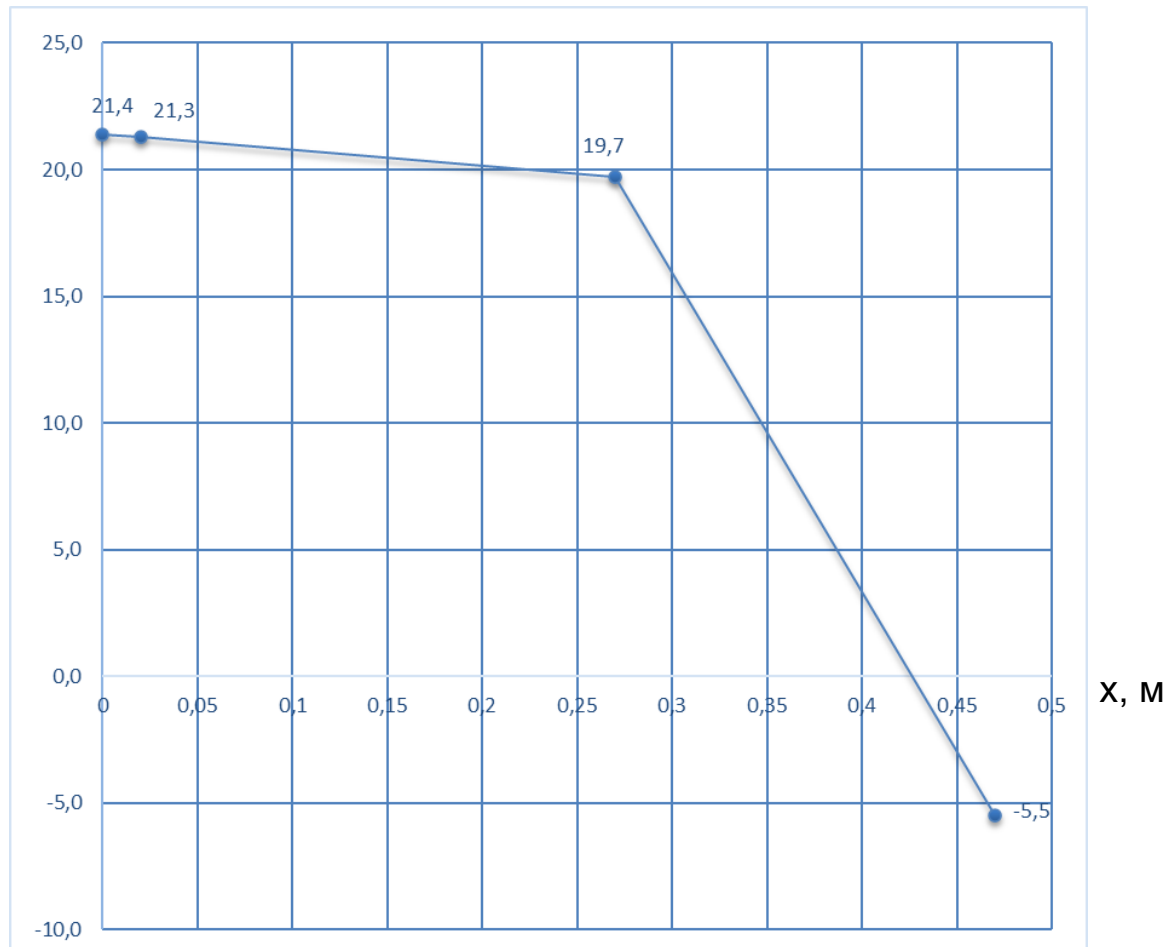
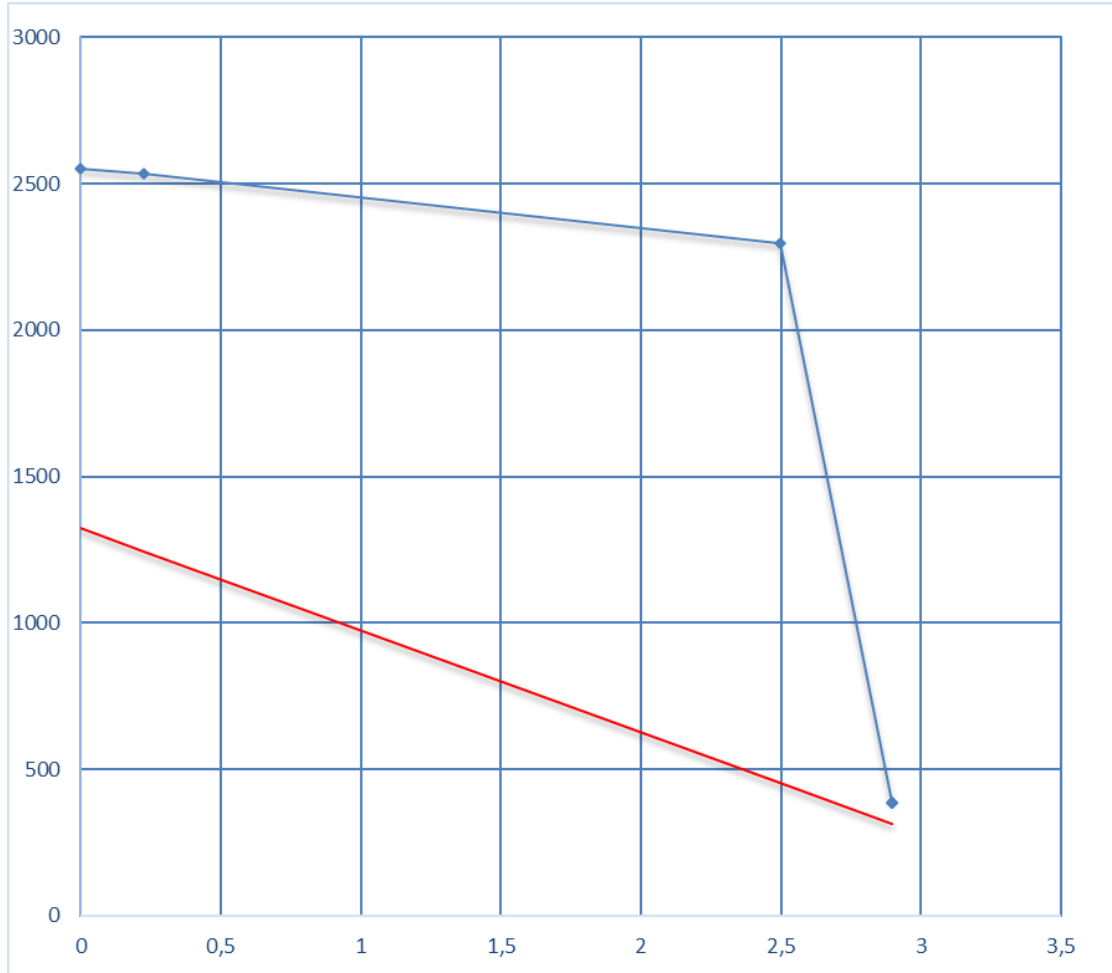


Рис. 1 Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

$p, \text{Па}$



$R_e, \text{mg}/(\text{m}\cdot\text{год}\cdot\text{Па})$

Рис. 2 Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни

Оскільки лінії E та e не перетинаються, що свідчить про те що процес конденсації водяної пари в товщі огорджувальної конструкції не відбувається.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

51

Таблиця 15 Склад стінового огороження (тип-2)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м ² ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	0,022	0,09	0,222	68
2	Залізобетон	250	2,04	0,123	0,03	8,333	74
3	Мінеральні плити (густина 80 кг/м ³)	200	0,04	5	0,5	0,4	Протокол №34К/22 аналог 1

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\varphi_{int}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_B = 2645 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 22°C ;

$E_3 = 372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\Phi_3 = 84\%$ – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_B = 0,01\varphi_{int}E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па}$;

$e_3 = 0,01\varphi_3E_3 = 0,01 \cdot 84 \cdot 372 = 312 \text{ Па}$.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за

формулою:
$$\theta(x) = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{зов}}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_x \right)$$

де θ_{int} – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря;

R_{Σ} – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м²·К)/Вт;

h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, (м²·К)/Вт.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$\theta(1) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,342] \cdot (1/8,7) = 21,4^{\circ}\text{C}$;

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,342] \cdot (1/8,7 + 0,022) = 21,3 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,342] \cdot (1/8,7 + 0,022 + 0,123) = 20,6 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 3-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,342] \cdot (1/8,7 + 0,022 + 0,123 + 5) = -5,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$\theta(x)$, $^\circ\text{C}$

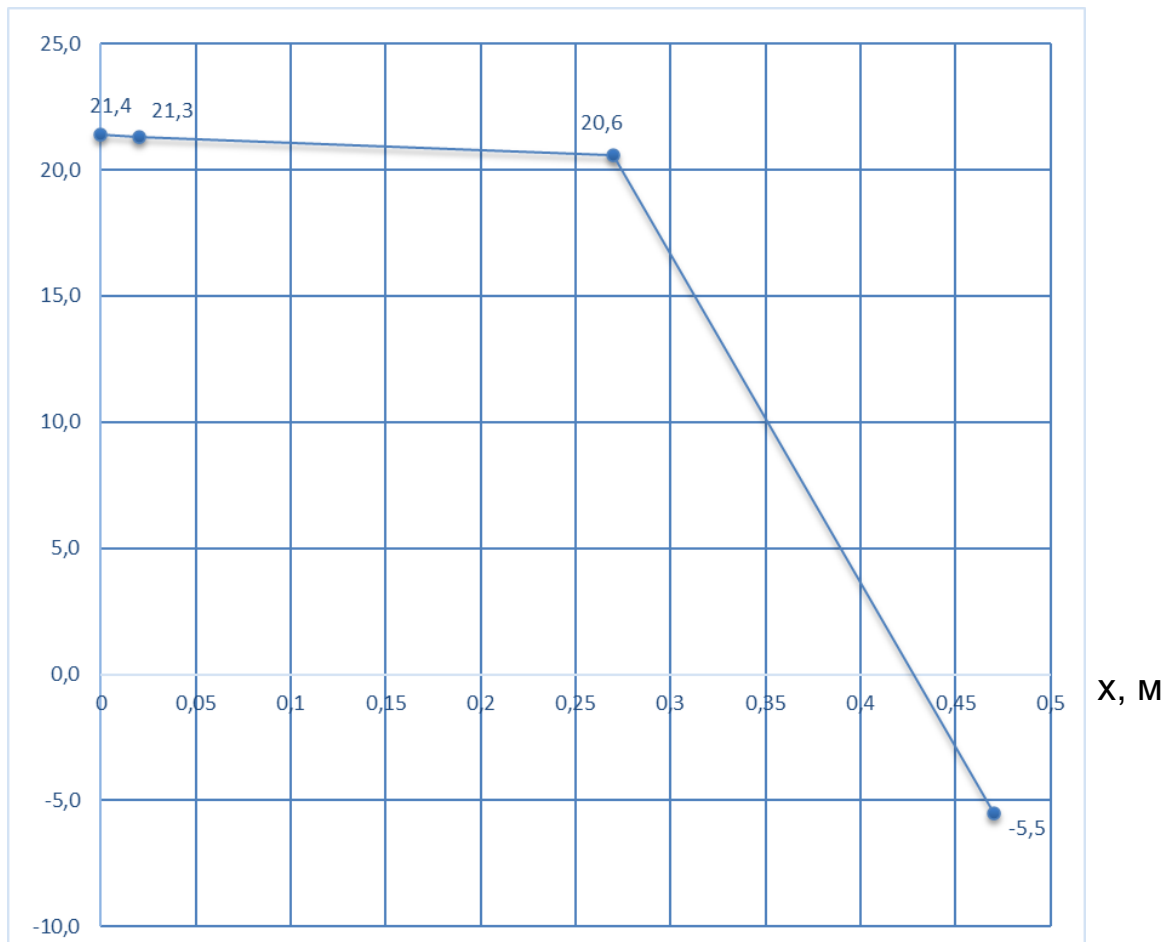
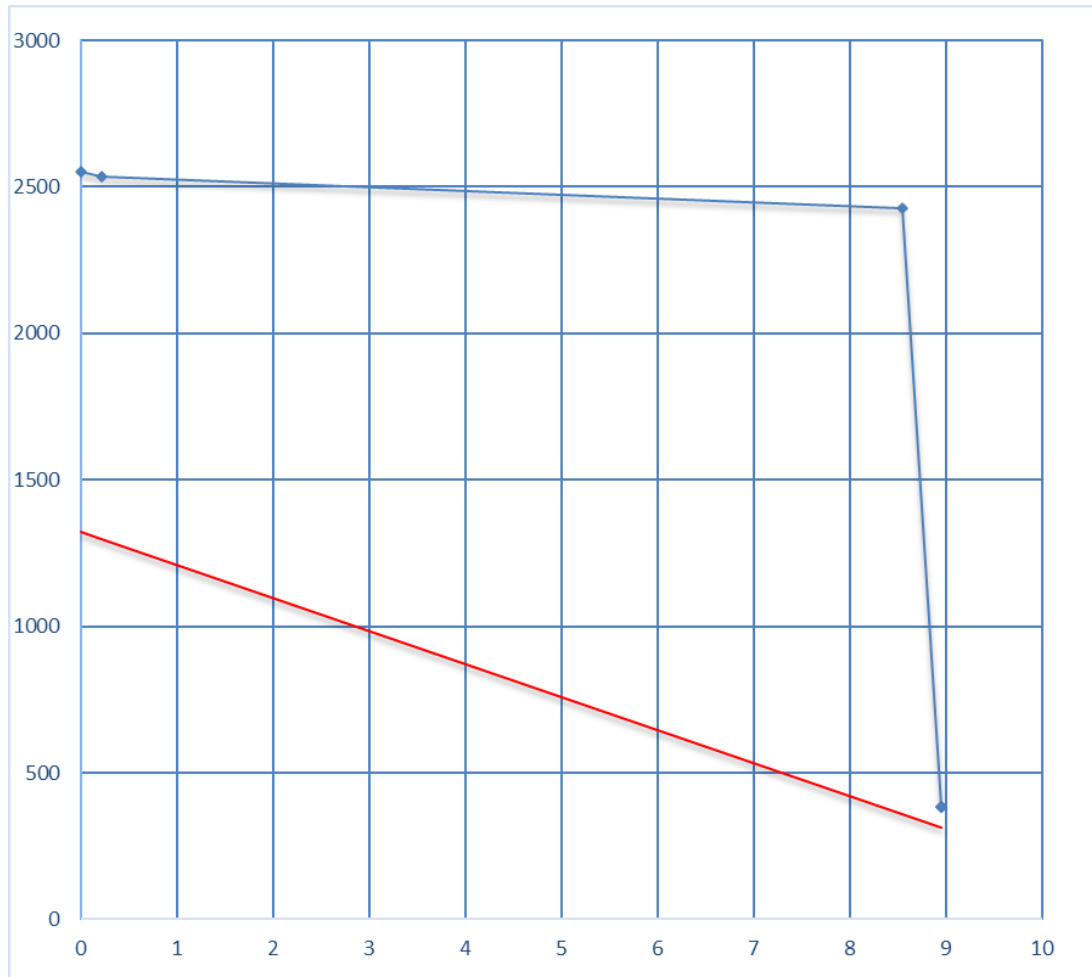


Рис. 3 Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

р, Па



Re, мг/(м·год·Па)

Рис. 4 Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни

Оскільки лінії E та e не перетинаються, що свідчить про те що процес конденсації водяної пари в товщі огорджувальної конструкції не відбувається.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

54

Таблиця 16 Склад стінового огороження (тип-3)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м ² ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	0,022	0,09	0,222	68
2	Залізобетон	200	2,04	0,098	0,03	6,667	74
3	Мінеральні плити (густина 80 кг/м ³)	200	0,04	5	0,5	0,4	Протокол №34К/22 аналог 1

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{\text{int}}=22^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\varphi_{\text{int}}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_{\text{в}} = 2645 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 22°C ;

$E_{\text{з}} = 372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\Phi_{\text{з}} = 84\%$ – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_{\text{в}} = 0,01\varphi_{\text{int}}E_{\text{в}} = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па}$;

$e_{\text{з}} = 0,01\varphi_{\text{з}}E_{\text{з}} = 0,01 \cdot 84 \cdot 372 = 312 \text{ Па}$.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за

формулою:
$$\theta(x) = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{зов}}}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{h_{\text{si}}} + R_x \right)$$

де θ_{int} – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{\text{зов}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря;

R_{Σ} – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м²·К)/Вт;

h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, (м²·К)/Вт.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$\theta(1) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,318] \cdot (1/8,7) = 21,4^{\circ}\text{C}$;

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

55

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,318] \cdot (1/8,7 + 0,022) = 21,3 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,318] \cdot (1/8,7 + 0,022 + 0,098) = 20,8 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 3-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,318] \cdot (1/8,7 + 0,022 + 0,098 + 5) = -5,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$\theta(x)$, $^\circ\text{C}$

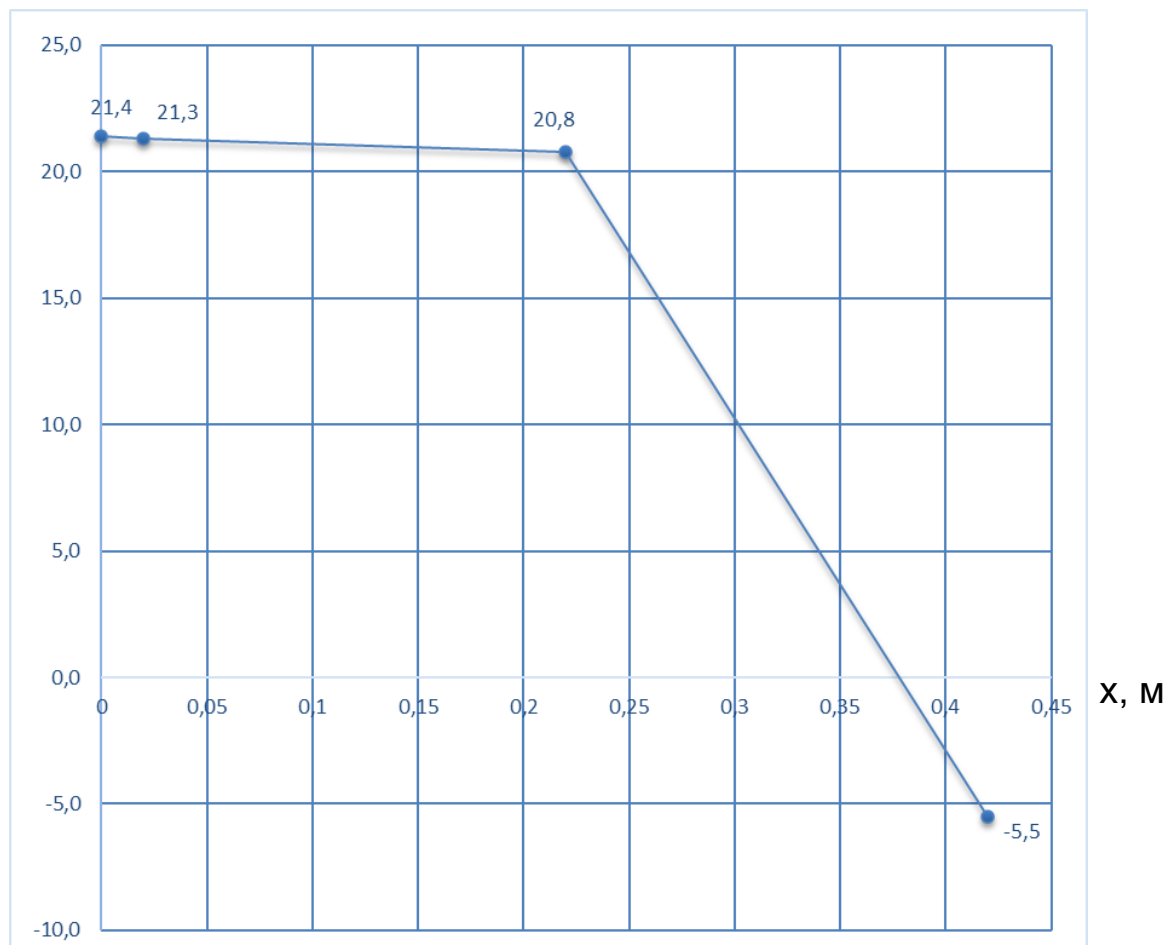
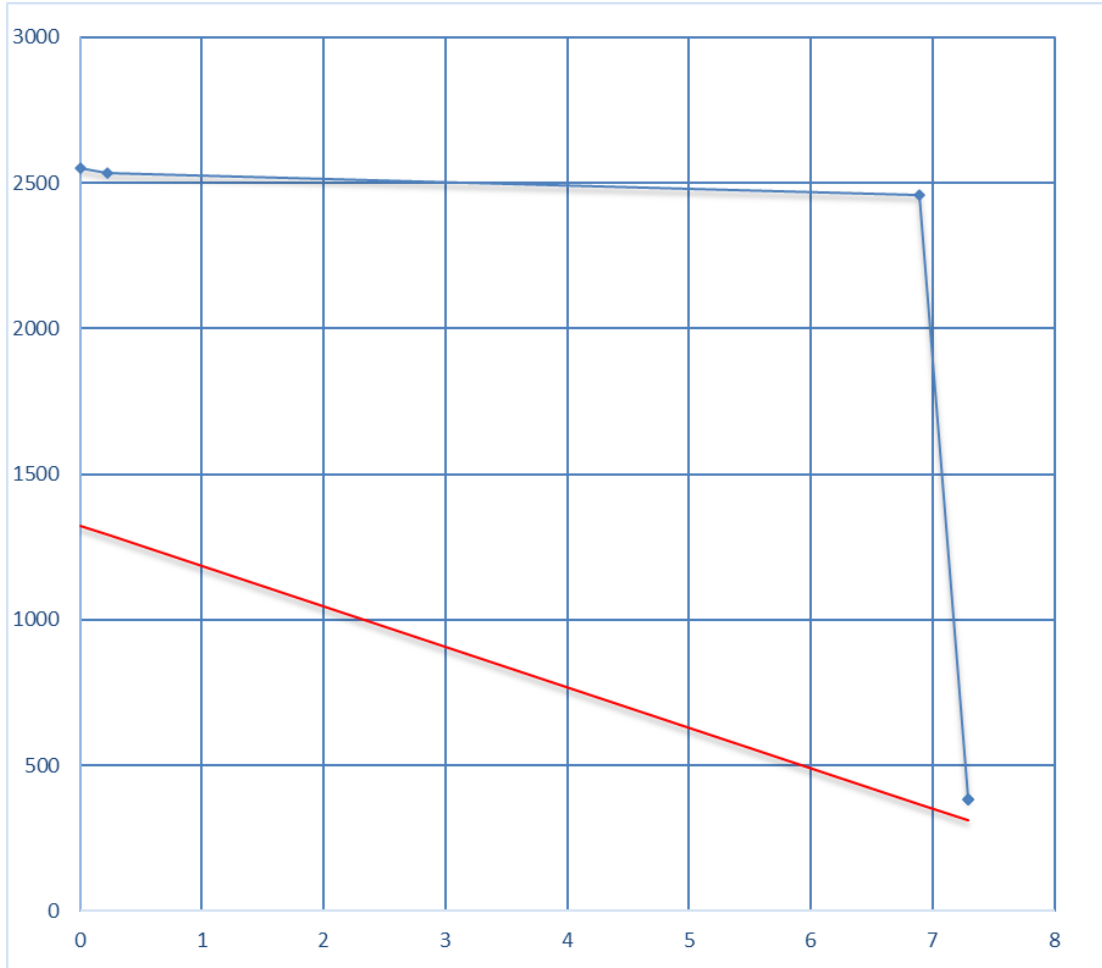


Рис. 5 Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

$p, \text{Па}$



$R_e, \text{mg}/(\text{m}\cdot\text{год}\cdot\text{Па})$

Рис. 6 Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни

Оскільки лінії E та e не перетинаються, що свідчить про те що процес конденсації водяної пари в товщі огорджувальної конструкції не відбувається.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

57

Таблиця 17 Склад стінового огороження (тип-4)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м ² ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Цементно-піщана штукатурка	20	0,93	0,022	0,09	0,222	68
2	Залізобетон	250	2,04	0,123	0,03	8,333	64
3	Гідроізоляція	8	0,22	0,036	0,008	1	81
4	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	170	0,034	5	0,008	21,25	Протокол №205-15-17К аналог 4

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{int}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_B = 2645 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 22°C ;

$E_3 = 372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\Phi_3 = 84\%$ – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_B = 0,01\phi_{int}E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па}$;

$e_3 = 0,01\phi_3E_3 = 0,01 \cdot 84 \cdot 372 = 312 \text{ Па}$.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:
$$\theta(x) = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{зов}}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_x \right)$$

де θ_{int} – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря;

R_{Σ} – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м²·К)/Вт;

h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, (м²·К)/Вт.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$\theta(1) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,379] \cdot (1/8,7) = 21,4^{\circ}\text{C}$;

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

58

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,379] \cdot (1/8,7 + 0,022) = 21,3 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,379] \cdot (1/8,7 + 0,022 + 0,123) = 20,7 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,379] \cdot (1/8,7 + 0,022 + 0,123 + 0,036) = 20,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 4-го шару:

$$\theta(5) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,379] \cdot (1/8,7 + 0,022 + 0,123 + 0,036 + 5) = -5,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$\theta(x)$, $^\circ\text{C}$

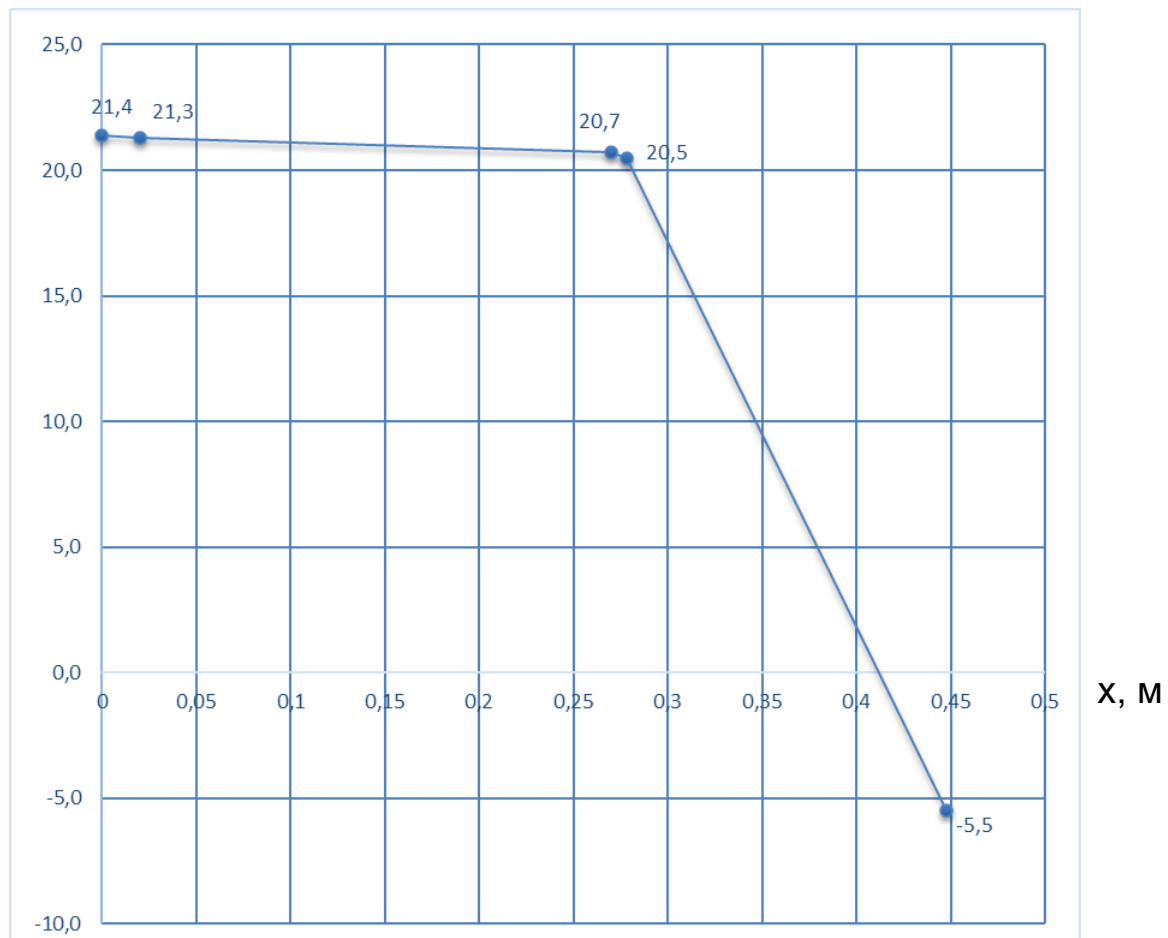
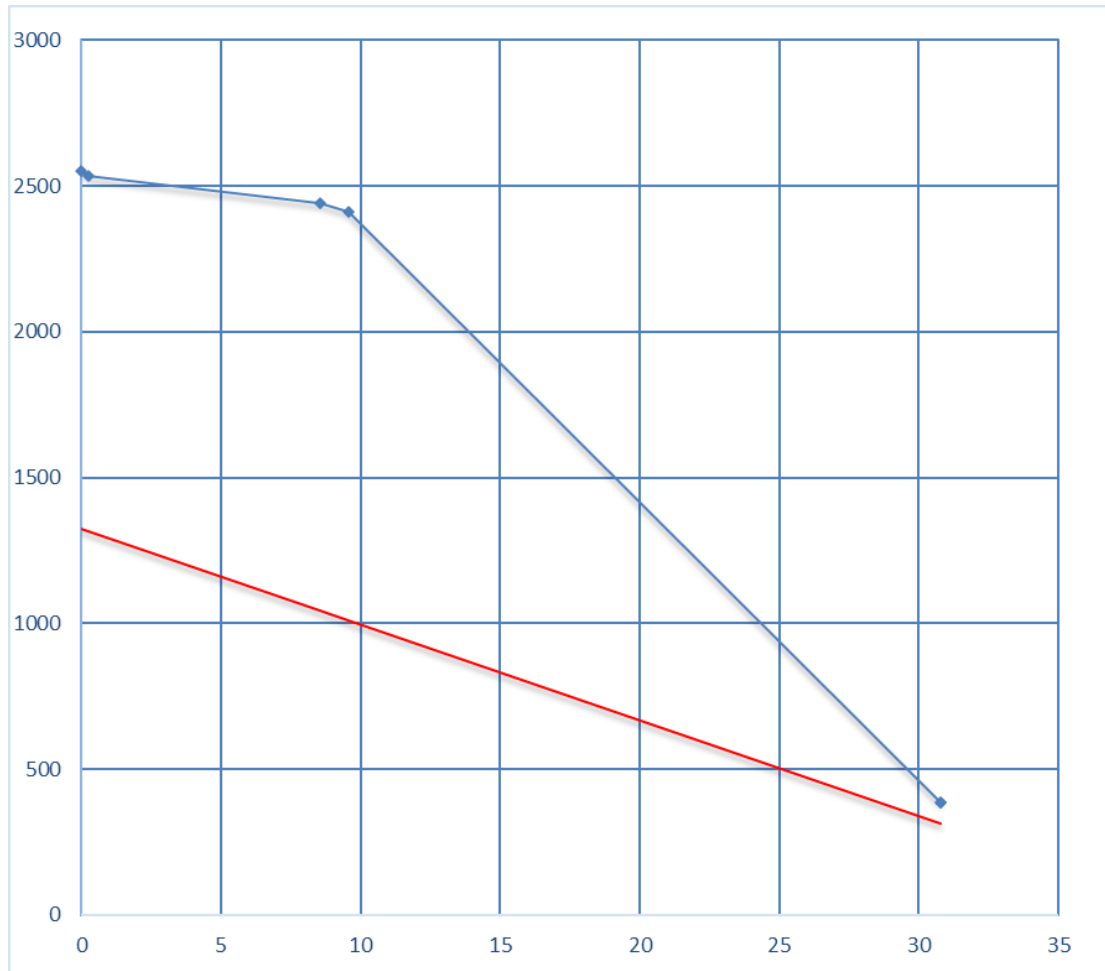


Рис. 7 Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

$p, \text{Па}$



$R_e, \text{mg}/(\text{m}\cdot\text{год}\cdot\text{Па})$

Рис. 8 Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни

Оскільки лінії E та e не перетинаються, що свідчить про те що процес конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

60

Таблиця 18 Склад стінового огороження (тип-5)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м ² ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Залізобетон	250	2,04	0,123	0,03	8,333	64
2	Мінеральні плити (густина 80 кг/м ³)	200	0,04	5	0,5	0,4	Протокол №34К/22 аналог 1

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\varphi_{int}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_B = 2645 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 22°C ;

$E_3 = 372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\Phi_3 = 84\%$ – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_B = 0,01\varphi_{int}E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па}$;

$e_3 = 0,01\varphi_3E_3 = 0,01 \cdot 84 \cdot 372 = 312 \text{ Па}$.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за формулою:
$$\theta(x) = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{зов}}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_X \right)$$

де θ_{int} – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря;

R_{Σ} – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м²·К)/Вт;

h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

R_X – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, (м²·К)/Вт.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,281] \cdot (1/8,7) = 21,4^{\circ}\text{C};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,281] \cdot (1/8,7 + 0,123) = 20,7^{\circ}\text{C};$$

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

61

- на зовнішній поверхні 2-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-5,9))/5,281] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 5) = -5,7 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$\theta(x)$, $^\circ\text{C}$

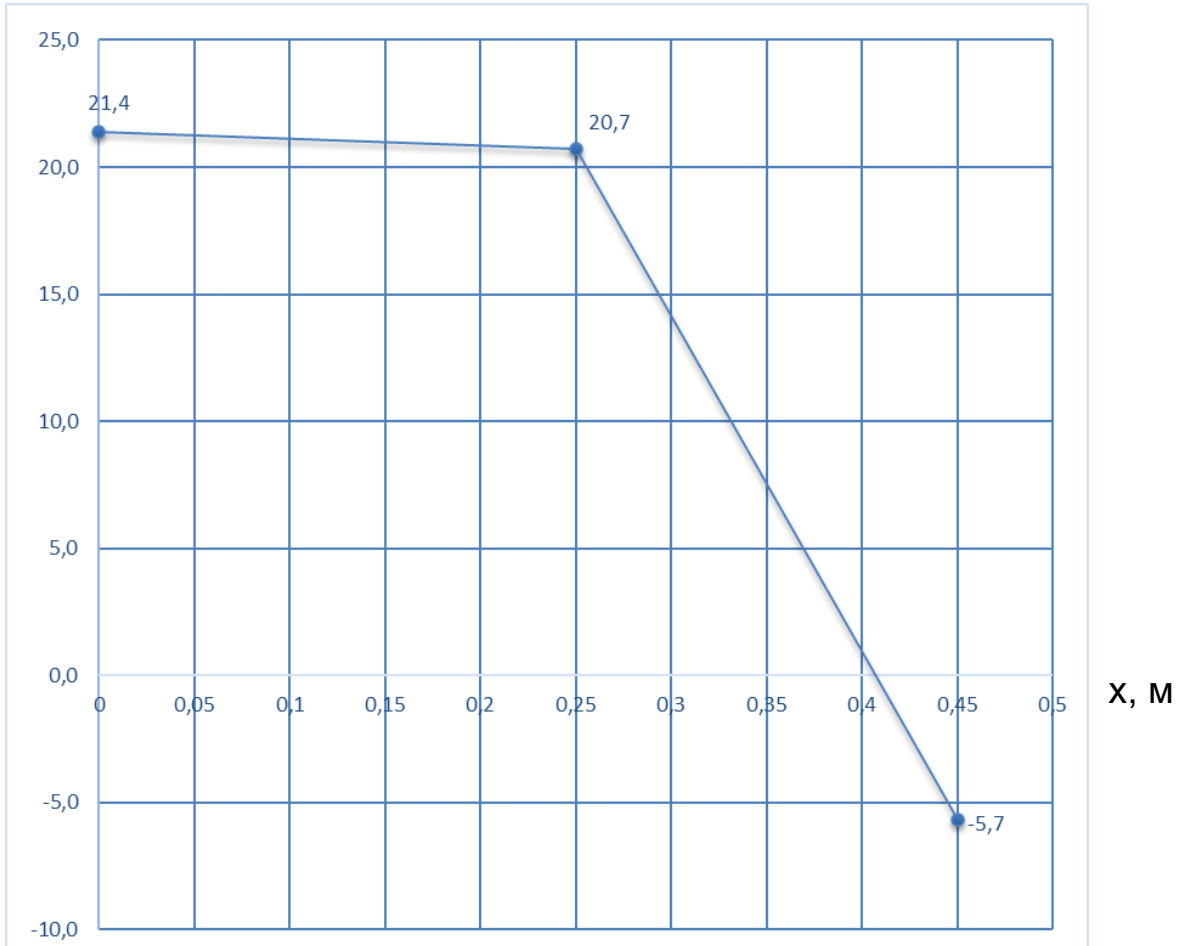


Рис. 9 Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

62

$p, \text{Па}$

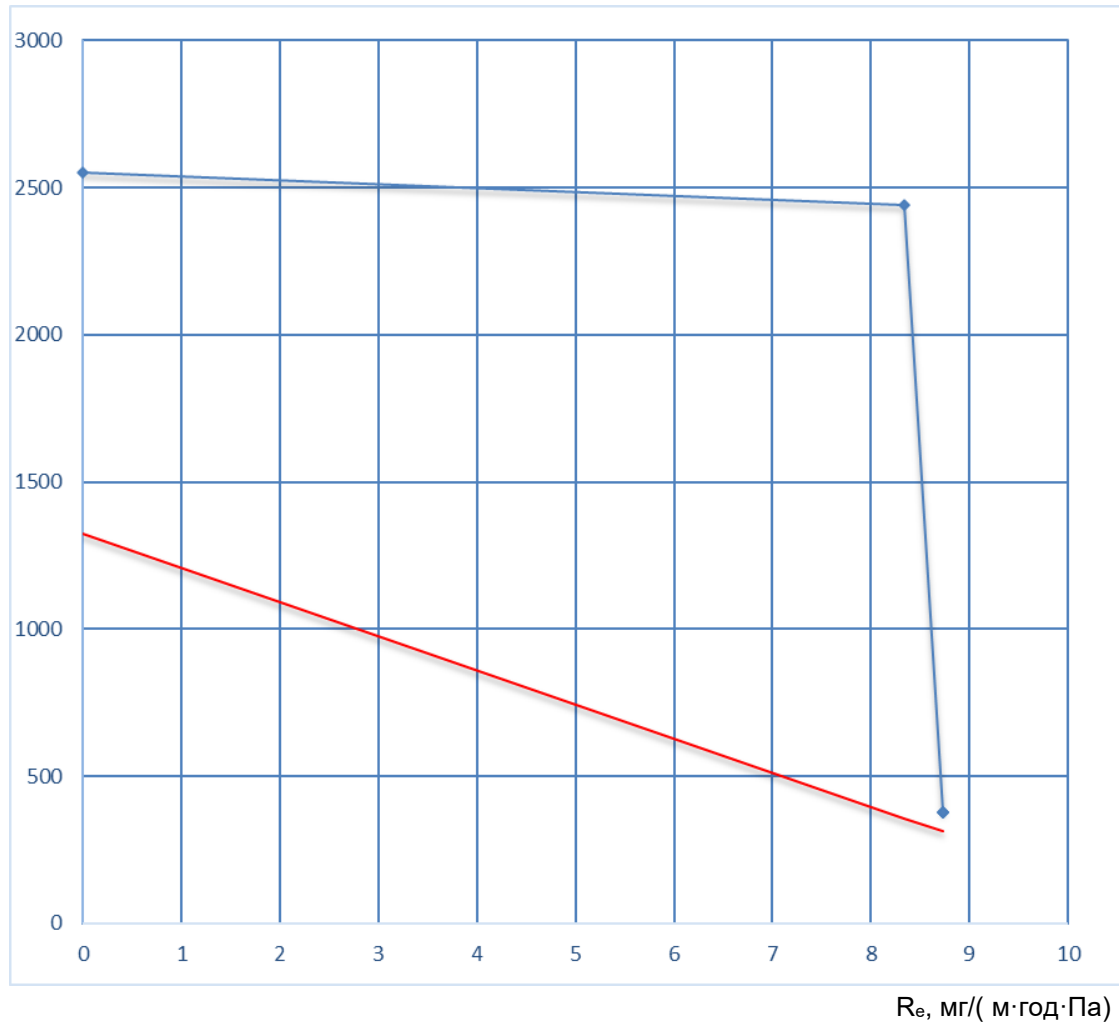


Рис. 10 Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни

Оскільки лінії E та e не перетинаються, що свідчить про те що процес конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

3.2.2 Суміщене покриття

Таблиця 19 Склад суміщеного перекриття, тип-1

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м ² ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Залізобетонна плита покриття	200	2,04	0,098	0,03	6,667	64
2	Стяжка із цементно-піщаного розчину для ухилу	10	0,93	0,011	0,09	0,111	68
3	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	240	0,034	7,059	0,008	30	Протокол №205-15-17К аналог 4
4	ПЕ плівка	0,5	0,23	0,002	0,00011	4,545	84
5	Стяжка із бетону	60	1,86	0,032	0,03	2	65
6	Геотекстиль	0,5	0,27	0,002	0,008	0,063	81
7	ПВХ мембрана	1,8	0,23	0,008	0,00011	16,364	84

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\varphi_{int}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_B = 2645 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 22°C ;

$E_3 = 372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\Phi_3 = 84\%$ – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_B = 0,01\varphi_{int}E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па}$;

$e_3 = 0,01\varphi_3E_3 = 0,01 \cdot 84 \cdot 372 = 312 \text{ Па}$.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за

формулою:
$$\theta(x) = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{зов}}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_x \right)$$

де θ_{int} – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря;

R_{Σ} – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м²·К)/Вт;

h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

64

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,355] \cdot (1/8,7) = 21,6 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098) = 21,2 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011) = 21,2 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059) = -5,6 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

- на межі 4-го та 5-го шару:

$$\theta(5) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059 + 0,002) = -5,6 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

- на межі 5-го та 6-го шару:

$$\theta(6) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032) = -5,7 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

- на межі 6-го та 7-го шару:

$$\theta(7) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032 + 0,002) = -5,7 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 7-го шару:

$$\theta(8) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032 + 0,002 + 0,008) = -5,7 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

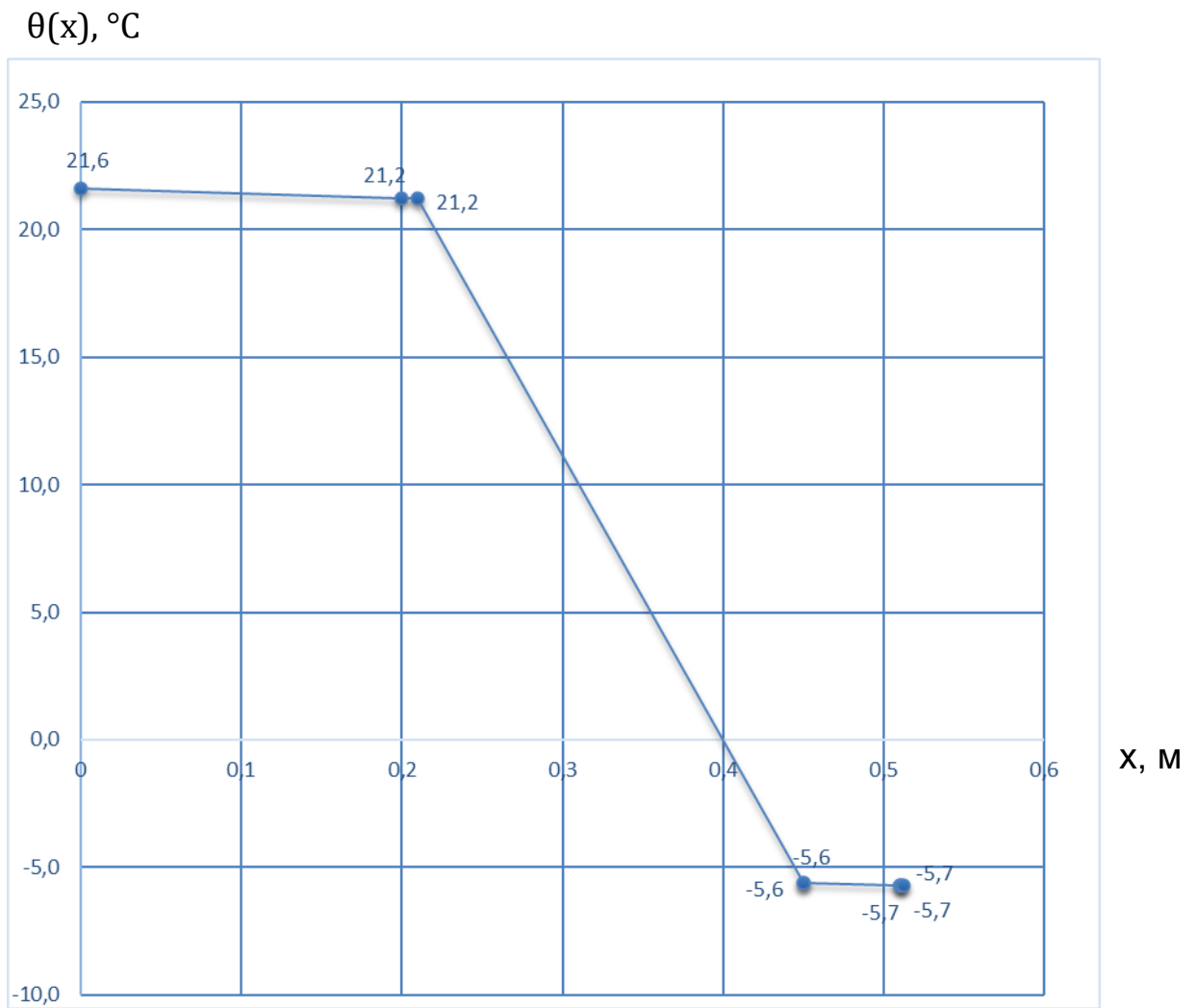


Рис. 11 Розподіл температур у товщі суміщеного перекриття

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

р, Па

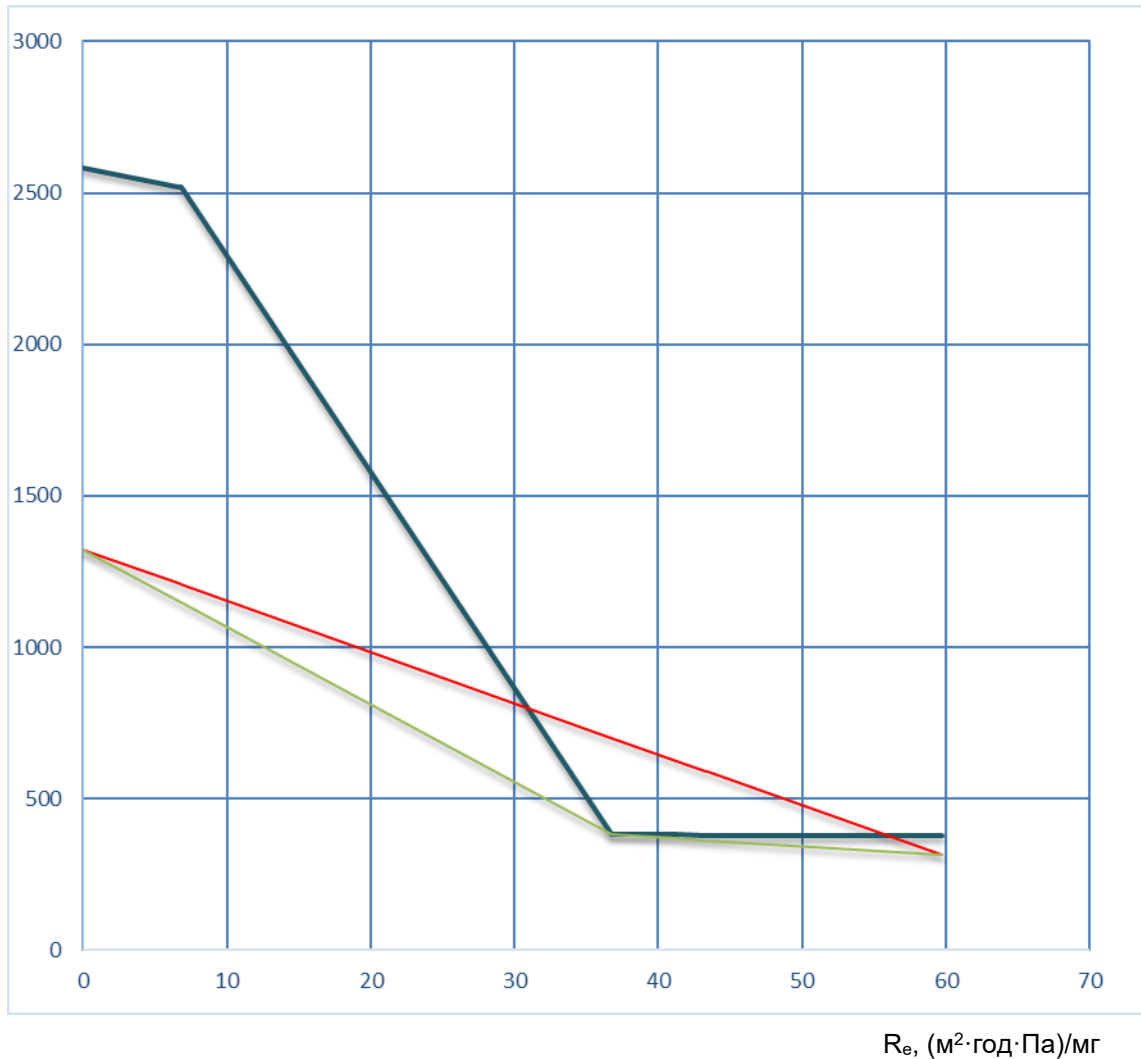


Рис. 12 Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного перекриття

Оскільки лінії Е та е перетинаються, що свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувальної конструкції, будується лінія розрахункового тиску водяної пари e_p . Лінію e_p будують, проводячи дотичні з точок на поверхнях конструкції, що відповідають значенням парціального тиску внутрішнього і зовнішнього повітря до лінії розподілу насиченої водяної пари Е.

За розподілом парціальних тисків згідно рисунку вище встановлено, що конденсація відбувається на межі шару утеплювача та ПЕ плівки.

Кількість водяної пари i_b , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_b = (e_b - p_k) / R_{св} = (1323 - 382) / 36,778 = 25,59 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість водяної пари i_3 , мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = (p_k - e_3) / R_{сз} = (382 - 312) / (59,75 - 36,778) = 3,05 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість вологи W , кг/м², що конденсується в конструкції за січень:

$$W = \tau \cdot (i_b - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (25,59 - 3,05) \cdot 10^{-6} = 0,017 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Виконуючи подібні розрахунки для інших місяців періоду вологонакопичення (у даному випадку січень, лютий, березень, листопад і грудень), отримують значення кількості вологи, що сконденсувалась в огорожувальній конструкції кожного місяця та за весь період вологонакопичення.

Проводимо розрахунки для першого місяця періоду вологовіддачі – березня.

Аналогічно визначаємо парціальні тиски насиченої водяної пари E :

$$E_B = 2645 \text{ Па} - \text{при температурі внутрішнього повітря } 22 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_3 = 1148 \text{ Па} - \text{при температурі зовнішнього повітря } 9 \text{ }^\circ\text{C (квітень)}.$$

$$\Phi_3 = 67\% - \text{відносна вологість зовнішнього повітря (квітень)}.$$

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$$e_B = 0,01\varphi_{\text{int}} E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па};$$

$$e_3 = 0,01\varphi_3 E_3 = 0,01 \cdot 67 \cdot 1148 = 769 \text{ Па}.$$

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^\circ\text{C}$, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - 9)/7,355] \cdot (1/8,7) = 21,8 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - 9)/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098) = 21,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - 9)/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011) = 21,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - 9)/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059) = 9,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 4-го та 5-го шару:

$$\theta(5) = 22 - [(22 - 9)/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059 + 0,002) = 9,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 5-го та 6-го шару:

$$\theta(6) = 22 - [(22 - 9)/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032) = 9,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 6-го та 7-го шару:

$$\theta(7) = 22 - [(22 - 9)/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032 + 0,002) = 9,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 7-го шару:

$$\theta(8) = 22 - [(22 - 9)/7,355] \cdot (1/8,7 + 0,098 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032 + 0,002 + 0,008) = 9,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

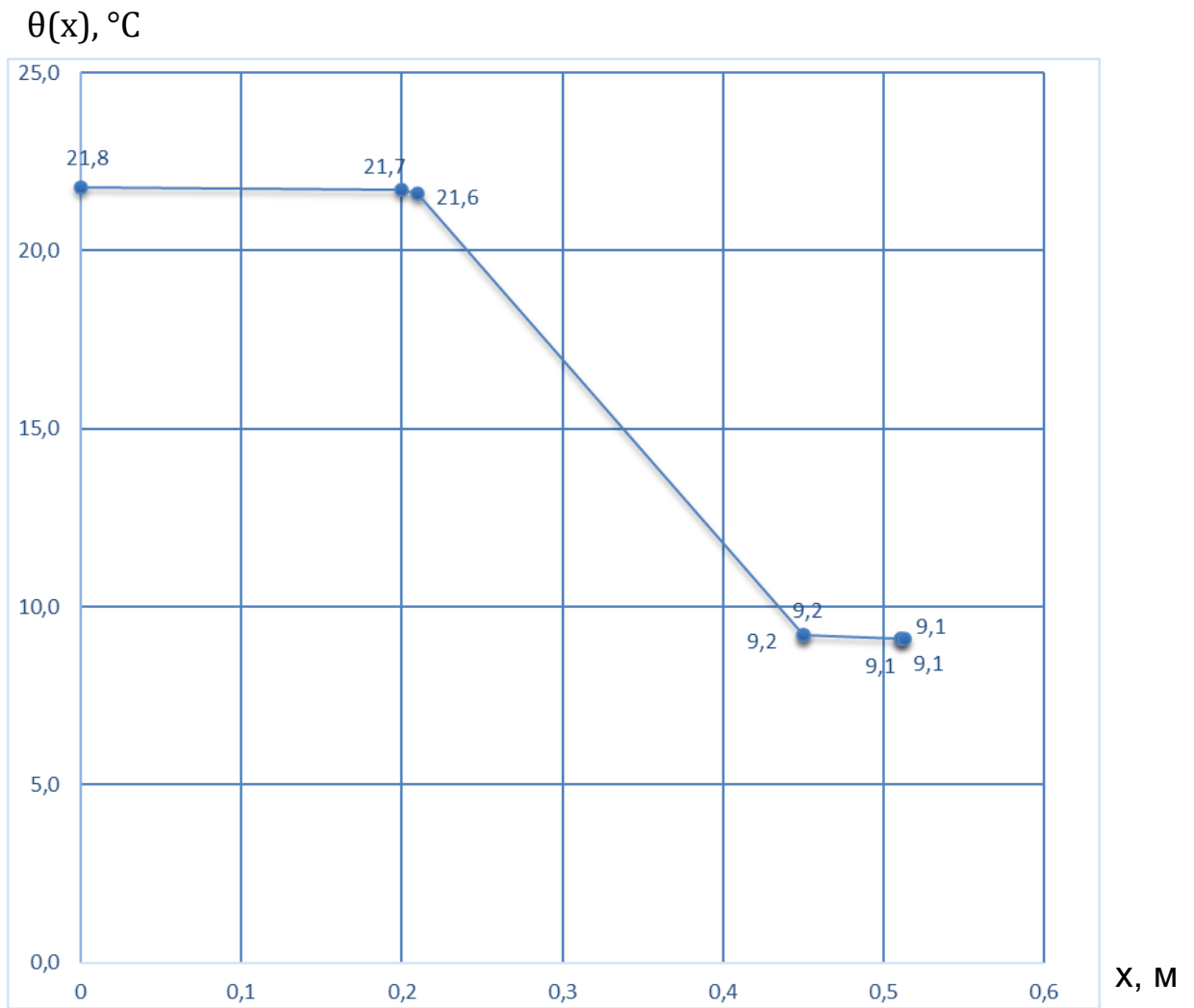


Рис. 13 Розподіл температур у товщі суміщеного перекриття (квітень)

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

р, Па

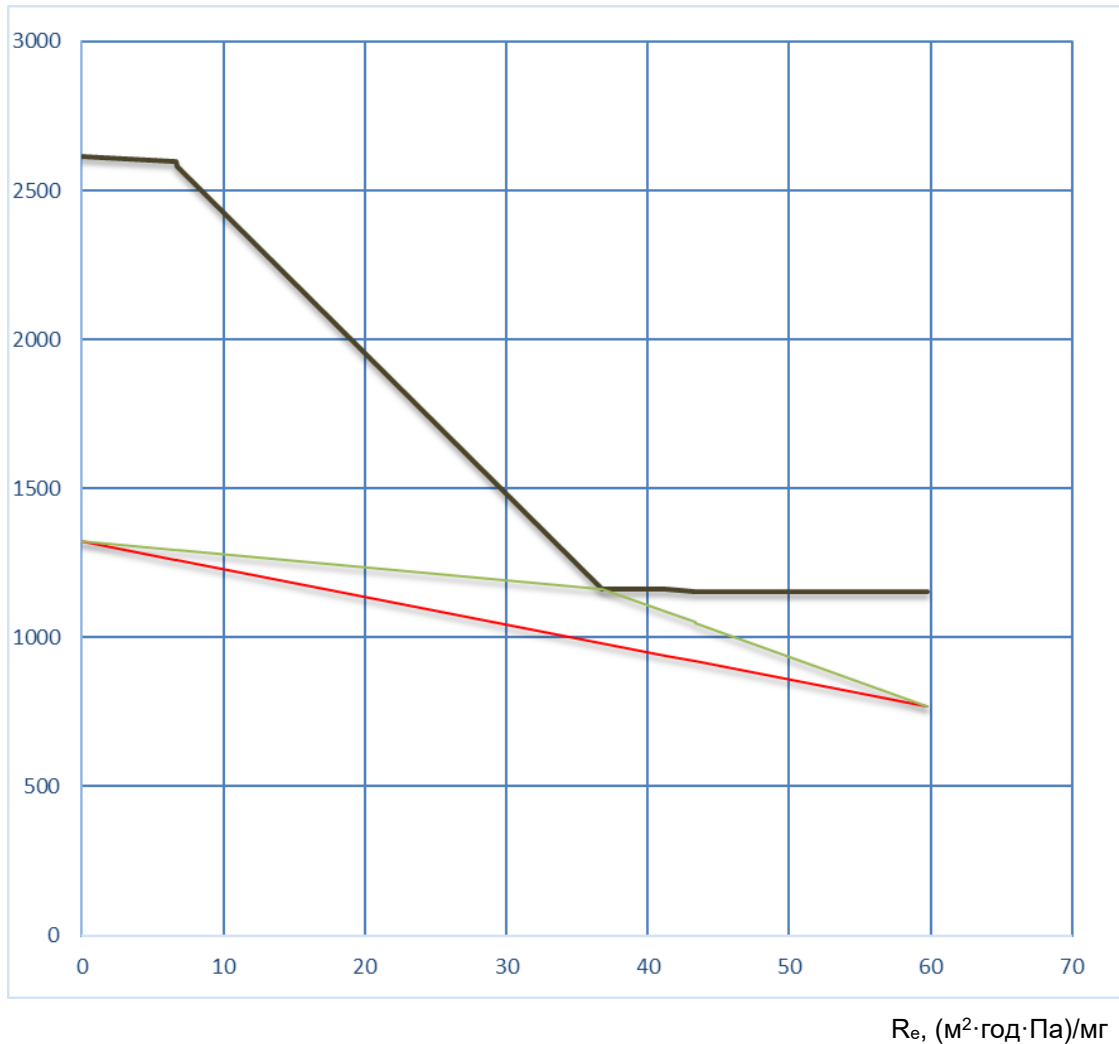


Рис. 14 Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного перекриття (квітень)

За розподілом парціальних тисків на рисунку вище встановлено, що волога, яка сконденсувалася за період вологонакопичення, випаровуватиметься назовні і надходить із приміщення.

Кількість водяної пари i_B , мг/(м²·год), що надходить із зони конденсації до приміщення:

$$i_B = (p_B - e_K) / R_{св} = (1323 - 1163) / 36,778 = 4,35 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість водяної пари i_3 , мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = (p_K - e_3) / R_{сз} = (1163 - 769) / (59,75 - 36,778) = 17,15 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість вологи W , кг/м², що випаровується з конструкції за квітень:

$$W = \tau \cdot (i_3 - i_B) \cdot 10^{-6} = 720 \cdot (17,15 - 4,35) \cdot 10^{-6} = 0,009 \text{ мг}/\text{м}^2.$$

Проводимо розрахунки для всіх місяців періоду випаровування вологи.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Таблиця 20 Річний баланс вологи в товщі огородження.

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувались в огорожувальній конструкції, кг/м ²	Кількість вологи, що випарувалась із зони конденсації, кг/м ²
Січень	0,017	0
Лютий	0,014	0
Березень	0,009	0
Квітень	0	0,009
Травень	0	0,032
Червень	0	0,042
Липень	0	0,050
Серпень	0	0,046
Вересень	0	0,021
Жовтень	0	0,003
Листопад	0,010	0
Грудень	0,015	0
	$\Sigma = 0,065$	$\Sigma = 0,203$

За проведеними розрахунками встановлено, що в даній конструкції суміщеного перекриття процес конденсації водяної пари відбувається протягом січня, лютого та грудня. В інші місяці року відбувається випаровування вологи що сконденсувалась. При цьому встановлено, що за перші три місяці після закінчення процесів конденсації (квітень, травень та червень) випаровується вся волога, що сконденсувалась за місяці конденсації, отже умова $W_{зп} \leq W_{лп}$, $0,065 \leq 0,203$ мг/м² виконується. Де $W_{зп}$ та $W_{лп}$ відповідно кількість накопиченої вологи, що сконденсувалась в товщі огородження та кількість вологи, що випарувалась протягом року із огородження.

Оцінюємо збільшення вологості матеріалу у товщині шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи, за холодний період року. В даному випадку зволожується шар теплоізоляції, оскільки він є прилеглим до зони конденсації.

Для виробів теплоізоляційних виробів із пінополістиролу допустиме значення збільшення вологості $\Delta w_d = 2,0$ % згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2021.

$$\Delta w = W_{зп} / (\delta_k \cdot \rho_k) \cdot 100\% = 0,065 / (0,24 \cdot 35) \cdot 100\% = 0,774\%$$

Умова згідно ДБН В.2.6-31:2021 $\Delta w \leq \Delta w_d$, $0,774 \leq 2,0$ % отже умова виконується.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Таблиця 21 Склад суміщеного перекриття, тип-2

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м ² ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Залізобетонна плита покриття	250	2,04	0,123	0,03	8,333	64
2	Стяжка із цементно-піщаного розчину для ухилу	10	0,93	0,011	0,09	0,111	68
3	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	240	0,034	7,059	0,008	30	Протокол №205-15-17К аналог 4
4	ПЕ плівка	0,5	0,23	0,002	0,00011	4,545	84
5	Стяжка із бетону	60	1,86	0,032	0,03	2	65
6	Геотекстиль	0,5	0,27	0,002	0,008	0,063	81
7	ПВХ мембрана	1,8	0,23	0,008	0,00011	16,364	84

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\phi_{int}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_B = 2645 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 22°C ;

$E_3 = 372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\Phi_3 = 84\%$ – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_B = 0,01\phi_{int}E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па}$;

$e_3 = 0,01\phi_3E_3 = 0,01 \cdot 84 \cdot 372 = 312 \text{ Па}$.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за

формулою:
$$\theta(x) = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{зов}}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_x \right)$$

де θ_{int} – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря;

R_{Σ} – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м²·К)/Вт;

h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, (м²·К)/Вт.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

72

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,38] \cdot (1/8,7) = 21,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123) = 21,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011) = 21,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059) = -5,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 4-го та 5-го шару:

$$\theta(5) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059 + 0,002) = -5,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 5-го та 6-го шару:

$$\theta(6) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032) = -5,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 6-го та 7-го шару:

$$\theta(7) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032 + 0,002) = -5,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 7-го шару:

$$\theta(8) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032 + 0,002 + 0,008) = -5,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

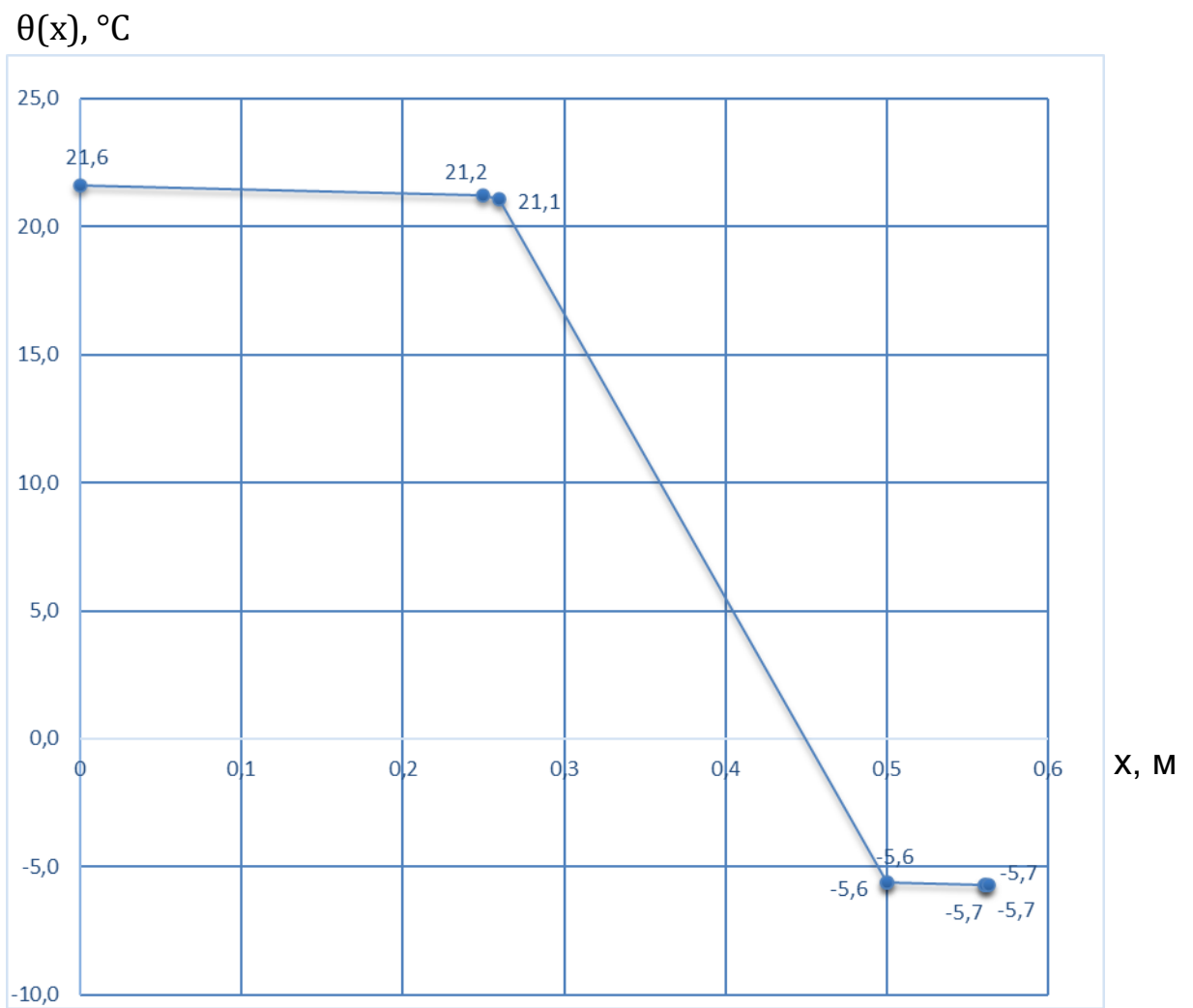


Рис. 15 Розподіл температур у товщі суміщеного перекриття

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

р, Па

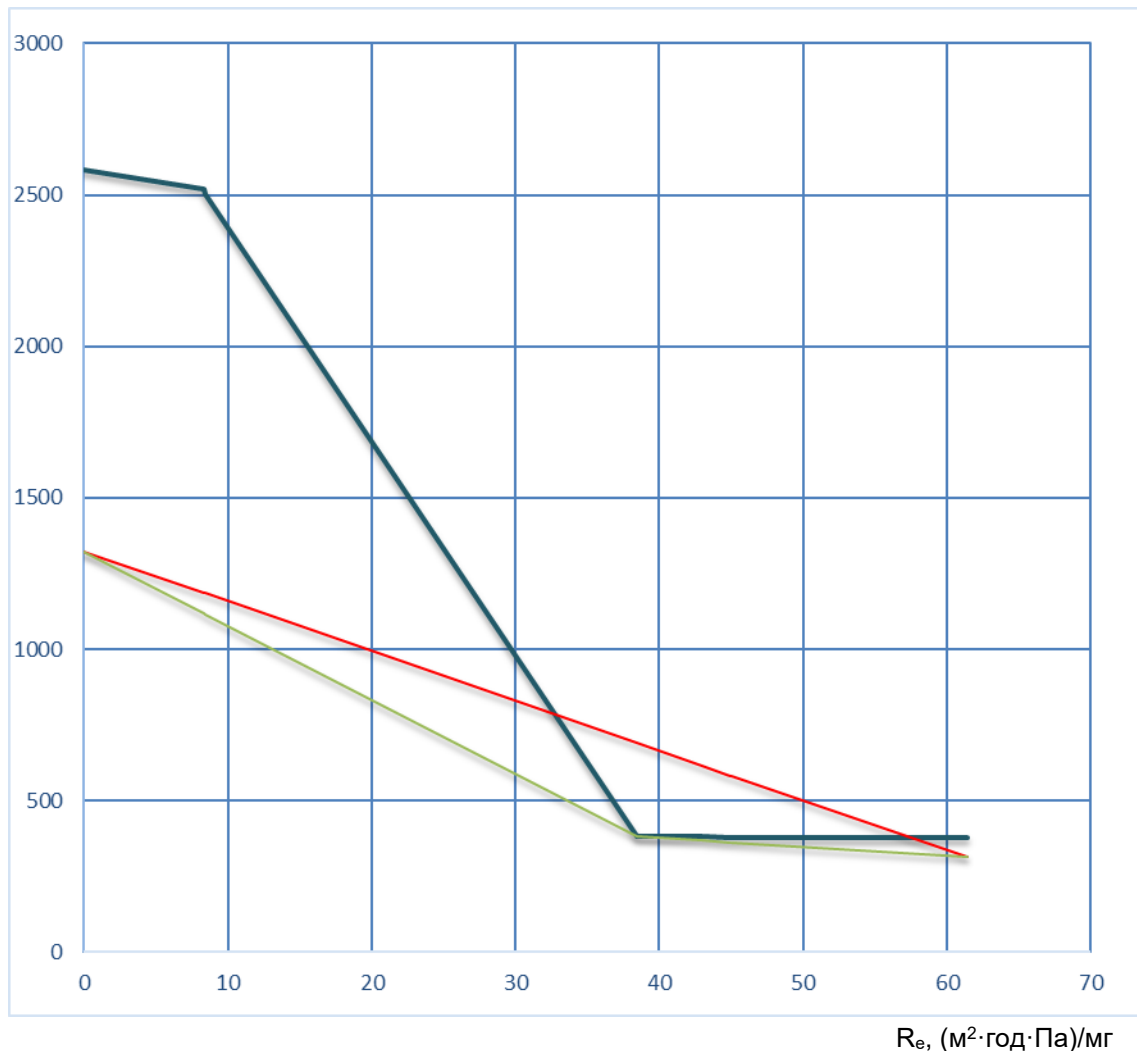


Рис. 16 Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного перекриття

Оскільки лінії E та e перетинаються, що свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувальної конструкції, будується лінія розрахункового тиску водяної пари e_p . Лінію e_p будують, проводячи дотичні з точок на поверхнях конструкції, що відповідають значенням парціального тиску внутрішнього і зовнішнього повітря до лінії розподілу насиченої водяної пари E .

За розподілом парціальних тисків згідно рисунку вище встановлено, що конденсація відбувається на межі шару утеплювача та ПЕ плівки.

Кількість водяної пари i_b , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_b = (e_b - p_k) / R_{св} = (1323 - 382) / 38,444 = 24,48 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість водяної пари i_3 , мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = (p_k - e_3) / R_{сз} = (382 - 312) / (61,416 - 38,444) = 3,05 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість вологи W , кг/м², що конденсується в конструкції за січень:

$$W = \tau \cdot (i_b - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (24,48 - 3,05) \cdot 10^{-6} = 0,016 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Виконуючи подібні розрахунки для інших місяців періоду вологонакопичення (у даному випадку січень, лютий, березень, листопад і грудень), отримують значення кількості вологи, що сконденсувалась в огорожувальній конструкції кожного місяця та за весь період вологонакопичення.

Проводимо розрахунки для першого місяця періоду вологовіддачі – березня.

Аналогічно визначаємо парціальні тиски насиченої водяної пари E :

$$E_B = 2645 \text{ Па} - \text{при температурі внутрішнього повітря } 22 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_3 = 1148 \text{ Па} - \text{при температурі зовнішнього повітря } 9 \text{ }^\circ\text{C (квітень)}.$$

$$\Phi_3 = 67\% - \text{відносна вологість зовнішнього повітря (квітень)}.$$

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$$e_B = 0,01\varphi_{\text{int}} E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па};$$

$$e_3 = 0,01\varphi_3 E_3 = 0,01 \cdot 67 \cdot 1148 = 769 \text{ Па}.$$

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^\circ\text{C}$, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - 9)/7,38] \cdot (1/8,7) = 21,8 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - 9)/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123) = 21,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - 9)/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011) = 21,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - 9)/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059) = 9,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 4-го та 5-го шару:

$$\theta(5) = 22 - [(22 - 9)/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059 + 0,002) = 9,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 5-го та 6-го шару:

$$\theta(6) = 22 - [(22 - 9)/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032) = 9,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 6-го та 7-го шару:

$$\theta(7) = 22 - [(22 - 9)/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032 + 0,002) = 9,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 7-го шару:

$$\theta(8) = 22 - [(22 - 9)/7,38] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 0,011 + 7,059 + 0,002 + 0,032 + 0,002 + 0,008) = 9,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

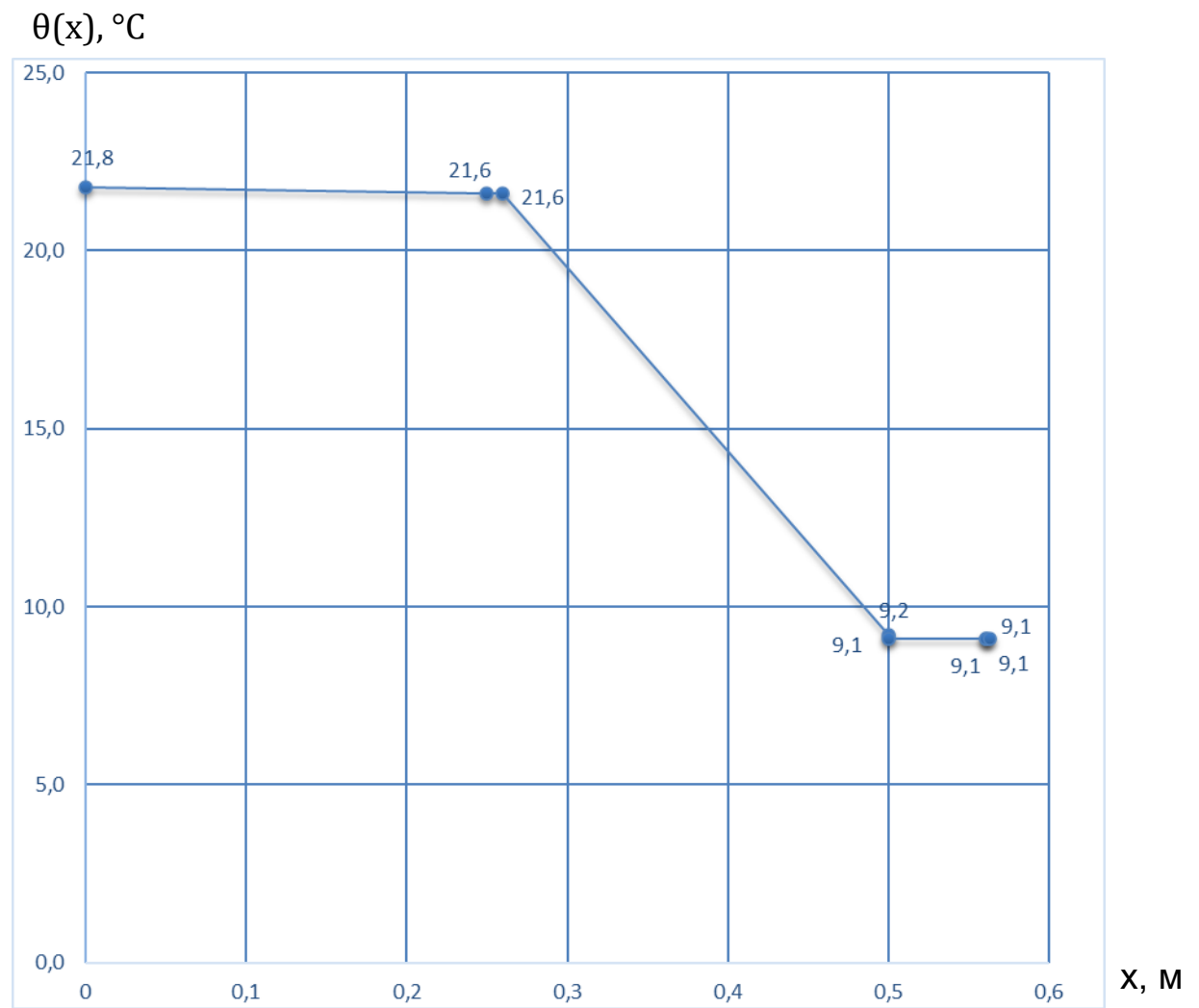


Рис. 17 Розподіл температур у товщі суміщеного перекриття (квітень)

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

р, Па

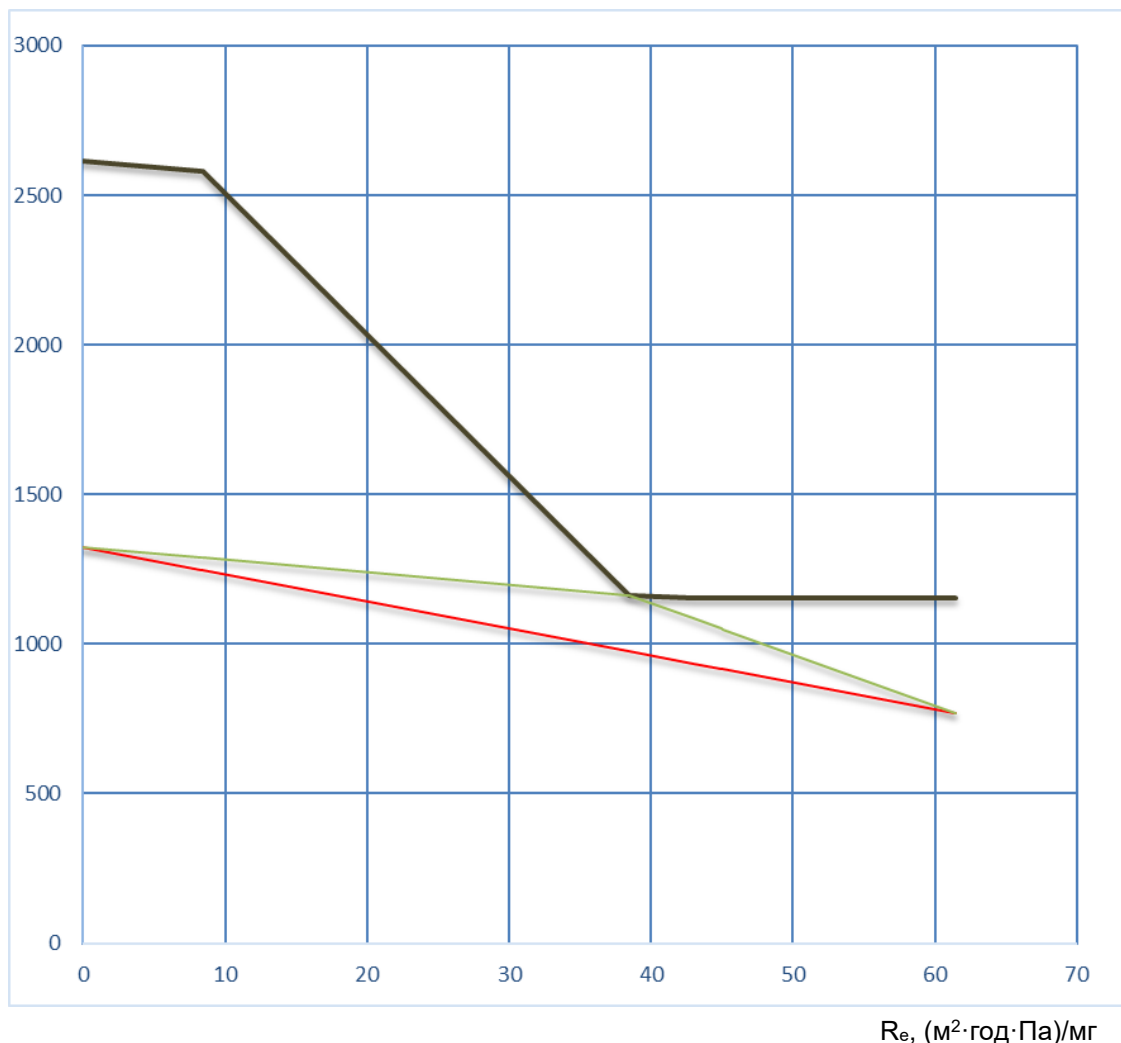


Рис. 18 Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного перекриття (квітень)

За розподілом парціальних тисків на рисунку вище встановлено, що волога, яка сконденсувалася за період вологонакопичення, випаровуватиметься назовні і надходить із приміщення.

Кількість водяної пари i_B , мг/(м²·год), що надходить із зони конденсації до приміщення:

$$i_B = (p_B - e_K) / R_{св} = (1323 - 1163) / 38,444 = 4,16 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість водяної пари i_3 , мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = (p_K - e_3) / R_{сз} = (1163 - 769) / (61,416 - 38,444) = 17,15 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість вологи W , кг/м², що випаровується з конструкції за квітень:

$$W = \tau \cdot (i_3 - i_B) \cdot 10^{-6} = 720 \cdot (17,15 - 4,16) \cdot 10^{-6} = 0,009 \text{ мг}/\text{м}^2.$$

Проводимо розрахунки для всіх місяців періоду випаровування вологи.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Таблиця 22 Річний баланс вологи в товщі огородження.

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувались в огорожувальній конструкції, кг/м ²	Кількість вологи, що випарувалась із зони конденсації, кг/м ²
Січень	0,016	0
Лютий	0,014	0
Березень	0,009	0
Квітень	0	0,009
Травень	0	0,032
Червень	0	0,041
Липень	0	0,049
Серпень	0	0,046
Вересень	0	0,021
Жовтень	0	0,003
Листопад	0,010	0
Грудень	0,014	0
	$\Sigma = 0,063$	$\Sigma = 0,201$

За проведеними розрахунками встановлено, що в даній конструкції суміщеного перекриття процес конденсації водяної пари відбувається протягом січня, лютого та грудня. В інші місяці року відбувається випаровування вологи що сконденсувалась. При цьому встановлено, що за перші три місяці після закінчення процесів конденсації (квітень, травень та червень) випаровується вся волога, що сконденсувалась за місяці конденсації, отже умова $W_{зп} \leq W_{лп}$, $0,063 \leq 0,201$ мг/м² виконується. Де $W_{зп}$ та $W_{лп}$ відповідно кількість накопиченої вологи, що сконденсувалась в товщі огородження та кількість вологи, що випарувалась протягом року із огородження.

Оцінюємо збільшення вологості матеріалу у товщині шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи, за холодний період року. В даному випадку зволожується шар теплоізоляції, оскільки він є прилеглим до зони конденсації.

Для виробів теплоізоляційних виробів із пінополістиролу допустиме значення збільшення вологості $\Delta w_d = 2,0$ % згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2021.

$$\Delta w = W_{зп} / (\delta_k \cdot \rho_k) \cdot 100\% = 0,063 / (0,24 \cdot 35) \cdot 100\% = 0,75\%.$$

Умова згідно ДБН В.2.6-31:2021 $\Delta w \leq \Delta w_d$, $0,75 \leq 2,0$ % отже умова виконується.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Таблиця 23 Склад суміщеного перекриття, тип-3

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м ² ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Залізобетонна плита покриття	250	2,04	0,123	0,03	8,333	64
2	Мінеральні плити (густина 150/80 кг/м ³)	250	0,0373	6,702	0,43	0,581	Протокол №26-21/20 аналог 1
3	OSB плита	16	0,16	0,1	0,13	0,123	21

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря $\varphi_{int}=50\%$.

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_B = 2645 \text{ Па}$ – при температурі внутрішнього повітря 22°C ;

$E_3 = 372 \text{ Па}$ – при температурі зовнішнього повітря $-5,9^{\circ}\text{C}$ (в січні).

$\Phi_3 = 84\%$ – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_B = 0,01\varphi_{int}E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па}$;

$e_3 = 0,01\varphi_3E_3 = 0,01 \cdot 84 \cdot 372 = 312 \text{ Па}$.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції за

формулою:
$$\theta(x) = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{зов}}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_x \right)$$

де θ_{int} – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{зов}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, як середня місячна температура повітря;

R_{Σ} – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м²·К)/Вт;

h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

R_x – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, (м²·К)/Вт.

Визначаємо розподіл температур $\theta(x)$, $^{\circ}\text{C}$, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$\theta(1) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,068] \cdot (1/8,7) = 21,6^{\circ}\text{C}$;

- на межі 1-го та 2-го шару:

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

80

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,068] \cdot (1/8,7 + 0,123) = 21,1 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,068] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 6,702) = -5,3 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 3-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-5,9))/7,068] \cdot (1/8,7 + 0,123 + 6,702 + 0,1) = -5,7 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$\theta(x)$, $^\circ\text{C}$

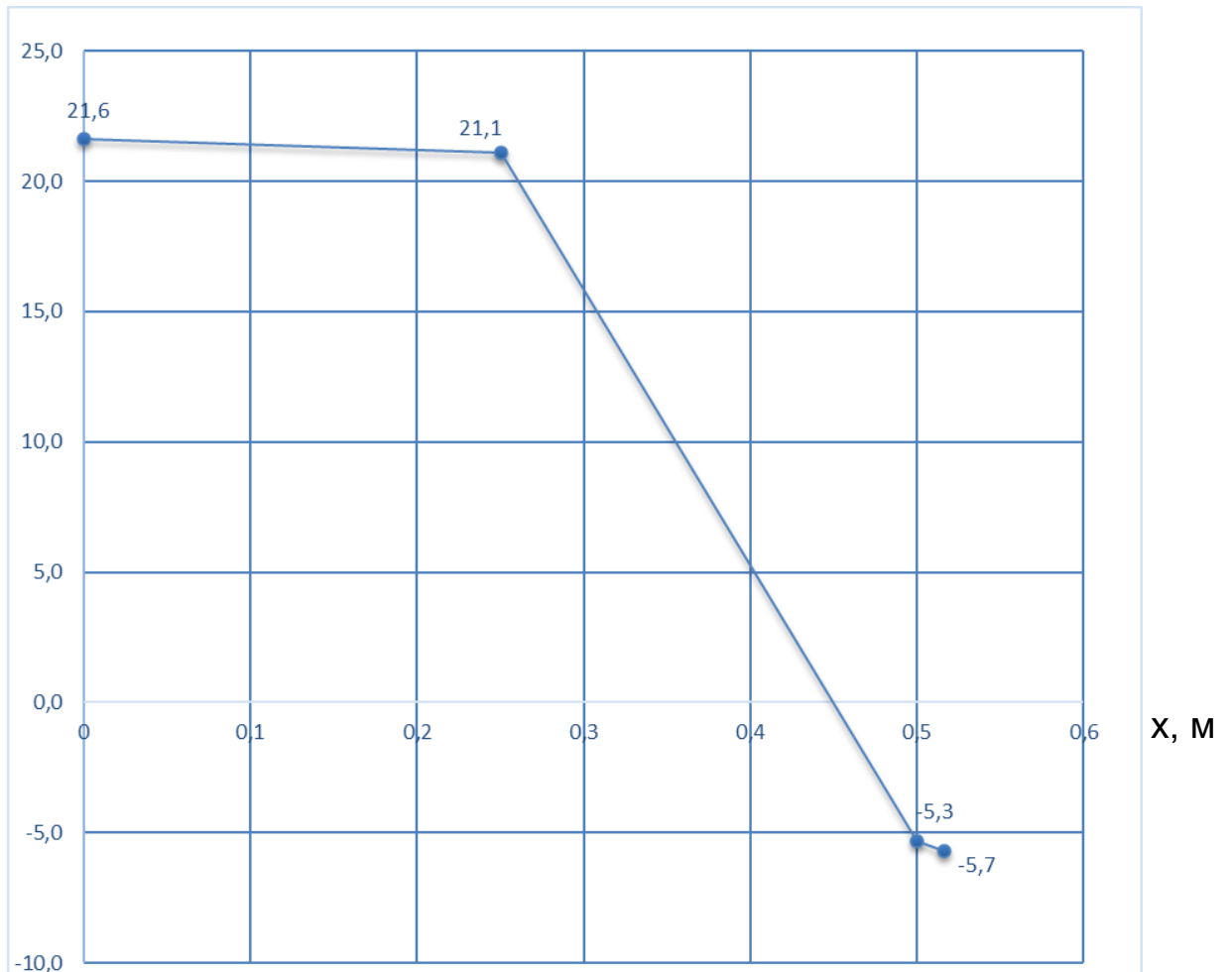


Рис. 19 Розподіл температур у товщі суміщеного перекриття

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

$p, \text{Па}$

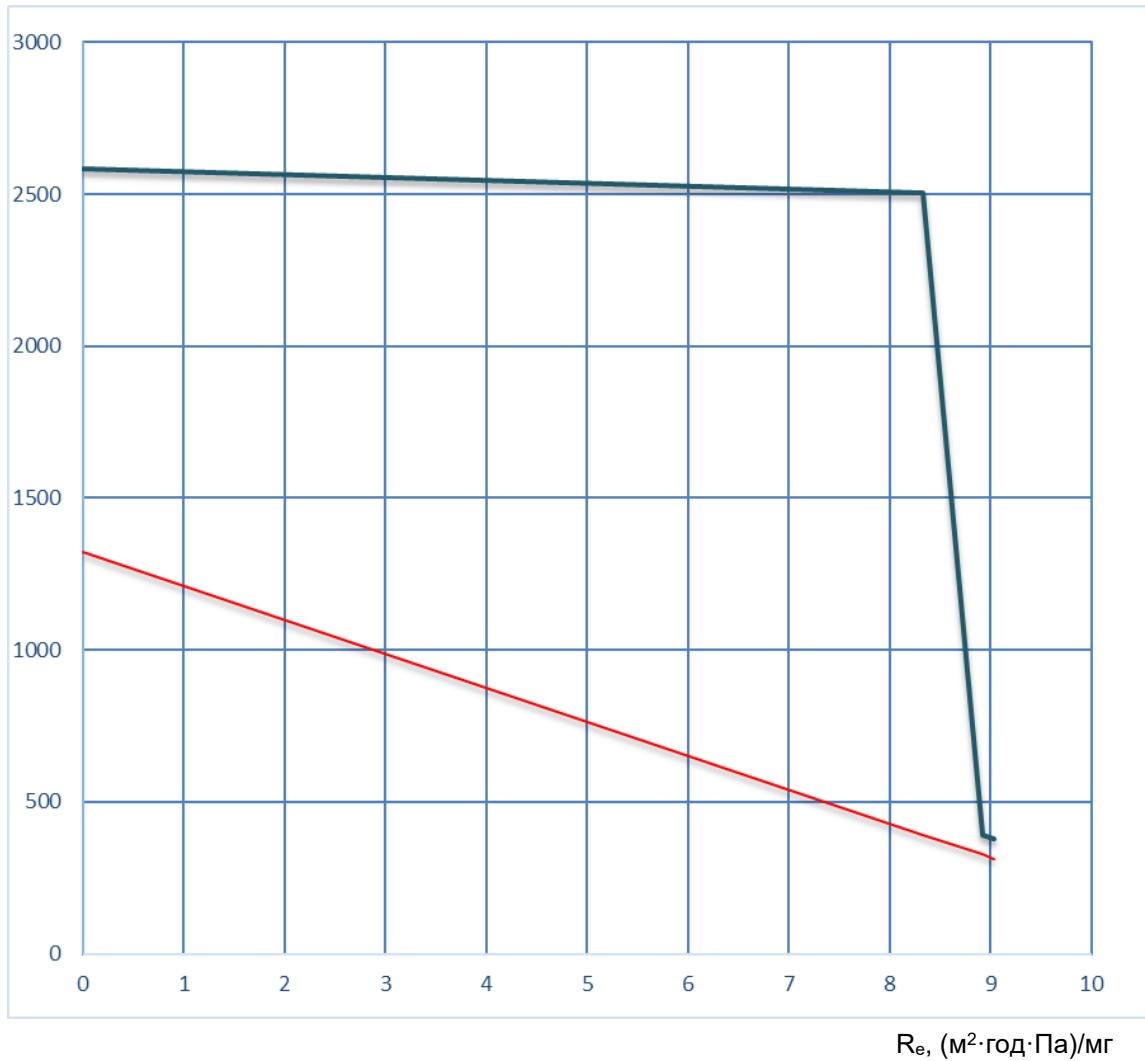


Рис. 20 Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного перекриття

Оскільки лінії E та e не перетинаються, що свідчить про те що процес конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

82

Таблиця 24 Склад суміщеного перекриття, тип-4

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м ² ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Профлист	0,7	0,7	58	ПН*	-	89
2	Залізобетонна плита покриття	150	150	2,04	0,074	0,03	64
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину для ухилу	10	0,93	0,011	0,09	0,111	68
4	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	240	0,034	7,059	0,008	30	Протокол №205-15-17К аналог 4
5	ПЕ плівка	0,5	0,23	0,002	0,00011	4,545	84
6	Стяжка із бетону	60	1,86	0,032	0,03	2	65
7	Геотекстиль	0,5	0,27	0,002	0,008	0,063	81
8	ПВХ мембрана	1,8	0,23	0,008	0,00011	16,364	84

*ПН- паронепроникний шар.

Оскільки внутрішній шар огороження паронепроникний, оцінку тепловологісного стану не проводимо.

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

83

3.3 Оцінка теплостійкості та теплозасвоєння огорожувальних конструкцій

3.3.1 Оцінка теплостійкості огорожувальних конструкцій в літній період

Так як середня температура найбільш жаркого місяця (липня) менше 21°C ($20,7^{\circ}\text{C} < 21^{\circ}\text{C}$) то згідно п.5.8 ДБН В.2.6-31:2021 теплостійкість огорожувальних конструкцій в літній період року дозволяється не перевіряти.

3.3.2 Визначення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги

Теплозасвоєння огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-190:2013.

Таблиця 25 Теплофізичні характеристики підлоги (перекриття над техпідпіллям)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння, Вт/(м ² ·К)	Теплова інерція	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Покриття підлоги	8	0,96	0,008	11,63	0,093	73
2	Шар клею	7	0,072	0,097	1,03	0,1	34
3	Гідроізоляція обмазувальна	3	0,22	0,014	5,69	0,08	81
4	Стяжка із цементно-піщаного розчину	42	0,76	0,055	9,6	0,528	68
5	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	30	0,034	0,882	0,37	0,326	Протокол №205-15-17К аналог 4
6	Залізобетонна плита перекриття	200	1,92	0,104	17,98	1,87	64

Оскільки перші два внутрішні шари огороження в сумі мають теплову меншу ніж $D1 + D2 + D3 < 0,5$, а $D1 + D2 + D3 + D4 > 0,5$, $0,093 + 0,1 + 0,08 + 0,826 = 0,801 > 0,5$ тоді показник теплозасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y_3 = (2 \cdot R_3 \cdot s_3^2 + s_4) / (0,5 + R_3 \cdot s_4)$$

$$Y_3 = (2 \cdot 0,014 \cdot 5,69^2 + 9,6) / (0,5 + 0,014 \cdot 9,6) = 16,56 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

$$Y_2 = (4 \cdot R_2 \cdot s_2^2 + Y_3) / (1 + R_2 \cdot Y_3)$$

$$Y_2 = (4 \cdot 0,097 \cdot 1,03^2 + 16,56) / (1 + 0,097 \cdot 16,56) = 6,51 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

$$Y_1 = (4 \cdot R_1 \cdot s_1^2 + Y_2) / (1 + R_1 \cdot Y_2)$$

$$Y_1 = (4 \cdot 0,008 \cdot 11,63^2 + 6,51) / (1 + 0,008 \cdot 6,51) = 6,64 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Перевірка умови п.5.9 ДБН В.2.6-31:2021 $Y_f \leq Y_{f, \max}$, $Y_{f, \max} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – для будівель даного типу згідно таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2021, $6,64 \leq 12$ отже умова виконується.

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Таблиця 26 Теплофізичні характеристики підлоги (підлога на ґрунті)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння, Вт/(м ² ·К)	Теплова інерція	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Лінолеум	2,5	0,17	0,015	3,32	0,05	73
2	Нівелір маса	5,5	0,072	0,076	1,03	0,078	34
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину	92	0,76	0,121	9,6	1,162	68
4	ПЕ плівка	0,5	0,23	0,002	5,87	0,012	84
5	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	50	0,034	1,471	0,37	0,544	Протокол №205-15-17К аналог 4
6	Залізобетонна плита	240	1,92	0,125	17,98	2,248	64
7	Гідроізоляція	8	0,17	0,047	3,53	0,166	83
8	Стяжка із цементно-піщаного розчину	50	0,76	0,066	9,6	0,634	68
9	Щебнева основа	200	0,17	1,176	2	2,352	26
10	Засипка піском	200	0,47	0,426	6,95	2,961	31

Оскільки перші два внутрішні шари огороження в сумі мають теплову меншу ніж $D1 + D2 < 0,5$, а $D1 + D2 + D3 > 0,5$, $0,05 + 0,078 + 1,162 = 1,29 > 0,5$ тоді показник теплозасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y_2 = (2 \cdot R_2 \cdot s_2^2 + s_3) / (0,5 + R_2 \cdot s_3)$$

$$Y_2 = (2 \cdot 0,076 \cdot 1,03^2 + 9,6) / (0,5 + 0,076 \cdot 9,6) = 7,94 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

$$Y_1 = (4 \cdot R_1 \cdot s_1^2 + Y_2) / (1 + R_1 \cdot Y_2)$$

$$Y_1 = (4 \cdot 0,015 \cdot 3,32^2 + 7,94) / (1 + 0,015 \cdot 7,94) = 7,68 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Перевірка умови п.5.9 ДБН В.2.6-31:2021 $Y_f \leq Y_{f, \max}$, $Y_{f, \max} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – для будівель даного типу згідно таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2021, $7,68 \leq 12$ отже умова виконується.

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

85

Таблиця 27 Теплофізичні характеристики підлоги (підлога на ґрунті, відм. -2.700)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт теплосасвоєння, Вт/(м ² ·К)	Теплова інерція	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Покриття підлоги	8	0,96	0,008	11,63	0,093	73
2	Шар клею	7	0,072	0,097	1,03	0,1	34
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину	127	0,76	0,167	9,6	1,603	68
4	ПЕ плівка	0,5	0,23	0,002	5,87	0,012	84
5	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	50	0,034	1,471	0,37	0,544	Протокол №205-15-17К аналог 4
6	Залізобетонна плита	240	1,92	0,125	17,98	2,248	64
7	Гідроізоляція	8	0,17	0,047	3,53	0,166	83
8	Стяжка із цементно-піщаного розчину	50	0,76	0,066	9,6	0,634	68
9	Щебнева основа	200	0,17	1,176	2	2,352	26
10	Засипка піском	200	0,47	0,426	6,95	2,961	31

Оскільки перші два внутрішні шари огороження в сумі мають теплову меншу ніж $D1 + D2 < 0,5$, а $D1 + D2 + D3 > 0,5$, $0,093 + 0,1 + 1,603 = 1,796 > 0,5$ тоді показник теплосасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y_2 = (2 \cdot R_2 \cdot s_2^2 + s_3) / (0,5 + R_2 \cdot s_3)$$

$$Y_2 = (2 \cdot 0,097 \cdot 1,03^2 + 9,6) / (0,5 + 0,097 \cdot 9,6) = 6,85 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

$$Y_1 = (4 \cdot R_1 \cdot s_1^2 + Y_2) / (1 + R_1 \cdot Y_2)$$

$$Y_1 = (4 \cdot 0,008 \cdot 11,63^2 + 6,85) / (1 + 0,008 \cdot 6,85) = 10,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Перевірка умови п.5.9 ДБН В.2.6-31:2021 $Y_f \leq Y_{f, \max}$, $Y_{f, \max} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – для будівель даного типу згідно таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2021, $10,6 \leq 12$ отже умова виконується.

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

86

3.3.3 Оцінка теплостійкості приміщень в зимовий період

Згідно п. 5.8. ДБН В.2.6-31:2021 за наявності в будівлі системи опалення з автоматичним децентралізованим регулюванням температури внутрішнього повітря теплостійкість приміщень в холодний період року не перевіряють.

Дана будівля обладнана системою опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря.

3.4 Розрахункова оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій

Розрахункова оцінка повітропроникності зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-191:2013.

Таблиця 28 Повторюваність та швидкість вітру за сторонами світу в січні для м. Харків згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010

Повторюваність напрямку вітру, %							
Середня швидкість вітру, м/с							
Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
8,0	8,2	15,3	12,5	10,7	15,8	18,9	10,6
4,5	4,2	4,7	4,2	4,4	4,6	4,6	4,2

Максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами в січні з повторюваністю 16% і більше становить – 4,6 м/с в західному напрямку, для вентилязованого повітряного прошарку – 1,0 м/с.

Висота будівлі від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти – 10,85 м. Висота 1-го поверху – 3,75 м.

3.4.1 Розрахунок масової повітропроникності зовнішніх стін

Визначаємо повітропроникність однорідних ділянок стінової конструкції з послідовним розміщенням шарів при різниці тиску $\Delta p_0 = 10$ Па:

Таблиця 29 Склад зовнішньої стіни (тип-1) та повітропроникність однорідних шарів (Таблиця 3 ДСТУ Б В.2.6-191:2013)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина зразка випробування d, мм	Різниця тиску Δp_0 , Па	Повітропроникність $G_{\Delta p_0}$, кг/(м ² ·год)
1	Цементно-піщана штукатурка	15	10	0,027
2	Керамічна цегла на цементно-піщаному розчині	250 і більше	10	0,56
3	Мінеральні плити (густина 80 кг/м ³)	50	10	5

Таблиця 30 Склад зовнішньої стіни (тип-2/3) та повітропроникність однорідних шарів (Таблиця 3 ДСТУ Б В.2.6-191:2013)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина зразка випробування d, мм	Різниця тиску Δp_0 , Па	Повітропроникність $G_{\Delta p_0}$, кг/(м ² ·год)
1	Цементно-піщана штукатурка	15	10	0,027
2	Залізобетон	100	10	0,00051
3	Мінеральні плити (густина 80 кг/м ³)	50	10	5

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Таблиця 31 Склад зовнішньої стіни (тип-4) та повітропроникність однорідних шарів (Таблиця 3 ДСТУ Б В.2.6-191:2013)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина зразка випробування d, мм	Різниця тиску Δp_0 , Па	Повітропроникність $G_{\Delta p_0}$, кг/(м ² ·год)
1	Цементно-піщана штукатурка	15	10	0,027
2	Залізобетон	100	10	0,00051
3	Гідроізоляція	1,5	10	ПН*
4	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м ³)	100	10	0,127

*ПН повітронепроникний шар.

Визначаємо питому вагу зовнішнього та внутрішнього повітря:

$$\gamma_3 = 3463 / (273 + t_3) = 3463 / (273 + (-22)) = 13,8 \text{ Н/м}^3;$$

$$\gamma_B = 3463 / (273 + t_B) = 3463 / (273 + 22) = 11,7 \text{ Н/м}^3.$$

Де t_3 – розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С, що приймається залежно від температурної зони ДБН В.2.6-31:2021;

t_B – розрахункове значення температури внутрішнього повітря, °С, що приймається залежно від призначення будинку згідно ДБН В.2.6-31:2021;

Визначаємо розрахункову різницю тисків Δp , Па:

$$\Delta p = (H - h_i)(\gamma_3 - \gamma_B) + 0,03\gamma_3 v^2 \beta_v$$

де H – висота будинку від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти, м;

h_i – висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції i -го поверху, для якого проводиться розрахунок, м;

γ_3, γ_B – питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м³;

v – максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, м/с, повторюваність яких складає 16 % та більше, прийнята згідно зі ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010;

β_v – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймається згідно з таблицею 2 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 при місцевості з розташованими будинками понад 10 м становить близько 0,67.

- для 1-го поверху:

$$\Delta p = (10,85 - 0,5 \cdot 3,75) \cdot (13,8 - 11,7) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 1^2 \cdot 0,67 = 19,1 \text{ Па.}$$

Визначаємо масову повітропроникність шарів конструкції визначають за формулою: $G^{\Delta p} = G^{\Delta p_0} \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^n$

де n – показник фільтрації, за відсутності даних приймається: для утеплювачів із мінеральної вати – 1,5; для цегляної кладки – 0,8; для вікон та дверей – 0,67.

Розрахунок виконуємо в табличному вигляді для стін тип-1 як найбільш повітропроникних:

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата

Таблиця 32 Розрахунок масової повітропроникності (тип-1)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Повітропроникність $G_{\Delta p_0}$, кг/(м ² ·год)	n	Різниця тиску Δp для 1-го поверху, Па	Повітропроникність $G^{\Delta p}$ для 1-го поверху, кг/(м ² ·год)
1	Цементно-піщана штукатурка	0,027	0,8	19,1	0,045
2	Керамічна цегла на цементно-піщаному розчині	0,56	0,8	19,1	0,940
3	Мінеральні плити (густина 80 кг/м ³)	5	1,5	19,1	13,198

Масова повітропроникність стінового огороження визначається за формулою:

$$G^K = \left(\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i / d}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1}$$

де δ_i – товщина і-го матеріалу багат шарового огороження, м;

d – товщина зразка матеріалу для якого здійснювалися випробування повітропроникності, м;

Таблиця 33 Розрахунок масової повітропроникності конструкції (тип-2)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина зразка випробування d, мм	Товщина, мм	Повітропроникність $1/G_i^{\Delta p}$ для 1-го поверху, (м ² ·год)/кг
1	Цементно-піщана штукатурка	15	20	29,433
2	Керамічна цегла на цементно-піщаному розчині	250 і більше	250	1,064
3	Мінеральні плити (густина 80 кг/м ³)	50	200	0,303
Сума:				30,8
G^K , кг/(м ² ·год)				0,0325

Зі збільшенням висоти різниця тисків знижується, тому розрахунок для 2-3 поверхів не проводимо.

Нормативна масова повітропроникність стін згідно таблиці 1 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 становить: $G^K = 0,4$ кг/(м²·год), як впливає з вищенаведеного розрахунку масова повітропроникність не перевищує допустимого значення.

Зм.	Кіл.	Арк.	Чедок.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

3.4.2 Розрахунок масової повітропроникності віконних блоків

Віконні блоки виконані із ПВХ-профілів та заповнені двокамерними склопакетами – повітропроникність віконного блоку при різниці тисків $\Delta p = 100$ Па становить $27 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ для вікон класу В, $9 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ для вікон класу Г та $3 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ для вікон класу Д згідно ДСТУ Б В.2.6-23:2009, показник режиму фільтрації $n = 2/3$ (0,67). Коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря – 0,67.

Питома вага зовнішнього та внутрішнього повітря розрахована в п. 3.4.1.

Визначаємо розрахункову різницю тисків Δp , Па:

$$\begin{aligned} \text{- для 1-го поверху: } \Delta p &= (10,85 - 1,675) \cdot (13,8 - 11,7) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 4,6 \cdot 0,67 \\ &= \\ &= 25,1 \text{ Па.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- для 2-го поверху: } \Delta p &= (10,85 - 5,565) \cdot (13,8 - 11,7) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 4,6 \cdot 0,67 \\ &= \\ &= 17 \text{ Па.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- для 3-го поверху: } \Delta p &= (10,85 - 8,5) \cdot (13,8 - 11,7) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 4,6 \cdot 0,67 = \\ &= 10,8 \text{ Па.} \end{aligned}$$

Визначаємо об'ємну повітропроникність віконного блоку за формулою:

$$Q^{\Delta p} = Q^{\Delta p 100} \cdot (\Delta p / \Delta p_{100})^n$$

$$\text{- для 1-го поверху: } Q^{\Delta p} = 3 \cdot (25,1/100)^{2/3} = 1,19 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

$$\text{- для 2-го поверху: } Q^{\Delta p} = 9 \cdot (17/100)^{2/3} = 2,76 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

$$\text{- для 3-го поверху: } Q^{\Delta p} = 9 \cdot (10,8/100)^{2/3} = 2,04 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Визначаємо густину зовнішнього повітря:

$$\rho_3 = 353 / (273 + t_3) = 353 / (273 + (-22)) = 1,41 \text{ кг/м}^3;$$

Визначаємо масову повітропроникність віконного блоку:

$$G^K = Q^{\Delta p} \rho_3$$

$$\text{- для 1-го поверху: } G^K = 1,19 \cdot 1,41 = 1,68 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

$$\text{- для 2-го поверху: } G^K = 2,76 \cdot 1,41 = 3,89 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

$$\text{- для 3-го поверху: } G^K = 2,04 \cdot 1,41 = 2,88 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Нормативна масова повітропроникність віконних блоків згідно таблиці 1 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 становить: $G_K = 4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, отже розрахункова повітропроникність не перевищує допустимого значення при встановленні вікон класу Г та класу Д на першому поверсі згідно ДСТУ Б В.2.6-23:2009.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

4. ЗВЕДЕНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЛІ

4.1 Загальні характеристики

Призначення будівлі	Заклад дошкільної освіти на 75 місць
Призначення будівлі	Будівлі дитячих дошкільних закладів
Загальна площа, м ²	2073,89
Загальний об'єм, м ³	8511,62
Кондиціонована (опалювана) площа, м ²	1897,3
Кондиціонований (опалюваний) об'єм, м ³	6882
Об'єм для вентиляції, м ³	5845
Кількість поверхів	2
Рік введення в експлуатацію	Нове будівництво
Тип зовнішніх огорожувальних конструкцій	п.2.2
Температурна зона	I
Архітектурно-будівельний кліматичний район	I
Вологісний режим приміщень	Нормальний
Тип ґрунту	-
Тип місцевості	Середньо захищений простір
Середня висота приміщення, м	2,35/3,4/3,35/2,35
Внутрішня теплоємність, Вт·год/(м ² ·К)	50
Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі будівлі. Їх характеристики (за зонами):	немає
- кондиціонована (опалювана) площа, м ²	-
- кондиціонований (опалюваний) об'єм, м ³	-
- об'єм для вентиляції, м ³	-
Показник компактності будівлі, м ⁻¹	0,46
Кількість під'їздів або входів	2
Графік опалення, год/тиждень	168
Графік охолодження, год/тиждень	50
Задана температура зони будівлі для опалення, °С	22
Задана температура зони будівлі для охолодження, °С	26
Температура чергового режиму опалення, °С	20
Температура чергового режиму охолодження, °С	-

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

91

4.2 Теплотехнічні характеристики

Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, (м ² ·К)/Вт		Площа А. м ²
	значення	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни, з них:	X	X	1068,3
- що межують із зовнішнім повітрям	4,17	4,00	983,3
- що межують із некондиціонованим об'ємом	1,66	0,60	85
- що межують із суміжними будівлями	-	X	-
Покриття, з них:	X	X	789,5
- суміщені	7,32	7,00	789,5
- опалювальних горищ	-	-	-
- технічних поверхів	-	-	-
- мансард	-	-	-
Перекриття, з них:	X	X	122,9
- неопалюваних горищ	-	-	-
- над проїздами та під еркерами	-	-	-
- над неопалюваними підвалами	1,47	1,44	122,9
Конструкції, що межують з ґрунтом:	X	X	791,5
- підлоги по ґрунту	2,72/1,95	X	439,3/220,2
- стіни цокольного поверху	2,44	X	132
- перекриття над техпідпіллям	-	-	-
Світлопрозорі огорожу вальні конструкції, з них:	X	X	328
- вікна і балконні двері	1,03	0,90	258,2
- вітражі	1,03	0,90	69,8
- світлопрозорі фасади	-	-	-
- світлопрозорі зовнішні двері	-	-	-
- в місцях загального користування*	-	-	-
Зенітні ліхтарі	-	-	-
Зовнішні двері	0,70/0,70	0,70	275,9

*Для багатоквартирних житлових будинків

Зм.	Кіл.	Арк.	Чодок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

92

4.3 Характеристики інженерних систем

Система опалення	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносії, розведення трубопроводів)	Теплові мережі, індивідуальний тепловий пункт, теплоносії – вода з параметрами 80/60 °С; трубопроводи сталеві та з шитого поліетилену розведені під стелею, в підлозі та нішах для комунікацій.
Регулювання температури у системі	Якісне, в залежності від внутрішньої та зовнішньої температури
Регулювання витрати у системі	За допомогою насосів із частотним регулюванням та запірно-регулювальної арматури ІТП.
Циркуляція теплоносія у системі	примусова, за допомогою насосів
Тип опалювальних приладів	Сталеві панельні радіатори, тепла підлога
Регулювання температури приміщення	Автоматичне, для кожної зони приміщень.
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	Система збалансована за допомогою балансувальної арматури.
Теплова ізоляція трубопроводів в неопалюваних приміщеннях	Трубна каучукова ізоляція магістралей та внутрішніх приладових віток.
Облік споживання теплової енергії	Вузол обліку теплової енергії загальний (опалення, вентиляція та ГВП) в ІТП.
Система гарячого водопостачання	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С
Тип та опис системи (джерело енергії, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляцією)	Система централізована від ІТП (з резервуванням із від місцевих смісних електричних водонагрівачів) із циркуляційним контуром, система виконана сталевими та трубопроводами із шитого поліетилену.
Циркуляція теплоносія у системі	Примусова за допомогою циркуляційного насосу.
Регулювання витрати у системі	Витрата регулюється циркуляційним насосом, та запірно-регулювальною арматурою в ІТП.
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	Система збалансована за допомогою балансувальної арматури.
Облік споживання гарячої води	Окремий вузол обліку теплової енергії для потреб ГВП в ІТП.
Система охолодження	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	А
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносії, розведення трубопроводів)	Мультизональна система від повітряного насосу типу чилер (VRF-система), теплоносії – фреон, трубопроводи мідні розведені під стелею.
Регулювання температури у системі	В залежності від внутрішньої температури повітря
Регулювання витрати у системі	За допомогою триходових, розділювальних клапанів біля фанкойлів
Циркуляція теплоносія у системі	примусова, за допомогою компресора

Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

Тип приладів тепловіддачі	Стельові фанкойли каналного типу
Регулювання температури приміщення	Автоматичне, для кожної зони приміщень
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	Система збалансована за допомогою балансувальної арматури
Теплова ізоляція трубопроводів	Трубна каучукова ізоляція магістралей та внутрішніх приладових віток.
Облік споживання енергії системами охолодження	Загальний облік електричної енергії.
Система вентиляції та кондиціонування	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	А
Тип та опис систем	Наявні припливно-витяжні, припливні та витяжні системи механічної вентиляції
Утилізація теплоти повітря, що видаляється	Припливно-витяжні установки обладнані рекуператорами із перехресним током
Попередній підігрів припливного повітря	Наявний, водяні калорифери.
Попереднє охолодження припливного повітря	Наявне
Зволоження та осушення припливного повітря	Відсутнє
Регулювання температури повітря у системі	В залежності від погодних умов та від внутрішніх шкідливостей
Регулювання витрати повітря у системі	За допомогою частотного регулювання вентилятора
Регулювання температури повітря у приміщеннях	За допомогою місцевих доводчиків в теплий період року та центральне регулювання в холодний період року.
Регулювання витрати повітря у приміщеннях	За допомогою місцевих доводчиків в теплий період року та центральне регулювання в холодний період року.
Облік споживання енергії системами (електрична, тепла)	Загальний облік електричної енергії. Вузол обліку теплової енергії загальний (опалення, вентиляція та ГВП) в ІТП.
Системи освітлення	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С
Тип та опис системи (зони будівлі з різними параметрами, прилади освітлення, питома встановлена потужність освітлення)	Освітлювальні прилади – світлодіодні лампи із питомою потужністю 5,23 Вт/м ² .
Регулювання систем (рівень освітленості, період використання)	Наявне
Аварійне освітлення	Наявне
Облік споживання електричної енергії	Загальний облік електричної енергії.
Технічне управління будівлею	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	В

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

4.4 Енергетичні характеристики

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:	тис. кВт·год	297,685	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[43,256]	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	204,522	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[29,718]	
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт·год	44,166	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[6,418]	
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт·год	4,239	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[0,616]	
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт·год	28,235	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[4,103]	
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт·год	16,523	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[2,401]	
Річна сумарна енергопотреба в т.ч.:	тис. кВт·год	216,419	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[31,447]	
- в опаленні	тис. кВт·год	179,603	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[26,098]	
- в охолодженні	тис. кВт·год	8,356	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[1,214]	
- в гарячому водопостачанні	тис. кВт·год	28,46	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[4,135]	
Річне споживання первинної енергії	тис. кВт·год	440,139	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	231,98	
Річні викиди парникових газів	Т	85,996	
	кг/м ² [кг/м ³]	45,33	
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	[30,334]	[32]
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		С	

Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі

Енергетичні та теплотехнічні показники будівлі відповідають мінімальним вимогам

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

95

Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі

Забезпечити постійний моніторинг енергоспоживання із подальшим аналізом показників та у разі відмінності фактичних показників від розрахункових визначити фактори даного впливу та розробити заходи по їх усуненню.

Показник компактності будівлі - $\Lambda_{bci} = A_{\Sigma}/V = 3133,1/6882 = 0,46 \text{ м}^{-1}$.

Визначення відсоткової різниці між фактичною та граничним значенням енергоспоживання

$$\Delta EP = [(EP_{use} - EP_p)/EP_p] \cdot 100\% = [(30,334 - 32)/32] \cdot 100\% = -5,21 \%$$

Згідно таблиці 1 розділу Методики визначення енергетичної ефективності будівель зі змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020 будівля відноситься до **класу енергоефективності «С»**.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

Атестаційна робота бакалавра

Арк.

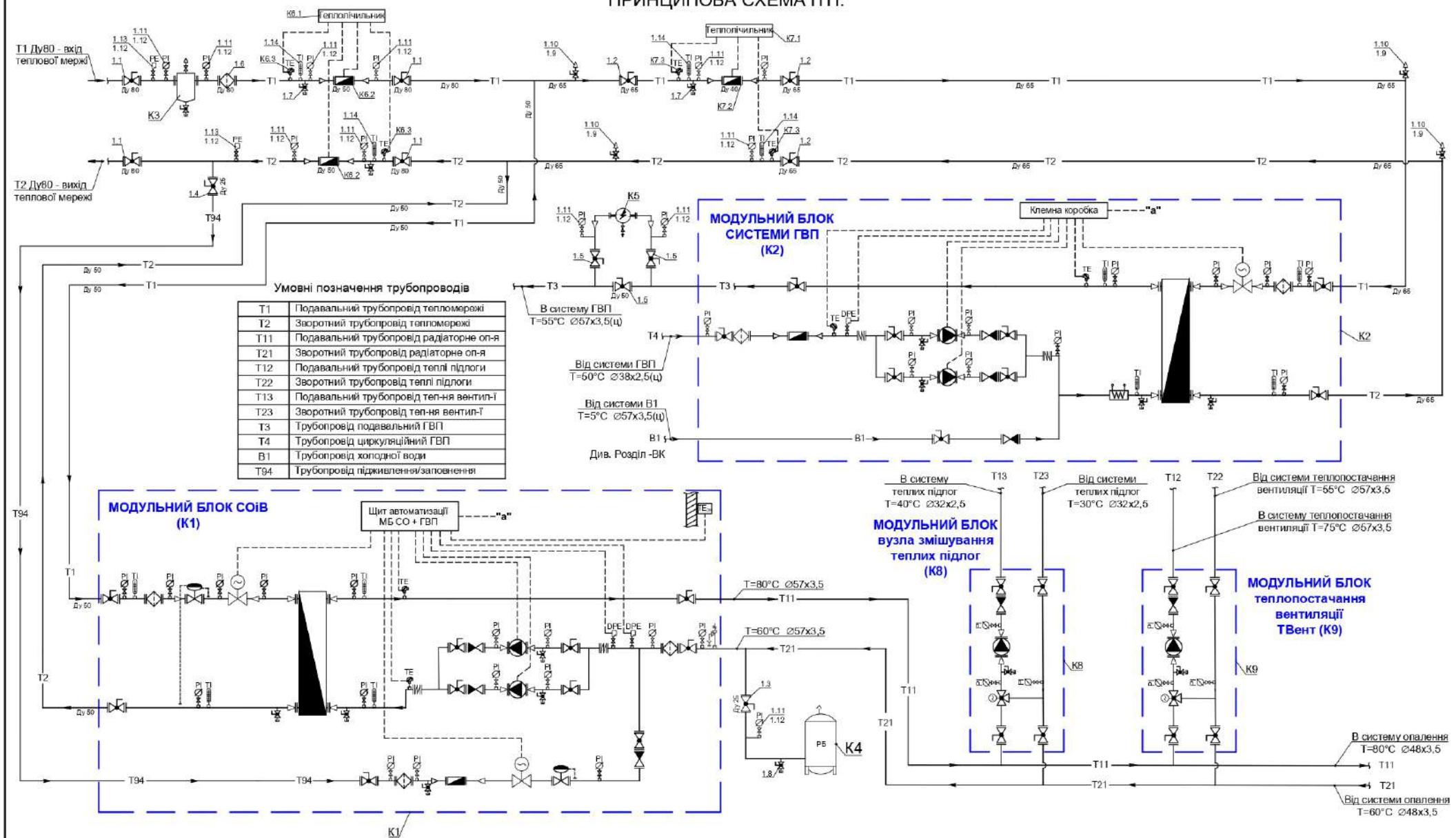
96

Список використаної літератури

1. ДБН В.1.2-11:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність»;
2. ДБН В.2.2-4:2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти»;
3. ДБН В.2.2-28-2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення»;
4. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
5. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»;
6. ДСТУ EN 15232-1:2017 (EN 15232-1:2017, IDT) «Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями. Модулі М10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10»
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;
8. ДСТУ 9191:2022 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»;
9. ДСТУ Б В.2.6-17-2000 «Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі»;
10. ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 «Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування й улаштування вікон та дверей»;
11. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій»;
12. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій»;
13. ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій»;
14. ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання»;
15. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11 липня 2018 року № 169 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 16 липня 2018 р. за № 822/32274;
16. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 261 «Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 17 грудня 2020 р. за № 1254/35537
17. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260 «Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 18 грудня 2020 р. за № 1257/35540.

Зм.	Кіл.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата

ПРИНЦИПОВА СХЕМА ІТП.

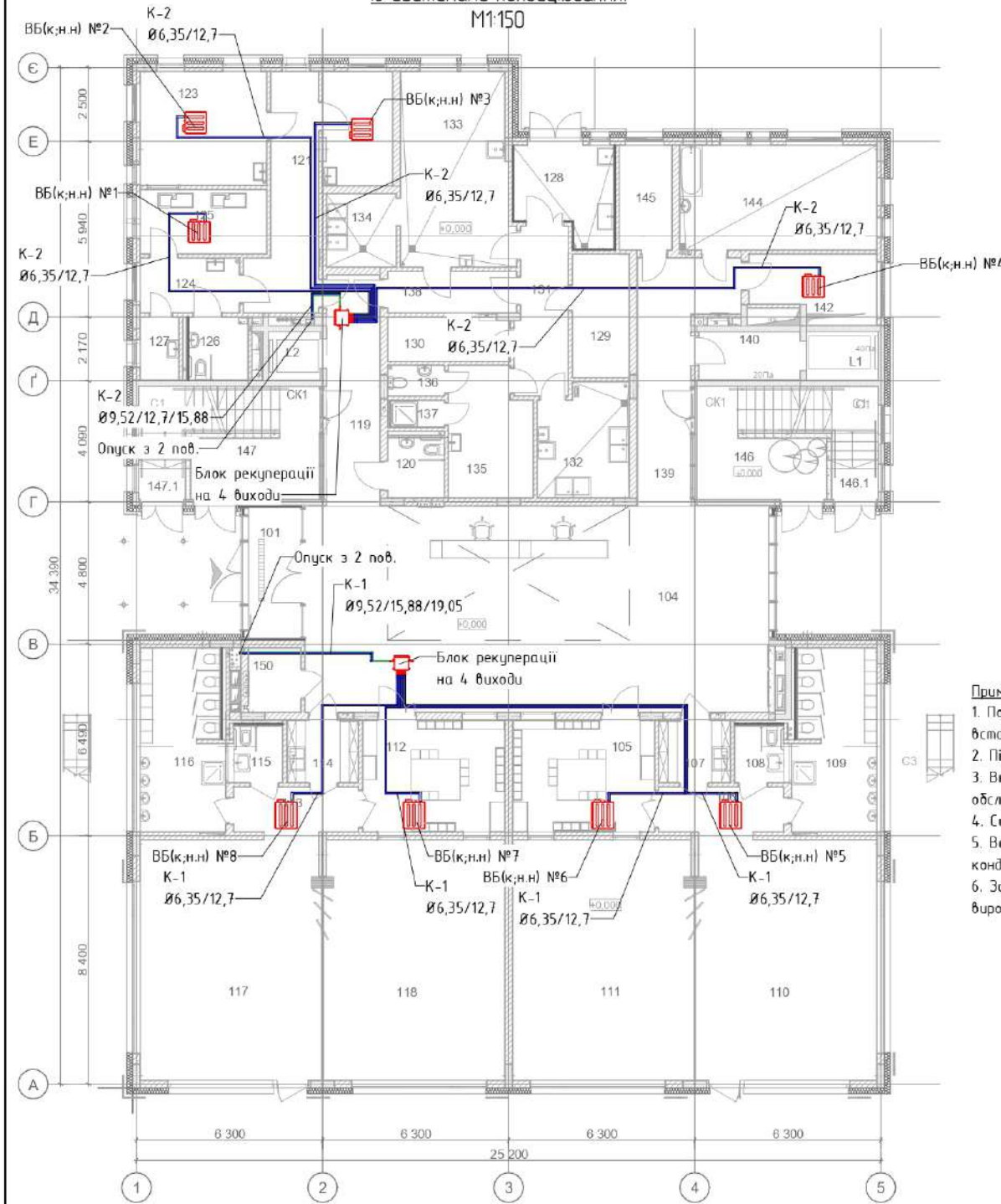


	Грязьовик
	Теплообмінник пластинчастий
	Циркуляційний насос
	Витратомір
	Регулюючий клапан з електроприводом
	Кран кульовий фланцевий
	Кран кульовий муфтовий, приварний
	Кран кульовий фланцевий, муфтовий
	Зворотній клапан фланцевий, муфтовий
	Манометр показуючий
	Термометр
	Термоперетворювач опору, датчик температури
	Датчик тиску, датчик реле тиску
	Автоматичний повітряник
	Кран для дренажу
	Електромагнітна обробка води



План 1-го поверху
із системами кондиціювання.

M1:150



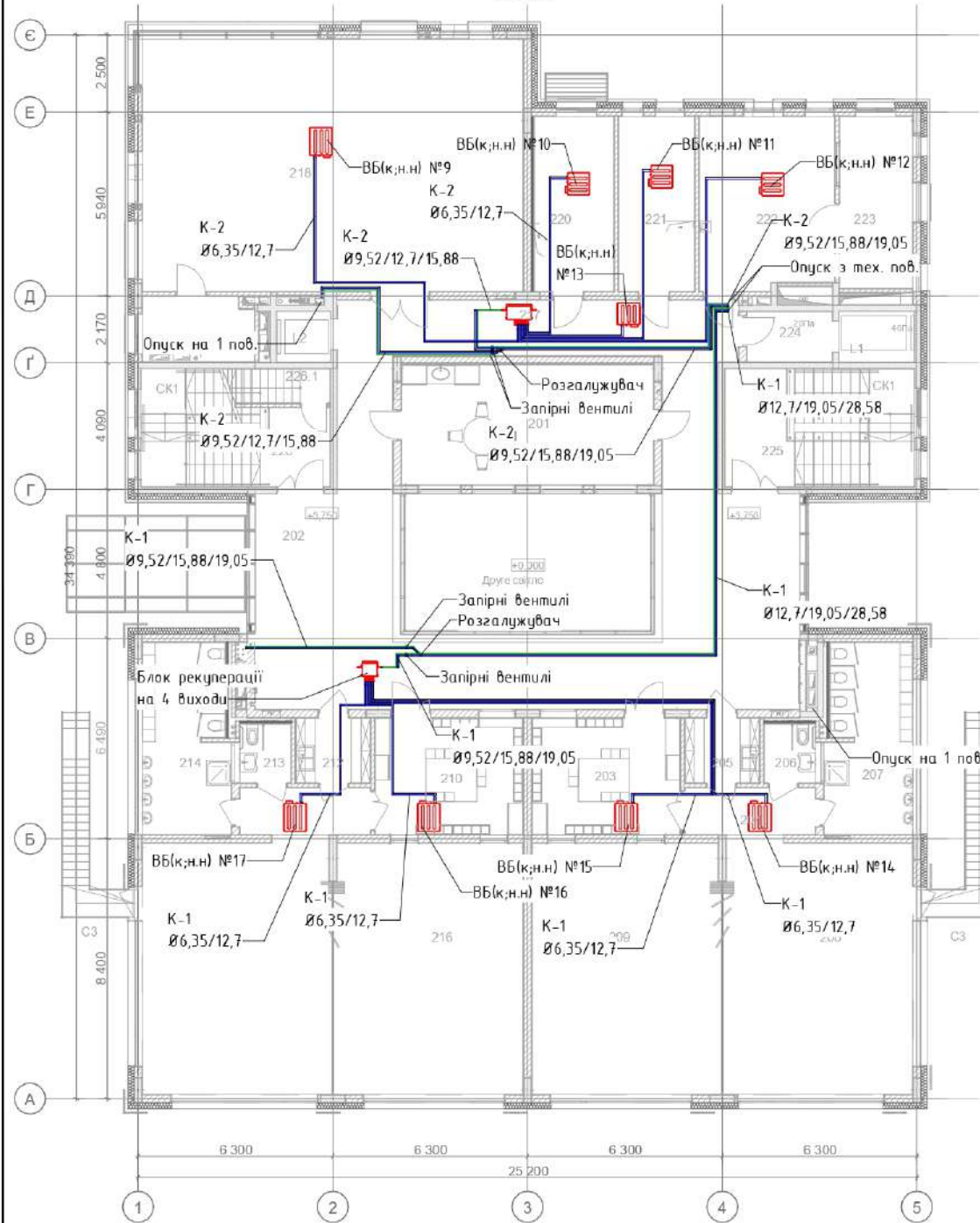
Експлікація приміщень

№	Назва приміщення	Площа м2	Категорія	№	Назва приміщення	Площа м2	Категорія
101	Тамбур	7,78		137	Душова	1,62	
104	Колп	109,18		138	Коридор	6,03	
106	Роздягальня	19,08		139	Коридор	18,33	
106	Коридор	6,37		140	Тамбур шлюз	5,53	
107	Буфетна	5,11		142	Кімната завізосу	8,92	
108	Туалет для МНГ та персоналу	3,16		144	Приміщення для прання сучиння та прасування	23,46	Д
109	Туалетна	17,10		145	Комора чистої білизни	6,23	В
110	Ірота	50,14		146	Сходи типу СК1	11,61	
111	Спальня	50,11		146.1	Сходи типу С-1	1,85	
112	Роздягальня	18,08		147	Сходи типу СК1	11,40	
113	Коридор	6,37		147.1	Сходи типу С-1	1,85	
114	Буфетна	5,11		150	Кладова для грибального інвентарю	3,78	
115	Туалет для МНГ та персоналу	3,16		L1	Ліфт пожежний 1000кг	4,04	
116	Туалетна	17,10		L2	Ліфт пасажирський	2,89	
117	Ірота	50,14				693,13 м ²	
118	Спальня	50,11					
119	Коридор	14,43					
120	Туалет для МНГ	3,85					
121	Коридор	14,73					
122	Фізіотерапевтичний кабінет	8,84					
123	Процедурний кабінет	18,30					
124	Приймальня	8,11					
125	Палата	9,17					
126	Туалет для МНГ	4,21					
127	Приміщення дезінфікуючих засобів	2,71					
128	Завантажувальна	9,71					
129	Комора суш. продуктів	7,99	В				
130	Комора оновл.	6,07	В				
131	Коридор	9,68					
132	Закопаний цех	11,37	Д				
133	Кухня з роздягальнею	24,05	Г				
134	Мийна кухонна посуду	5,82	Д				
135	Кімната персоналу	11,80					
136	Туалет персоналу	1,95					

Примітки:

1. Положення внутрішніх блоків (фанколітів) наведено орієнтовно, та повинно бути уточнено перед встановленням;
2. Підключення повітроводів та повітророзподільвачів наведено на плані вентиляційних систем;
3. Внутрішні блоки розташувати в застелевому просторі із забезпеченням доступу до них для обслуговування;
4. Система дренажу для відведення конденсату показана на кресленні розділу ВК;
5. Всі ділянки фреоноводів виконувати в теплової ізоляції δ=13мм для запобігання утворення конденсату;
6. Запір арматури на фреоноводах встановлювати з дотриманням всіх вимог та рекомендацій виробника;

План 2-го поверху
із системами кондиціонування
М1-150



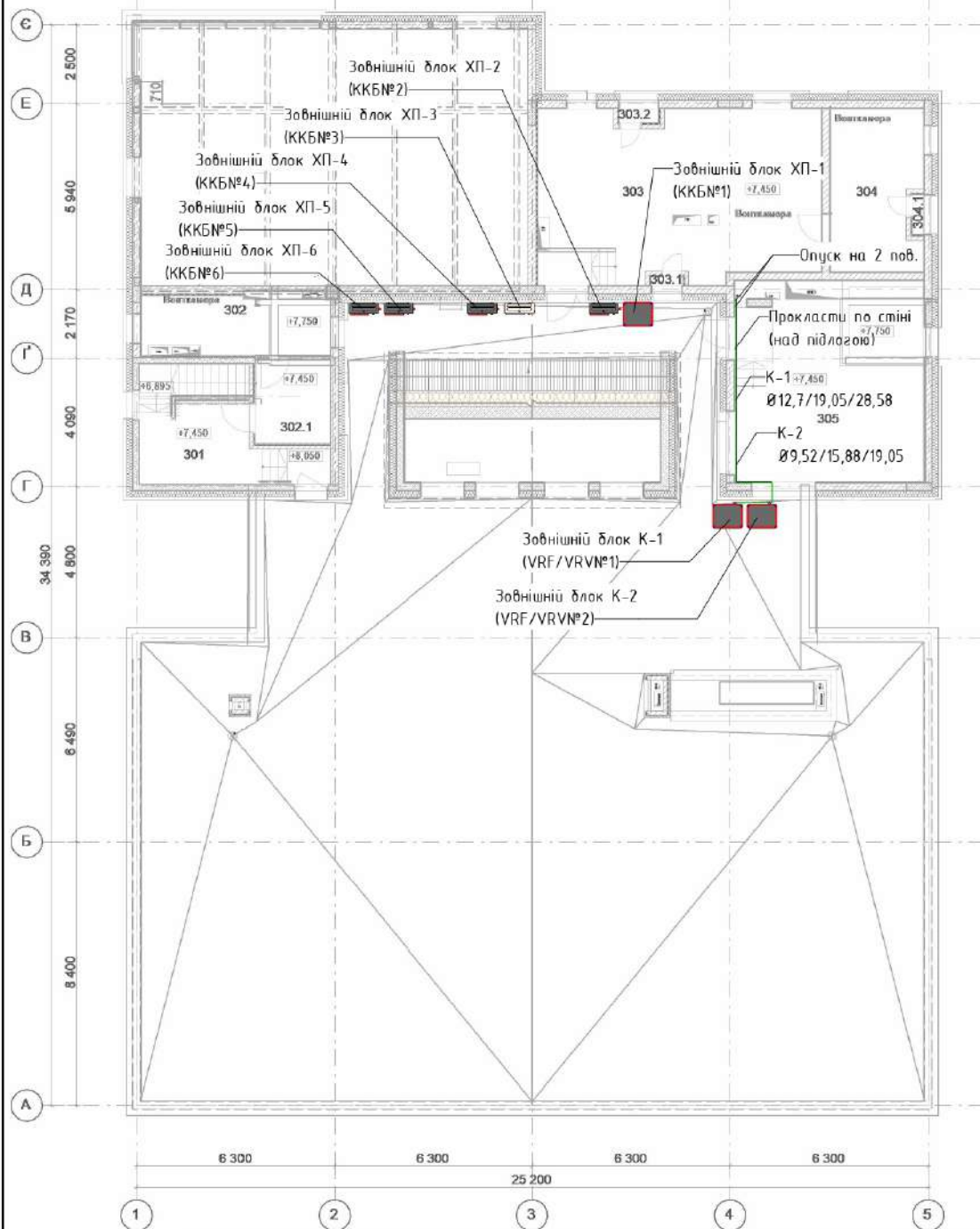
Експлікація приміщень

№	Назва приміщення	Площа, м2	Категорія	№	Назва приміщення	Площа, м2	Категорія
201	Равурона кімната	31,82		216	Спальня	50,11	
202	Коридор	80,34		217	Коридор	39,53	
203	Роздягальня	18,08		218	Зала для музичних та факультативних занять	100,54	
204	Коридор	8,37		219	Комора	7,50	
205	Буфетна	5,11		220	Кабінет керівника	14,57	
206	Туалет для МНГ та персоналу	3,16		221	Методичний кабінет	13,95	
207	Туалетна	17,10		222	Кабінет психолога	24,20	
208	Ігрова	50,14		223	Кабінет психолога	13,18	
209	Спальня	50,11		224	Тамбур шлюз	4,51	
210	Роздягальня	18,08		225	Сходи типу Ск1	7,96	
211	Коридор	8,37		226	Сходи типу Ск1	5,47	
212	Буфетна	5,11		226.1	Сходи типу Ск1	1,13	
213	Туалет для МНГ та персоналу	3,16		L1	Ліфт пасажирський 1000кг	4,04	
214	Туалетна	17,10		L2	Ліфт пасажирський	2,89	
215	Ігрова	50,07				691,70 м²	

Примітки:

1. Положення внутрішніх блоків (фанколітів) наведено орієнтовно, та повинно бути уточнено перед встановленням;
2. Підключення повітроводів та повітророзподільвачів наведено на плані вентиляційних систем;
3. Внутрішні блоки розташовувати в застелевому просторі із забезпеченням доступу до них для обслуговування;
4. Система дренажу для відведення конденсату показана на креслення розділу ВК;
5. Всі ділянки фреоноводів виконувати в теплоїв ізоляції δ=13мм для запобігання утворення конденсату;
6. Запірну арматуру на фреоноводах встановлювати з дотриманням всіх вимог та рекомендацій виробника;

**План покрівлі та технічного поверху
із системами кондиціонування
М1-150**

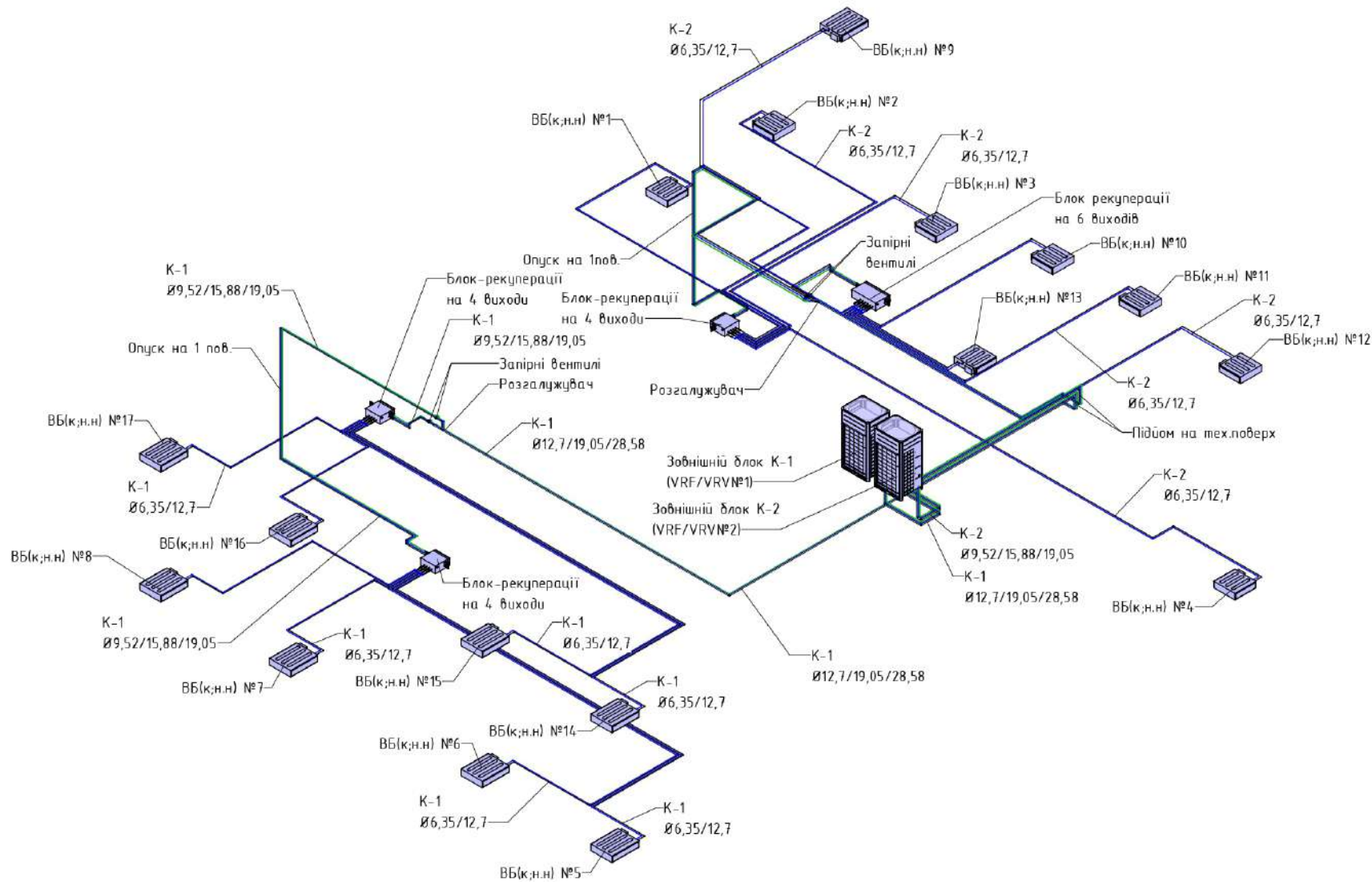


№	Назва приміщення	Площа м2	Категорія
301	Вихід на покрівлю	11,63	
302	Технічне приміщення венткамери	17,28	
302.1	Технічне приміщення венткамери	6,32	
303	Венткамера припливна	47,16	
303.1	Форкамера	0,26	
303.2	Форкамера	0,58	
304	Венткамера викидна	14,53	
304.1	Форкамера	0,45	
305	Венткамера підпору повітря	35,70	

Примітки:

1. Положення внутрішніх блоків (фанколітів) наведено орієнтовно, та повинно бути уточнено перде встановленням;
2. Підключення повітроводів та повітророзподільвачів наведено на плані вентиляційних систем;
3. Внутрішні блоки розташувати в застелевому просторі із забезпеченням доступу до них для обслуговування;
4. Система дренажу для відведення конденсату показана на креслення розділу ВК;
5. Всі ділянки фреоноводів виконувати в теплоїв ізоляції δ=13мм для запобігання утворення конденсату;
6. Запіру арматуру на фреоноводах встановлювати з дотриманням всіх вимог та рекомендації виробника;

Аксонетрична схема
систем кондиціювання



Примітки:

1. Положення внутрішніх блоків (фанколітів) наведено орієнтовно, та повинні бути уточнені перше встановленням;
2. Підключення повітроводів та повітророзподільвачів наведено на плані вентиляційних систем;
3. Внутрішні блоки розташувати в застелевому просторі із забезпеченням доступу до них для обслуговування;
4. Система дренажу для відведення конденсату показана на кресленні розділу ВК;
5. Всі ділянки фреоноводів виконувати в тепловій ізоляції $\delta=13\text{мм}$ для запобігання утворення конденсату;
6. Запірну арматуру на фреоноводах встановлювати з дотриманням всіх вимог та рекомендацій виробника;



Система: K2
 Модель: ARUM080LTE5
 Потужність ЗБ(С/Н): 15,54/ 18,26 kW
 Предзаправлений хладагент: 7,5 kg
 Дозаправка хладагенту: 7,56 kg
 Місце встановлення: Кровля



Система: K1
 Модель: ARUM120LTE5
 Потужність ЗБ(С/Н): 28,30/ 27,58 kW
 Предзаправлений хладагент: 9,5 kg
 Дозаправка хладагенту: 8,89 kg
 Місце встановлення: Кровля

9,52:15,88:19,05 ARBLB01621 9,52:12,7:15,88



6,35:12,7 ARNU05GL1G4

6,35:12,7 ARNU05GL1G4

6,35:12,7 ARNU05GL1G4

6,35:12,7 ARNU05GL1G4

9,52:12,7:15,88



6,35:12,7 ARNU05GL1G4

6,35:12,7 ARNU12GL2G4

6,35:12,7 ARNU05GL1G4

6,35:12,7 ARNU09GL1G4

6,35:12,7 ARNU12GL2G4

12,7:19,05:28,58 ARBLB03321 9,52:15,88:19,05



6,35:12,7 ARNU15GL2G4

6,35:12,7 ARNU15GL2G4

6,35:12,7 ARNU15GL2G4

6,35:12,7 ARNU15GL2G4

9,52:15,88:19,05



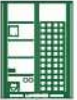
6,35:12,7 ARNU15GL2G4

6,35:12,7 ARNU15GL2G4

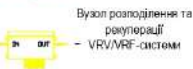
6,35:12,7 ARNU15GL2G4

6,35:12,7 ARNU15GL2G4

Умовні позначення



Зовнішній блок VRV/VRF-системи



Вузол розподілення та регуляції VRV/VRF-системи



Розгалужувач фреонових труб VRV/VRF-системи

Примітки

1. Потужність зовнішнього блоку (включаючи) надавати ориєнтовано, на побачку згідно умовних перелік встановлення.
2. Підключення підтримки та підпорядкованих обладнання на площі вентиляційних систем.
3. Зовнішній блок розміщується в захищеному просторі з забезпеченням доступу йому для обслуговування.
4. Лінійна траса для забезпечення надійності показана на зображенні розробки.
5. Всі ділянки фреонових труб повинні бути в герметичній оболонці. Також для запобігання конденсуванню.
6. Згідно з технічними вимогами виробника встановлювати в дозволених для цього порадженнях виробника.