ГЕНПРОЕКТ
товариство з обмеженою відповідальністю

49000, м. Дніпро,
вул. Генерала Пушкіна, будинок, 1
ЄДРПОУ 40446598
e-mail: tovgenproekt@ukr.net

Замовник: **Управління освіти виконавчого комітету Покровської міської ради**

«Нове будівництво захисної споруди цивільного захисту КЗДО №22 (ясла-садок) Покровської міської ради Дніпропетровської області» за адресою: вул. Джонсона Бориса, 29, м. Покров, Нікопольський район, Дніпропетровська область» (коригування)

РОБОЧИЙ ПРОЄКТ

ТОМ 10

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ
26 – 4433 – ЕЕ

Директор	(підпис)	Микола БЕРЕЖНИЙ
Головний архітектор проекту	(підпис)	Лариса ПАТАЛАХА
Головний інженер проекту	(підпис)	Юлія БУТОРІНА

м. Дніпро, 2026р

Затверджено:

Взам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № подл.

Зміст

Позначення	Найменування	сторінки
	Обкладинка	
	Титульний аркуш	2
ЕЕ.З	Зміст	3
ЕЕ. ПЗ	Гарантійний запис	4
	1. Загальні дані	5
	2. Вихідні дані	6
	3. Визначення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій	11
	4. Оцінка вологісного режиму огороджувальних конструкцій	18
	5. Визначення показників теплостійкості	30
	6. Визначення енергетичних показників будівлі	38
	7. Визначення класу енергетичної ефективності будівлі	57
	8. Зведені характеристики будівлі	58
Додатки	**Додаток 1**	
	Протокол №112к/23 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «THERMOWOOL FAS OPTIMA 120» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»»», ДП НДІБК від 21 вересня 2023р	62
	Додаток 2	
	Протокол №11к/24 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації на 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «THERMOWOOL ROOF N EXTRA 100» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО», ДП НДІБК від 15 лютого 2024р	64
	Додаток 3	
	Протокол №111к/23 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації на 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО», ДП НДІБК від 21 вересня 2023р	66
	Додаток 4	
	Кваліфікаційний сертифікат відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг), пов’язаних зі створенням об’єктів архітектури	68

Затверджено:

Взам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № подл.

Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
ГІП		Буторіна			04.26
Розробив		Вовк			04.26
Перевірив		Черняєв			04.26
Н. Контр.		Черняєв			04.26

26 – 4433 – ЕЕ.З

Зміст

Стадія	Лист	Листів
РП	1	1

ТОВ «ГЕНПРОЕКТ»

Розділ Енергоефективність розроблений у відповідності з нормами, правилами, державними стандартами та інструкціями з будівельного проєктування, що діють на території України.

Даний проєкт передбачає заходи в частині організації будівництва, що забезпечують дотримання екологічних, санітарно-гігієнічних норм, пожежну безпеку, а також безпечні умови праці працюючих при виробництві будівельно-монтажних робіт.

Головний архітектор проєкту ____________ Лариса ПАТАЛАХА

Головний інженер проєкту ____________ Юлія БУТОРІНА
(підпис)

Головний спеціаліст Ірина ВОВК

Кваліфікаційний сертифікат: Серія АР 018270.
Дата видачі: 23.12.2021р.
Категорія – провідний інженер-проектувальник.
Інженерно-будівельне проєктування у частині забезпечення економії енергії щодо об’єктів будівництва класу наслідків (відповідальності) СС3 (значні наслідки).

Затверджено:

Взам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № подл.

Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	26 – 4433 – ЕЕ.ПЗ			
ГІП		Буторіна			04.26	Пояснювальна записка	Стадія	Лист	Листів
Розробив		Вовк			04.26		РП	1	62
Перевірив		Черняєв			04.26		ТОВ «ГЕНПРОЕКТ»		
Н. Контр.		Черняєв			04.26				

1. Загальні дані

Об’єкт – «Нове будівництво захисної споруди цивільного захисту КЗДО №22 (ясла-садок) Покровської міської ради Дніпропетровської області» за адресою: вул. Джонсона Бориса, 29, м. Покров, Нікопольський район, Дніпропетровська область» (коригування).

Замовник – Управління освіти виконавчого комітету Покровської міської ради.

Проєктом передбачається нове будівництво захисної споруди цивільного захисту (протирадіаційне укриття (ПРУ)) місткістю 200 осіб, загальною площею 1270м^2.

Розділ «Енергетична ефективність» виконаний відповідно до вимог діючих нормативних документів, а саме:

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

– ДСТУ Б А.2.2-8:2010 «Розділ Енергоефективність у складі проектної документації об’єктів»;

– ДСТУ 9191:2022 «Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»;

– ДСТУ-Н Б В.2.6-101:2010 «Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій»;

– ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія»;

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

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

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

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

– ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель»;

– ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 «Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT)».

2. Вихідні дані

Загальна характеристика будівлі

Споруда цивільного захисту підземна заглиблена від поверхні землі на 2,6м, одноповерхова, прямокутної форми в плані із загальними розмірами в плані 94,3х15,6м (12,1м), висотою поверху (від підлоги до стелі) 2,7м. Споруда виконується в монолітному каркасі, елементами жорсткості якої слугують стіни-діафрагми товщиною 300мм та 350мм.

Надбудови евакуаційних виходів монолітні залізобетонні.

Підлога бетонна з фарбуванням поверхні; в приміщеннях з призначенням для спортивних занять влаштовується додаткове спеціальне покриття; в приміщеннях санвузлів влаштовується керамічна плитка із застосуванням гідроізоляційних шарів. Основа підлоги – полістиролбетонна стяжка товщиною 220мм.

Надземні надбудови евакуаційних входів-виходів утеплюються по системі скріпленої теплоізоляції з оздобленням тонкошаровими штукатурами. Утеплення виконується мінераловатними плитами ρ=120кг/м^3 товщиною 200мм. Покрівля надбудов утеплюється мінераловатними плитами ρ=100-170кг/м^3 товщиною 300мм з подальшим влаштуванням похилоутворюючої стяжки та покриттям ПВХ мембраною.

Дверні блоки зовнішні – металеві.

Робочим проєктом система опалення прийнята з електричним нагрівом, система припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням.

Гаряче водопостачання передбачено від електричних водонагрівачів.

Схема розташування будинку та орієнтація по сторонах світу наведені на малюнку 1.

Умовна висота будівлі (за п.4.9 ДБН В.1.1-7:2016) – не визначається.

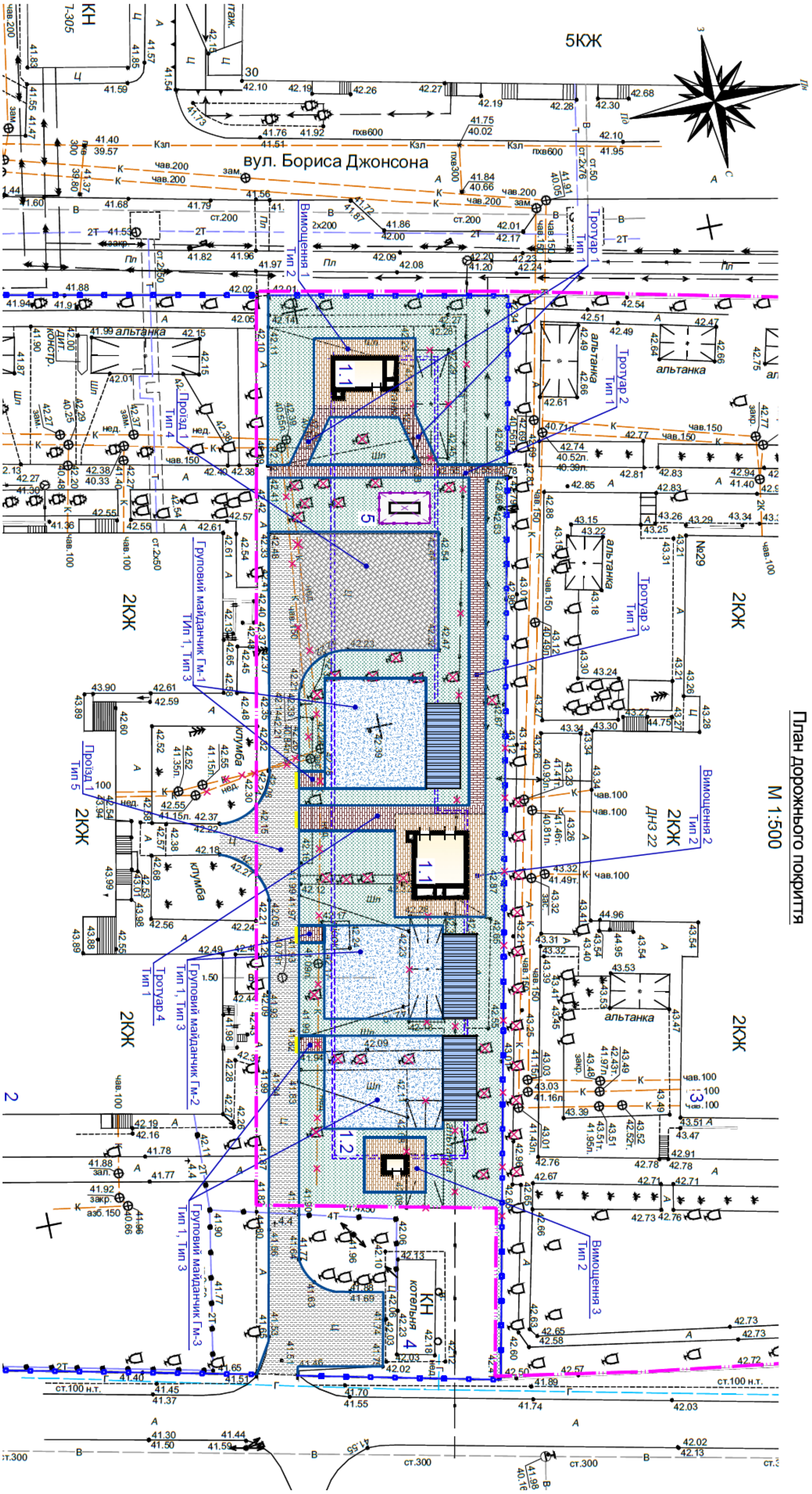

Рисунок 1 – Схема розташування будівлі та орієнтація по сторонам світу

Вихідні дані для розрахунків

Конструкція зовнішніх стін:

– тип 1 – стіни будівлі залізобетонні товщиною 350мм, щільність – 2500кг/м³; клейова суміш CERESIT на цементній основі товщиною 10мм, щільність – 1800кг/м³; утеплювач з плит мінераловатних на основі базальтового волокна SWEETONDALE THERMOWOOL FAS OPTIMA 120 товщиною 200мм, щільність – 120кг/м³; захисна штукатурка товщиною 5мм, щільність – 1800кг/м³; декоративна штукатурка товщиною 3мм, щільність – 1600кг/м³;

– тип 2 (стіни нижче рівня землі до позначки -2,500) – стіни будівлі залізобетонні товщиною 350мм, щільність – 1800кг/м³; гідроізоляційна мембрана MAPEPROOF SA товщиною 1,5мм, щільність – 965кг/м³; плити екструдованого пінополістиролу товщиною 50мм, щільність – 30кг/м³;

– тип 5 (стіни нижче рівня землі з позначки -2,500 до відм. низу фундаментної плити) – стіни будівлі залізобетонні товщиною 350мм, щільність – 1800кг/м³; гідроізоляційна мембрана MAPEPROOF SA товщиною 1,5мм, щільність – 965кг/м³.

Конструкція суміщеного покриття:

– тип 1 – залізобетон товщиною 300мм, щільність – 2500кг/м³; пароізоляція HYDROBASE ULTRA товщиною 3мм, щільність – 1000кг/м³; стяжка цементно-піщана товщиною 50-150мм, щільність – 1600кг/м³; утеплювач з плит мінераловатних на основі базальтового волокна SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF N EXTRA 100 товщиною 200мм, щільність – 100кг/м³; утеплювач з плит мінераловатних на основі базальтового волокна SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170 товщиною 100мм, щільність – 170кг/м³; ПВХ мембрана SOPREMA FLAGON SR товщиною 1,8мм, щільність – 1000кг/м³.

Конструкція перекриття, що контактує з ґрунтом:

– тип 2 – залізобетон товщиною 400мм, щільність – 2500кг/м³; гідроізоляційна мембрана MAPEPROOF SA товщиною 1,5мм, щільність – 965кг/м³; стяжка бетонна товщиною 50-200мм, щільність – 2400кг/м³; ґрунт.

Підлоги по ґрунту: бетонні та з керамічною плиткою.

В захисній споруді передбачена електрична система опалення, гаряче водозабезпечення. Вентиляція припливно-витяжна з механічним спонуканням та рекуперацією тепла. В приміщеннях виконана витяжна вентиляція з механічним спонуканням.

Облік енергоресурсів:

– облік теплової енергії системи опалення – не передбачено;

– облік теплової енергії системи ГВП – не передбачено;

– облік електроенергії – лічильником активної електричної енергії.

Електрична система опалення (відповідно таблиці 4):

– опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни;

– пряме електропостачання з П-регулюванням (1 К).

Система гарячого водозабезпечення (відповідно таблиці 7):

– система гарячого водозабезпечення виконана від електричних водонагрівачів;

– трубопроводи знаходяться в опалюваній частині будівлі;

– трубопроводи теплоізольовані стандартно;

– регулювання витоку ручне.

Характеристика автоматизації інженерних систем (відповідно таблиці 8):

система опалення:

– місцеве ручне регулювання терморегуляторами на опалювальних приладах приміщень;

– регулювання періодичності зниження споживання – автоматичне програмоване регулювання за розкладом;

система вентиляції:

– система вентиляції припливно-витяжна з механічним спонуканням;

– регулювання витрати повітря у приміщенні – автоматичне;

– регулювання витрати повітря при його підготовці – автоматичне;

– використання повітря з низькою температурою – використання зовнішнього повітря з низькою температурою;

– регулювання температури припливного повітря – з постійним значенням заданої температури;

система освітлення:

– система освітлення – ручне включення/виключення;

– регулювання зовнішнього освітлення – автоматичне включення освітлення з настанням сутінків і відключенням на світанку;

локальна система автоматизації:

– система автоматизації та управління будівлею відсутня;

технічний моніторинг та управління будівлею:

– визначення несправностей систем та забезпечення допомоги в їх діагностиці – відсутнє;

– формування звітів щодо енергоспоживання та зовнішніх параметрів, а також можливість зниження енергоспоживання – відсутнє.

Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_в=\theta_{int}=20^oC$, розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м. Покров $t_з=\theta_{e,роз}=-22^oC$. Розрахункове значення відносної вологості приміщень 50%, мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні $t_{min} = 9,3^oC$.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 тривалість опалювального періоду для м. Покров складає $z_{оп} = 172$ доби, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{оп\ с} = -0,2^oC$.

Взам. інв. №	
Підп. І дата	
Інв. №ор.	

						26 – 4433 – ЕЕ.ПЗ	Лист
Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата		

Кількість градусо-діб опалювального періоду для I температурної зони – для м. Покров: $D_d = (t_в - t_{оп.с}) \cdot z_{оп} = (20 + 0,2) \cdot 172 = 3474.$

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 нормативне значення приведеного опору теплопередачі R_{qmin}, м^2·К/Вт, становить:

– зовнішні стіни – 4,0 м^2·К/Вт;

– суміщене покриття – 7,0 м^2·К/Вт;

– зовнішні двері – 0,7 м^2·К/Вт.

Основні об′ємно-планувальні показники:

– опалювана площа будівлі F_h = 1225,88м^2;

– опалюваний об'єм будівлі V_h = 3731,26м^3;

– загальна площа зовнішніх огороджувальних конструкцій A_Σ = 3237,4м^2.

Показник компактності будівлі Λ_B, м$^{-1}$, визначається за формулою (М.1) ДСТУ 9191:2022:

$$\Lambda_B = \frac{A_{i\Sigma}}{V} = \frac{3237,4}{3731,26} = 0,87 м^{-1}.$$

3. Визначення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ 9191:2022 «Теплова ізоляція будівель. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».

Величини розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються, визначені на підставі протоколів випробувань або згідно з додатком А.1 ДСТУ 9191:2022.

Зовнішні стіни

Тип 1.1:

– основа – залізобетон, ρ=2500кг/м^3, δ=350мм, λ=2,04Вт/(м·К);

– клейова суміш на цементній основі CERESIT, ρ=1800кг/м^3, δ=10мм, λ=0,93Вт/(м·К);

– утеплювач – плити мінераловатні SWEETONDALE THERMOWOOL FAS OPTIMA 120, ρ=120кг/м^3, δ=200мм;

– захисна штукатурка на цементній основі CERESIT, ρ=1800кг/м^3, δ=5мм, λ=0,93Вт/(м·К);

– декоративна штукатурка, ρ=1600кг/м^3, δ=3мм, λ=0,83Вт/(м·К).

Для розрахунку приймається типова ділянка стіни фасаду 1-2. Розміри ділянки, що розглядається – 3,3х2,5=8,25м^2, загальна площа непрозорої огороджувальної конструкції – 8,25м^2.

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати SWEETONDALE THERMOWOOL FAS OPTIMA 120 прийнято за Протоколом №112к/23 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «THERMOWOOL FAS OPTIMA 120» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»»», див. додаток 1.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{A_{\Sigma}}{\Sigma_i \left(A_i / R_{\Sigma i} \right) + \Sigma_m \left(l_m \cdot \psi_m \right) + \Sigma_j \left(N_j \cdot \chi_j \right)}$$

Опір теплопередачі R$_{\Sigma}$ термічно однорідної огороджувальної конструкції, визначається за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^{l} R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^{l} \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$$

– h_{si}=8,7Вт/(м·К) – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції;

– h_{se}=23Вт/(м·К) – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції.

$$R_{\Sigma}=\frac{1}{8,7}+\frac{0,35}{2,04}+\frac{0,01}{0,93}+\frac{0,2}{0,042}+\frac{0,005}{0,93}+\frac{0,003}{0,83}+\frac{1}{23}=$$
$$=0,115+0,172+0,011+4,762+0,005+0,004+0,043=5,112 м^2К/Вт$$

Таблиця 3.1 Теплопровідні включення та їх кількість

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт ψ_m, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт χ_j, Вт/К
Дюбелі для кріплення теплоізоляційного матеріалу з металевим стрижнем	–	5шт/м^2	–	0,005

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін (тип 1.1) визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{пр}=\frac{8,25}{\frac{8,25}{5,112}+5\cdot 8,25\cdot 0,005}=$$
$$=4,533 м^2\cdot К/Вт \succ 4,0 м^2\cdot К/Вт.$$

Коефіцієнт однорідності зовнішніх стін (тип 1.1) визначається за формулою Ж.1 ДСТУ 9191:2022:

$$r=\frac{R_{\Sigma пр}}{R_{\Sigma}}$$
$$r=\frac{4,533}{5,112}=0,887$$

Тип 1.2:

– основа – залізобетон, ρ=2500кг/м^3, δ=350мм, λ=2,04Вт/(м·К);

– клейова суміш на цементній основі CERESIT, ρ=1800кг/м^3, δ=10мм, λ=0,93Вт/(м·К);

– утеплювач – плити мінераловатні SWEETONDALE THERMOWOOL FAS OPTIMA 120, ρ=120кг/м^3, δ=200мм;

– захисна штукатурка на цементній основі CERESIT, ρ=1800кг/м^3, δ=5мм, λ=0,93Вт/(м·К);

– декоративна штукатурка, ρ=1600кг/м^3, δ=3мм, λ=0,83Вт/(м·К).

Для розрахунку приймається типова ділянка стіни фасаду Д-В. Розміри ділянки, що розглядається – 5,7х2,5=14,25м^2, розміри дверних отворів на даній ділянці – 5,04м^2, площа непрозорої огороджувальної конструкції з укосами – 12,51м^2, площа непрозорої огороджувальної конструкції без укосів – 9,21м^2.

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати SWEETONDALE THERMOWOOL FAS OPTIMA 120 прийнято за Протоколом №112к/23 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «THERMOWOOL FAS OPTIMA 120» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»», див. додаток 1.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{A_{\Sigma}}{\Sigma_i \left(A_i / R_{\Sigma i}\right) + \Sigma_m \left(l_m \cdot \psi_m\right) + \Sigma_j \left(N_j \cdot \chi_j\right)}$$

Опір теплопередачі R_{Σ} термічно однорідної огороджувальної конструкції, визначається за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^{l} R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^{l} \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$$

– h_{si}=8,7Вт/(м·К) – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції;

– h_{se}=23Вт/(м·К) – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції.

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,35}{2,04} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,2}{0,042} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,003}{0,83} + \frac{1}{23} =$$
$$= 0,115 + 0,172 + 0,011 + 4,762 + 0,005 + 0,004 + 0,043 = 5,112 м^2К / Вт$$

Таблиця 3.2 Теплопровідні включення та їх кількість

Найменування теплопровідного включення	**Протяжність, м**	**Кількість, шт**	**Лінійний коефіцієнт ψ_m, Вт/(м·К)**	**Точковий коефіцієнт χ_j, Вт/К**
Дверний відкос в зоні перемички	2,4	–	0,08	–
Дверний відкос в зоні рядового примикання	8,4	–	0,075	–
Дюбелі для кріплення теплоізоляційного матеріалу з металевим стрижнем	–	5шт/м²	–	0,005

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін (тип 1.2) визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{пр} = \frac{12,51}{\frac{9,21}{5,112} + 2,4 \cdot 0,08 + 8,4 \cdot 0,075 + 5 \cdot 9,21 \cdot 0,005} =$$
$$= 4,383 м^2 \cdot К / Вт \succ 4,0 м^2 \cdot К / Вт.$$

Коефіцієнт однорідності зовнішніх стін (тип 1.2) визначається за формулою Ж.1 ДСТУ 9191:2022:

$$r = \frac{R_{\Sigma пр}}{R_{\Sigma}}$$

$$r = \frac{4,383}{5,112} = 0,857$$

Приведений опір теплопередачі всієї площі зовнішніх стін визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022 та складає:

$$R_{\Sigma пр} = 4,494 м^2·К/Вт.$$

Суміщене покриття

Тип 1:

– залізобетон, ρ=2500кг/м^3, δ=300мм, λ=2,04Вт/(м·К);

– пароізоляція HYDROBASE ULTRA, ρ=1000кг/м^3, δ=3мм, λ=0,17Вт/(м·К);

– цементно-піщана стяжка ρ=1600кг/м^3, δ=50-150мм, λ=0,83Вт/(м·К);

– утеплювач – плити мінераловатні SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF N EXTRA 100, ρ=100кг/м^3, δ=200мм;

– утеплювач – плити мінераловатні SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170, ρ=170кг/м^3, δ=100мм;

– ПВХ мембрана SOPREMA FLAGON SR, ρ=1000кг/м^3, δ=1,8мм, λ=0,23Вт/(м·К).

Для розрахунку приймаємо типову ділянку покрівлі в осях 1-2/А-В. Розміри ділянки – 23,44м^2, загальна площа непрозорої огороджувальної конструкції – 23,44м^2.

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF N EXTRA 100 прийнято за Протоколом №11к/24 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації на 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «THERMOWOOL ROOF N EXTRA 100» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО», ДП НДІБК від 15 лютого 2024р.

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170 прийнято за Протоколом №111к/23 кваліфікаційних випробувань з визначення терміну ефективної експлуатації на 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО», ДП НДІБК від 21 вересня 2023р.

Приведений опір теплопередачі суміщеного покриття визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{A_{\Sigma}}{\Sigma_i \left(A_i / R_{\Sigma i} \right) + \Sigma_m \left(l_m \cdot \psi_m \right) + \Sigma_j \left(N_j \cdot \chi_j \right)}$$

Опір теплопередачі R_{Σ} термічно однорідної огороджувальної конструкції, визначається за формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^{l} R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^{l} \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$$

– h_{si}=10Вт/(м·К) – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції;

– h_{se}=23Вт/(м·К) – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції.

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{10} + \frac{0,3}{2,04} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,05}{0,83} + \frac{0,2}{0,041} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,0018}{0,23} + \frac{1}{23} =$$
$$= 0,1 + 0,147 + 0,018 + 0,06 + 4,878 + 2,222 + 0,008 + 0,043 = 7,476 м^2 К / Вт$$

Таблиця 3.3 Теплопровідні включення та їх кількість

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт ψ_m, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт χ_j, Вт/К
Кріплення ПВХ мембрани до покрівлі (по контуру)	–	42	–	0,005

Приведений опір теплопередачі суміщеного покриття (тип 1) визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{пр} = \frac{23,44}{\frac{23,44}{7,476} + 42 \cdot 0,005} =$$
$$= 7,007 м^2 \cdot К / Вт \succ 4,0 м^2 \cdot К / Вт.$$

Коефіцієнт однорідності суміщеного покриття (тип 1) визначається за формулою Ж.1 ДСТУ 9191:2022:

$$r = \frac{R_{\Sigma пр}}{R_{\Sigma}}$$

$$r = \frac{7,007}{7,476} = 0,937$$

Приведений опір теплопередачі всієї площі суміщеного покриття визначається за формулою 1 ДСТУ 9191:2022 та складає:

$$R_{\Sigma np} = 7{,}007 \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі R_{qmin} зовнішніх огороджувальних конструкцій згідно ДБН В.2.6-31 та приведений опір теплопередачі видів огороджувальних конструкцій будівлі наведені в таблиці 3.4.

З таблиці 3.4 видно, що приведений опір теплопередачі огороджувальних конструкцій відповідає нормативним значенням, відповідно до ДБН В.2.6-31. Визначення питомих тепловтрат на опалення приводиться далі.

Таблиця 3.4 Величини нормативних R_{qmin} та фактичних $R_{\Sigma пр}$ показників опору теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій

Вид огороджувальної конструкції	**$R_{q\,min}$, м^2·К/Вт**	**$R_{\Sigma пр}$, м^2·К/Вт**
Зовнішні стіни	4,0	4,494
Суміщене покриття	7,0	7,007
Двері	0,7	0,7

Відповідно п.5.1 та таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021 для зовнішніх огороджувальних конструкцій повинна виконуватися умова $\Delta\theta_{int\text{-}si} \le \Delta\theta_{int\text{-}si,max}$ (5), де:

$\Delta\theta_{int\text{-}si}$ – різниця між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції за внутрішніми розмірами, °С;

$\Delta\theta_{int\text{-}si,max}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, °С, для зовнішньої стіни – 4°С, для суміщеного покриття – 3°С.

Перевірочний розрахунок виконання умови $\theta_{si,пр,Н} > \theta_{si,min}$ (6)

Середня температура внутрішньої поверхні непрозорих огороджувальних конструкцій $\theta_{si,min}$, визначена у відповідності з ДБН В.2.6-31 на основі розрахунків з використанням ДСТУ 9191:2022 відповідних вузлів у зонах теплопровідних включень, кутах і відкосах віконних та дверних прорізів при розрахунковому значенні температури зовнішнього та внутрішнього повітря, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31.

Середня температура внутрішньої поверхні стіни:

$$\theta_{si,H} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{ext}}{R_{\Sigma np,H} \cdot h_{si}} = 20 - \frac{20+22}{4{,}494 \cdot 8{,}7} = 18{,}93^{o}C$$

Середня температура внутрішньої поверхні суміщеного покриття:

$$\theta_{si,H} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{ext}}{R_{\Sigma np,H} \cdot h_{si}} = 20 - \frac{20+22}{7{,}007 \cdot 10} = 19{,}4^{o}C$$

Приведена температура внутрішньої поверхні стіни:

$$\theta_{si,np,H} = \theta_{si,H,i} = 18,93^{o}C$$

Приведена температура внутрішньої поверхні суміщеного покриття:

$$\theta_{si,np,H} = \theta_{si,H,i} = 19,4^{o}C$$

Температура точки роси при θ_{int}=20°C та φ_{int}=50%, визначається за даними таблиці Б.1 Додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 та значення парціального тиску водяної пари *е*, що розраховується по формулі (6):

$$e_{в} = 0,01 \cdot \varphi_{в} \cdot E_{в} = 0,01 \cdot 50 \cdot 2340 = 1170 Па$$

Висновок: визначеному значенню відповідає температура точки роси $t_p = 9,3^{o}C = \theta_{si,\min}$, що менше приведеної температури внутрішньої поверхні зовнішньої стіни $\theta_{si,np,H} = 18,93^{o}C$ та суміщеного покриття $\theta_{si,np,H} = 19,4^{o}C$, а отже умова $\theta_{si,np,H}$ f $\theta_{si,\min}$ виконується.

Перевірочний розрахунок виконання умови $\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}$ (5) для зовнішньої стіни

Температурний перепад $\Delta\theta_{int-si}$:

$$\Delta\theta_{\text{int}-si} = \theta_{\text{int}} - \theta_{\text{int},np} = 20 - 18,93 = 1,07^{o}C$$

Оскільки $\Delta\theta_{int-si}$=1,07°C ≤ $\Delta\theta_{int-si,max}$=4°C – умова виконується, конструкція є задовільною.

Перевірочний розрахунок виконання умови $\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}$ (5) для суміщеного покриття

Температурний перепад $\Delta\theta_{int-si}$:

$$\Delta\theta_{\text{int}-si} = \theta_{\text{int}} - \theta_{\text{int},np} = 20 - 19,4 = 0,6^{o}C$$

Оскільки $\Delta\theta_{int-si}$=0,6°C ≤ $\Delta\theta_{int-si,max}$=3°C – умова виконується, конструкція є задовільною.

4. Оцінка вологісного режиму огороджувальних конструкцій

Оцінка вологісного режиму конструкцій здійснена згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.6-192.

Об'єкт – зовнішня стіна із залізобетону (тип 1) будівлі з нормальним режимом експлуатації приміщень в м. Покров.

Теплофізичні дані для розрахунку кожного шару конструкції наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Розрахункові характеристики матеріалів в складі огороджувальної конструкції

Шар	**Товщина шару δ, м**	**Густина ρ, кг/м^3**	**Тепло-провідність λ, Вт/(м·К)**	**Тепловий опір R, (м^2·К)/Вт**	**Коефіцієнт паропроникності μ, мг/(м·год·Па)**	**Опір паропроникності Re, (м^2·год·Па)/мг**
Залізобетон	0,35	2500	2,04	0,172	0,03	11,667
Клейова суміш на цементній основі CERESIT	0,01	1800	0,93	0,011	0,09	0,111
Утеплювач SWEETONDALE THERMOWOOL FAS OPTIMA 120	0,2	120	0,042	4,762	0,43	0,465
Захисна штукатурка на цементній основі CERESIT	0,005	1800	0,93	0,005	0,09	0,056
Штукатурка декоративна CERESIT	0,003	1600	0,83	0,004	0,08	0,038

Порядок розрахунку

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 визначаємо середньомісячні значення температур і відносну вологість зовнішнього повітря.

Таблиця 4.2 Середньомісячні значення температур і відносна вологість зовнішнього повітря для м. Покров

Місяць	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
Температура, °С	-4,7	-3,8	1,1	9,6	16	19,6	21,6	20,7	15,4	8,6	2,2	-2,5
Відносна вологість, %	86	84	81	68	62	65	64	62	68	76	87	89

Визначаємо температуру та відносну вологість повітря приміщення. Для даної будівлі, згідно з ДБН В.2.6-31 вони складають відповідно: θ_{int}=20°С; φ_{int}= 50%.

Згідно з таблицею Б.1, додаток Б визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари Е, по формулам (6), (7) – парціальні тиски водяної пари дорівню-

ють:

– для внутрішнього повітря: $E_в$= 2340Па, $e_в$= 1170Па;
– для зовнішнього повітря в грудні: $E_н$= 496Па, $e_н$ = 441Па;
– для зовнішнього повітря в січні: $E_н$= 412Па, $e_н$ = 354Па;
– для зовнішнього повітря в лютому: $E_н$= 444Па, $e_н$ = 373Па.

Парціальний тиск водяної пари на перетині шарів матеріалів огороджувальної конструкції, Па; температура на перетині шарів матеріалів огороджувальної конструкції, °С, що визначена за формулою (5); парціальний тиск насиченої водяної пари Е, Па, на перетині шарів матеріалів огороджувальної конструкції, визначений за таблицею Б.1, додаток Б:

	Грудень	**Січень**	**Лютий**		**Грудень**	**Січень**	**Лютий**		**Грудень**	**Січень**	**Лютий**
e0	1170	1170	1170	**t0**	19,5	19,4	19,5	**E0**	2268	2254	2268
e1	481	399	416	**t1**	18,7	18,6	18,7	**E1**	2158	2145	2158
e2	474	391	409	**t2**	18,7	18,6	18,6	**E2**	2158	2145	2145
e3	447	360	379	**t3**	-2,3	-4,4	-3,6	**E3**	505	423	452
e4	444	357	375	**t4**	-2,3	-4,5	-3,6	**E4**	505	419	452
e5	441	354	373	**t5**	-2,3	-4,5	-3,6	**E5**	505	419	452

Розподіл температур в зовнішній стіні наведено на рисунках 4.1; 4.2; 4.3.

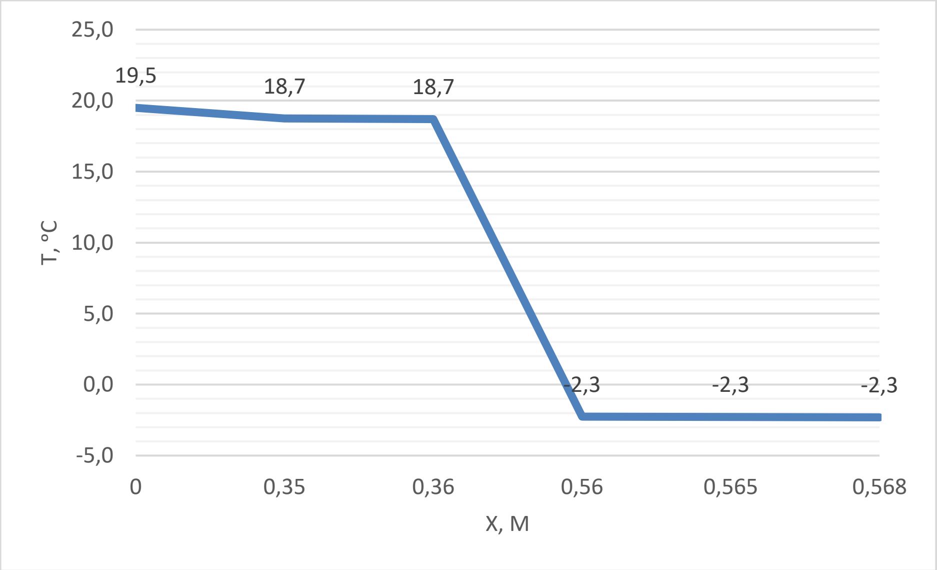

Рисунок 4.1 Розподіл температур у зовнішній стіні (тип 1) в грудні

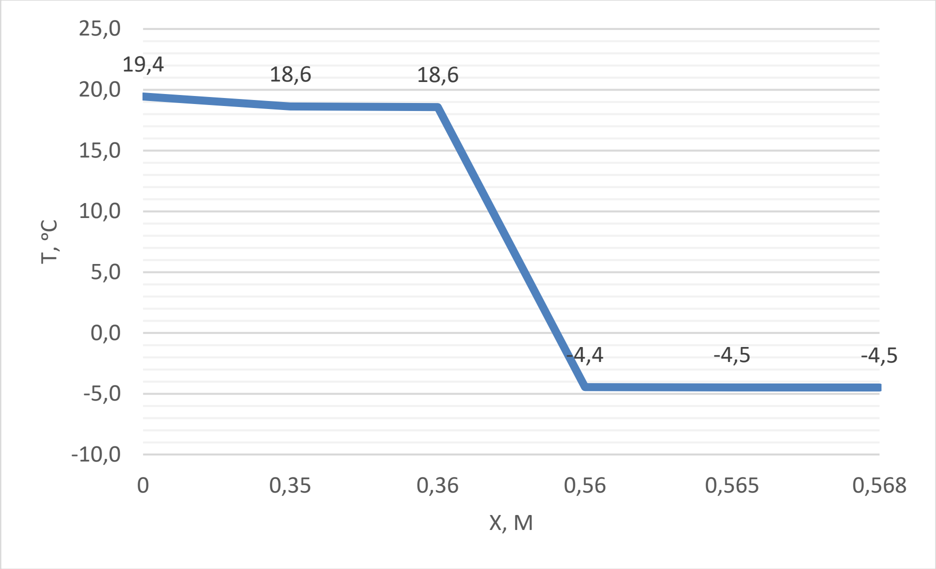

Рисунок 4.2 Розподіл температур у зовнішній стіні (тип 1) в січні

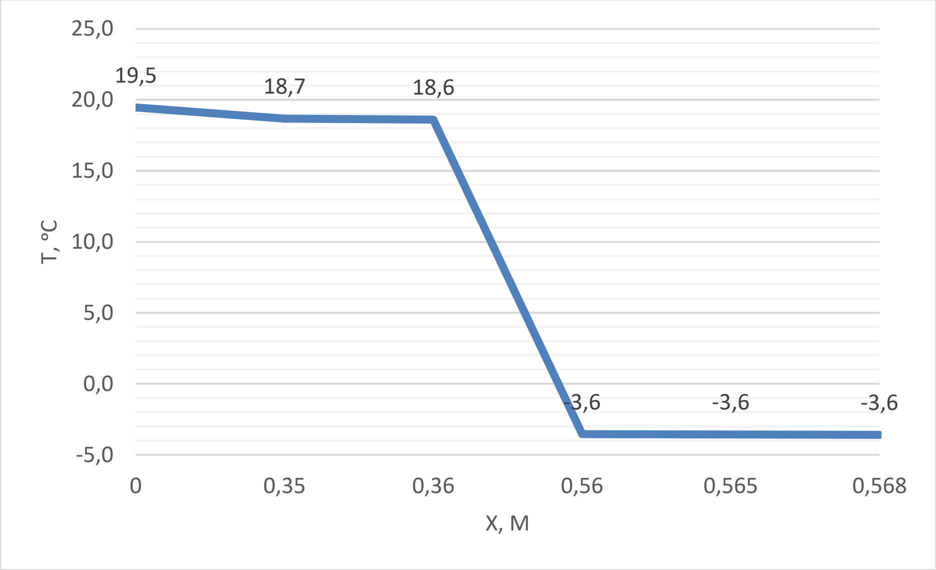

Рисунок 4.3 Розподіл температур у зовнішній стіні (тип 1) в лютому

В масштабі опорів паропроникненню R_e будується залежність парціального тиску насиченої водяної пари Е та парціального тиску водяної пари е (рисунок 4.4; 4.5; 4.6).

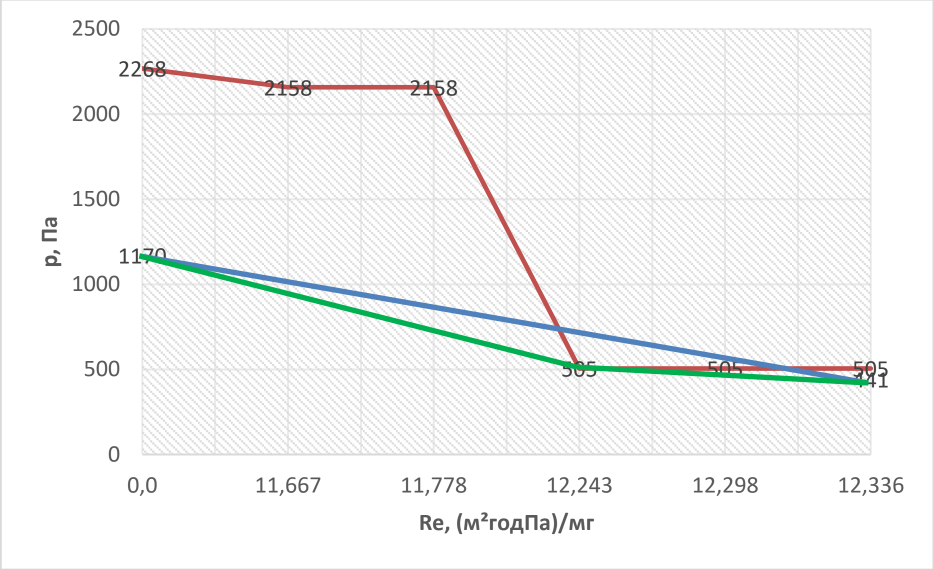

Рисунок 4.4 Розподіл парціальних тисків у зовнішній стіні (тип 1) в грудні

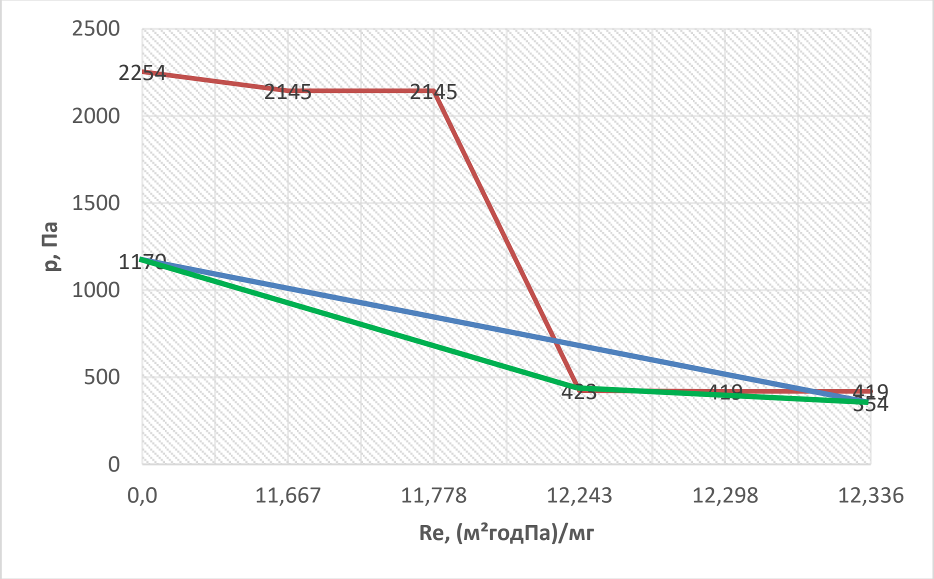

Рисунок 4.5 Розподіл парціальних тисків у зовнішній стіні (тип 1) в січні

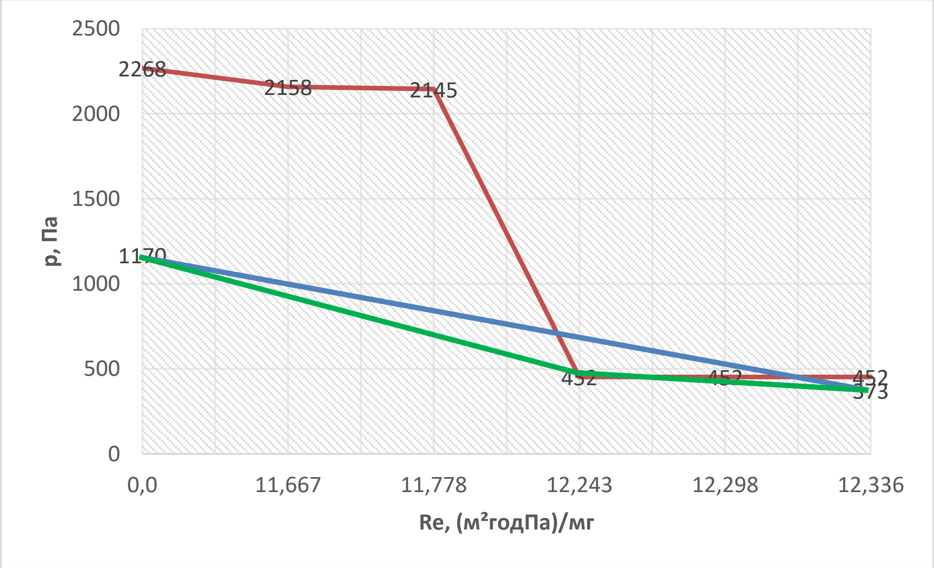

Рисунок 4.6 Розподіл парціальних тисків у зовнішній стіні (тип 1) в лютому

Оскільки лінії E та e перетинаються, що свідчить про конденсацію вологи в товщі огороджувальної конструкції, будується лінія розрахункового тиску водяної пари e_p. Дана лінія будується з точок на поверхнях конструкції, що відповідають значенням парціального тиску внутрішнього та зовнішнього повітря до лінії розподілу насиченої водяної пари E (— E, — e, — e_p).

За розподілом парціальних тисків (рисунки 4.4, 4.5 та 4.6) встановлено, що конденсація відбувається на межах утеплювача та захисної штукатурки.

Розрахунок для грудня

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_в = \frac{1170-505}{11,667+0,111+0,465} = 54,317 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_з = \frac{505-441}{0,056+0,038} = 680,851 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість вологи, що випаровується з конструкції за грудень:

$$W_{вп} = 744 \cdot (680,851-54,317) \cdot 10^{-6} = 0,466 кг/м^2.$$

Розрахунок для січня

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_в = \frac{1170-423}{11,667+0,111+0,465} = 61,014 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_з = \frac{423-354}{0,056+0,038} = 734,043 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість вологи, що випаровується з конструкції за січень:

$$W_{вп} = 744 \cdot (734,043-61,014) \cdot 10^{-6} = 0,501 кг/м^2.$$

Розрахунок для лютого

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_в = \frac{1170 - 452}{11,667 + 0,111 + 0,465} = 58,646 мг / м^2 \cdot год.$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_з = \frac{452 - 373}{0,056 + 0,038} = 840,426 мг / м^2 \cdot год.$$

Кількість вологи, що випаровується з конструкції за лютий:

$$W_{вп} = 672 \cdot (840,426 - 58,646) \cdot 10^{-6} = 0,525 кг / м^2.$$

Таблиця 4.3 Річний баланс вологи в товщі огороджувальної конструкції будівлі

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувалась в огороджувальній конструкції, кг/м^2	Кількість вологи, що випарилась із зони конденсації, кг/м^2
Грудень	0	0,466
Січень	0	0,501
Лютий	0	0,525
Σ	**0**	**1,492**

Проведеним розрахунком встановлено, що в зовнішній стіні (тип 1) процес конденсації водяної в період вологонакопичення (грудень, січень, лютий) не відбувається. В інші місяці року також відбувається процес випаровування вологи.

Таким чином, згідно з ДБН В.2.6-31 та ДСТУ-Н Б В.2.6-192 збільшення вологості в зовнішній стіні (тип 1) в холодний період року являється допустимим.

Об'єкт – суміщене покриття (тип 1) будівлі з нормальним режимом експлуатації приміщень в м. Покров.

Теплофізичні дані для розрахунку кожного шару конструкції наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 Розрахункові характеристики матеріалів в складі огороджувальної конструкції

Шар	Товщина шару δ, м	Густина ρ, кг/м^3	Тепло-провідність λ, Вт/(м·К)	Тепловий опір R, (м^2·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності μ, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникності Re, (м^2·год·Па)/мг
Залізобетон	0,3	2500	2,04	0,147	0,03	10
Пароізоляція HYDROBASE ULTRA	0,003	1000	0,17	0,018	0,008	0,375
Стяжка цементно-піщана	0,05-0,15	1600	0,83	0,06	0,08	0,625
Утеплювач SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF N EXTRA	0,2	100	0,041	4,878	0,47	0,426

100						
Утеплювач SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170	0,1	170	0,045	2,222	0,356	0,281
ПВХ мембрана SOPREMA FLAGON SR	0,0018	1000	0,23	0,008	0,00011	16,364

Порядок розрахунку

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 визначаємо середньомісячні значення температур і відносну вологість зовнішнього повітря.

Середньомісячні значення температур і відносна вологість зовнішнього повітря для м. Покров наведено в таблиці 4.2.

Визначаємо температуру та відносну вологість повітря приміщення. Для даної будівлі, згідно з ДБН В.2.6-31 вони складають відповідно: θ_{int}=20°С; φ_{int}= 50%.

Згідно з таблицею Б.1, додаток Б визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари Е, по формулам (6), (7) – парціальні тиски водяної пари дорівнюють:

– для внутрішнього повітря: $E_в$= 2340Па, $e_в$= 1170Па;

– для зовнішнього повітря в грудні: $E_н$= 496Па, $e_н$ = 441Па;

– для зовнішнього повітря в січні: $E_н$= 412Па, $e_н$ = 354Па;

– для зовнішнього повітря в лютому: $E_н$= 444Па, $e_н$ = 373Па.

Парціальний тиск водяної пари на перетині шарів матеріалів огороджувальної конструкції, Па; температура на перетині шарів матеріалів огороджувальної конструкції, °С, що визначена за формулою (5); парціальний тиск насиченої водяної пари Е, Па, на перетині шарів матеріалів огороджувальної конструкції, визначений за таблицею Б.1, додаток Б:

	Грудень	**Січень**	**Лютий**		**Грудень**	**Січень**	**Лютий**		**Грудень**	**Січень**	**Лютий**
e0	1170	1170	1170	**t0**	19,7	19,7	19,7	**E0**	2297	2297	2297
e1	910	879	886	**t1**	19,3	19,2	19,2	**E1**	2241	2227	2227
e2	901	869	875	**t2**	19,2	19,1	19,2	**E2**	2227	2212	2227
e3	884	850	858	**t3**	19,0	18,9	19,0	**E3**	2197	2185	2197
e4	873	838	846	**t4**	4,3	2,8	3,4	**E4**	831	748	781
e5	866	830	838	**t5**	-2,3	-4,5	-3,6	**E5**	505	419	452
e6	441	354	373	**t6**	-2,4	-4,6	-3,7	**E6**	501	415	448

Розподіл температур в зовнішній стіні наведено на рисунках 4.7; 4.8; 4.9.

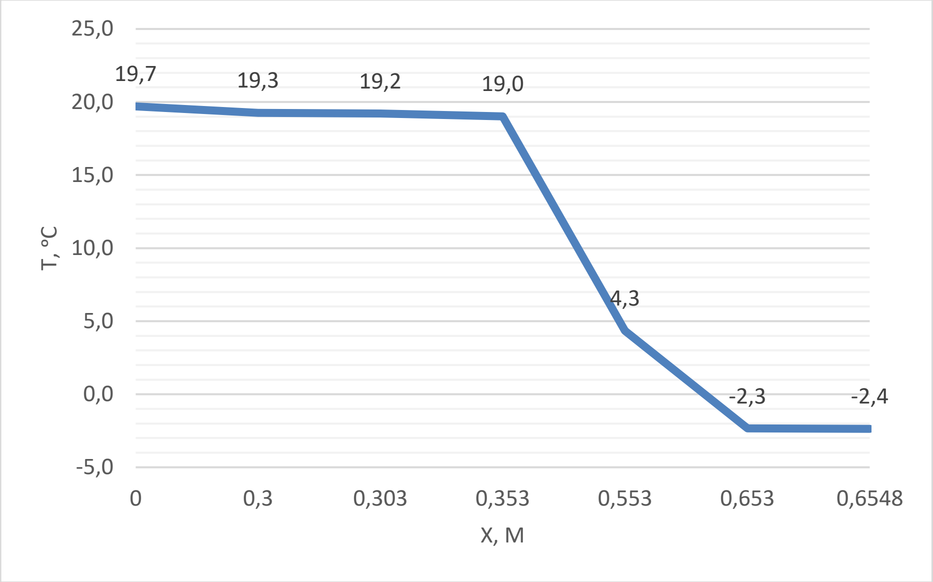

Рисунок 4.7 Розподіл температур у суміщеному покритті (тип 1) в грудні

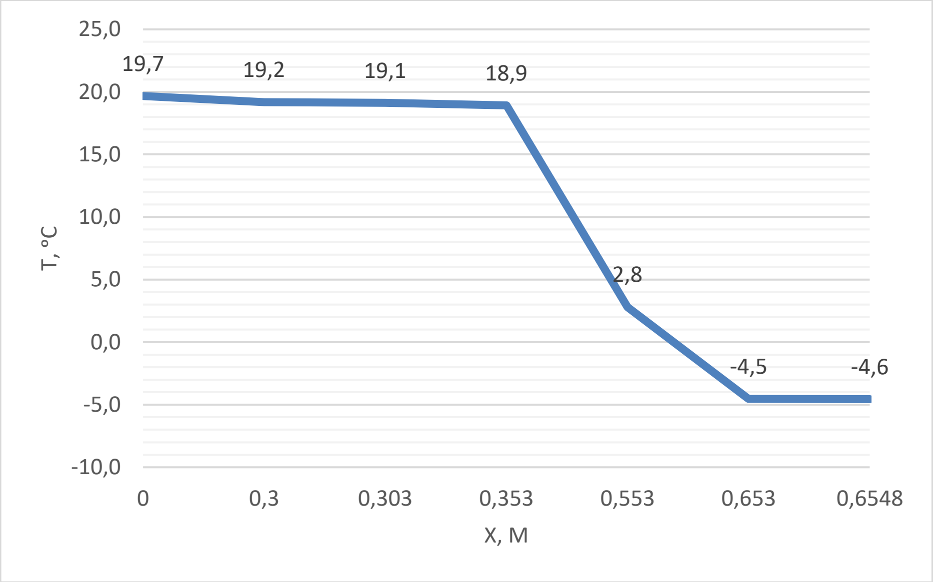

Рисунок 4.8 Розподіл температур у суміщеному покритті (тип 1) в січні

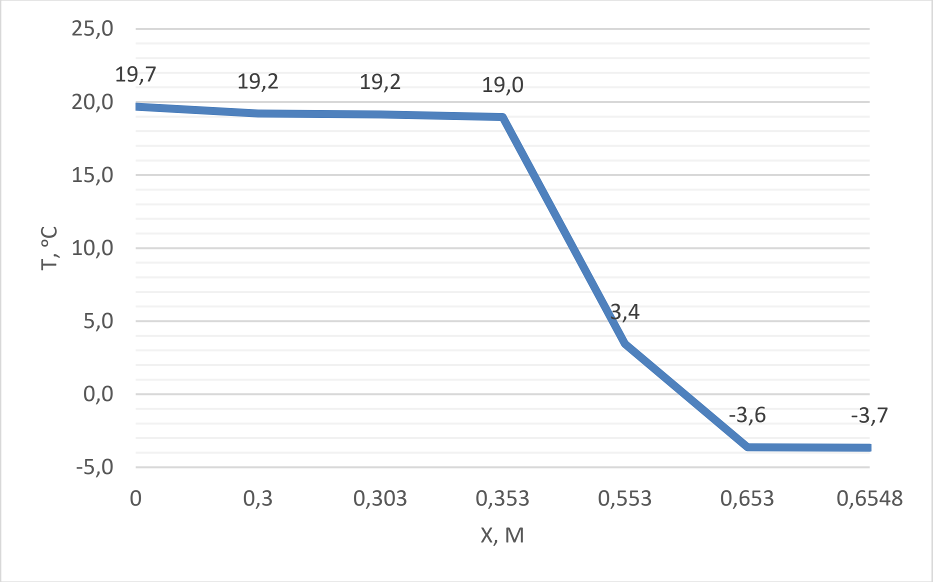

Рисунок 4.9 Розподіл температур у суміщеному покритті (тип 1) в лютому

В масштабі опорів паропроникненню R_e будується залежність парціального тиску насиченої водяної пари E та парціального тиску водяної пари е (рисунок 4.10; 4.11; 4.12).

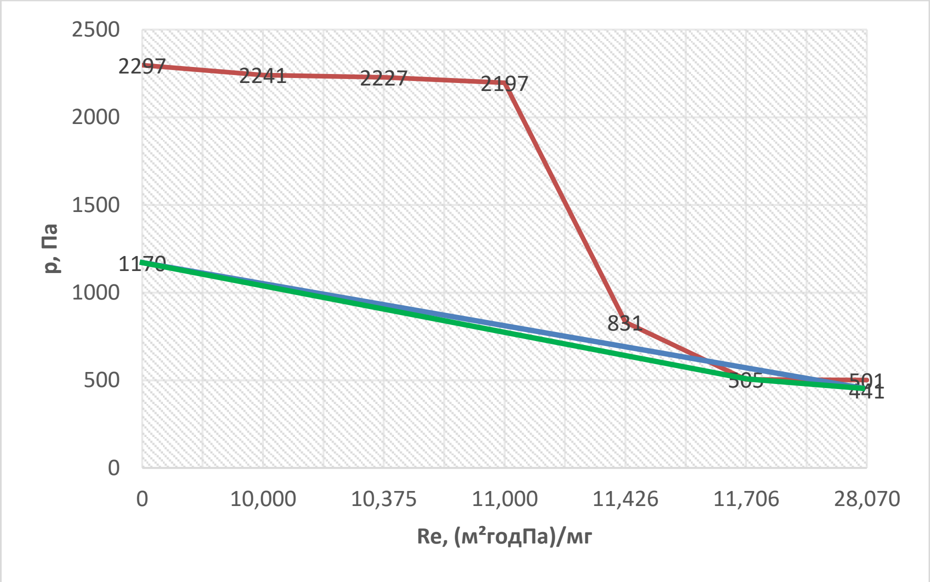

Рисунок 4.10 Розподіл парціальних тисків у суміщеному покритті (тип 1) в грудні

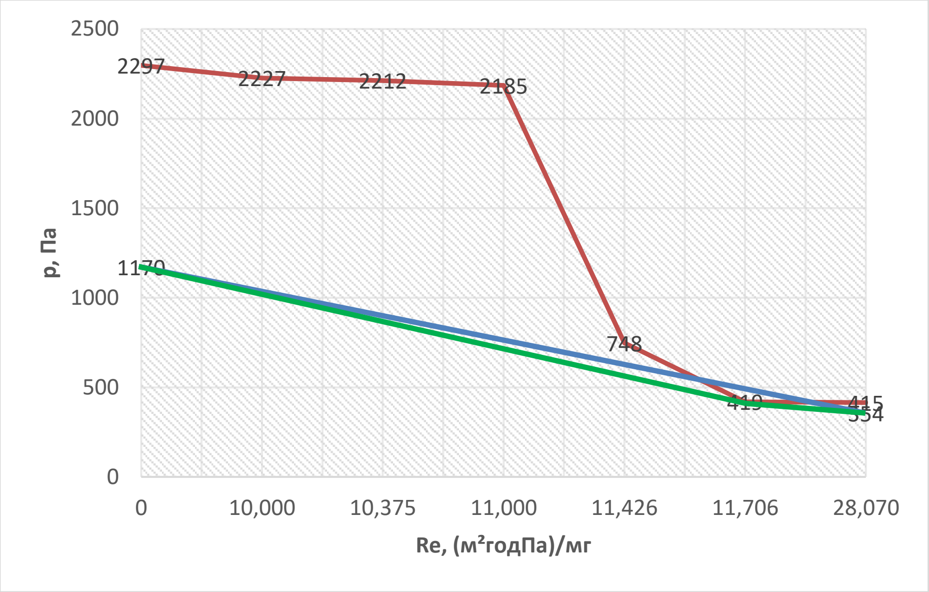

Рисунок 4.11 Розподіл парціальних тисків у суміщеному покритті (тип 1) в січні

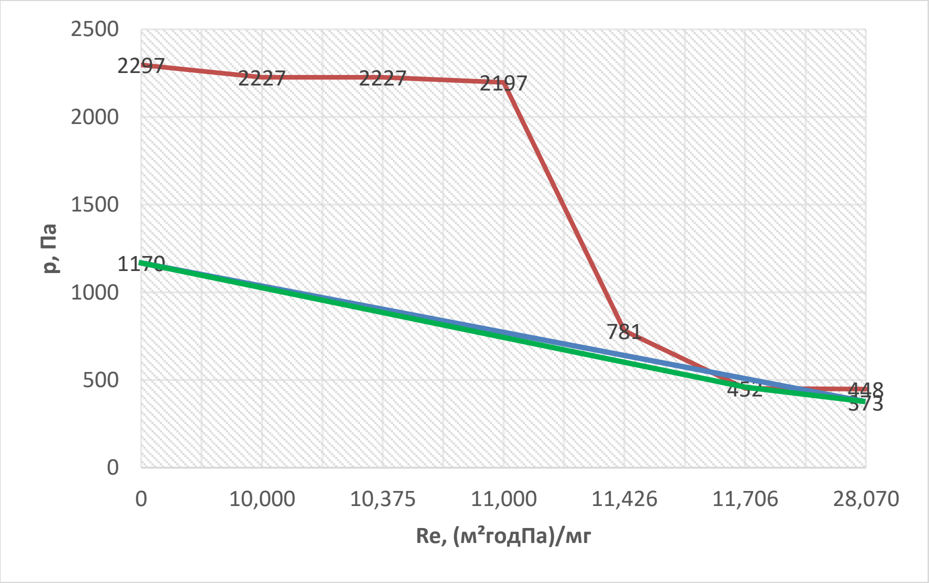

Рисунок 4.12 Розподіл парціальних тисків у суміщеному покритті (тип 1) в лютому

Оскільки лінії E та e перетинаються, що свідчить про конденсацію вологи в товщі огороджувальної конструкції, будується лінія розрахункового тиску водяної пари e_p. Дана лінія будується з точок на поверхнях конструкції, що відповідають значенням парціального тиску внутрішнього та зовнішнього повітря до лінії розподілу насиченої водяної пари E (— E, — e, — e_p).

За розподілом парціальних тисків (рисунки 4.4, 4.5 та 4.6) встановлено, що конденсація відбувається на межах утеплювача та захисної штукатурки.

Розрахунок для грудня

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_в = \frac{1170-505}{10+0,375+0,625+0,426+0,281} = 56,804 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_з = \frac{505-441}{16,364} = 3,911 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість вологи, що конденсується в конструкції за грудень:

$$W_з = 744 \cdot (56,804-3,911) \cdot 10^{-6} = 0,039 кг/м^2.$$

Розрахунок для січня

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_в = \frac{1170-419}{10+0,375+0,625+0,426+0,281} = 64,15 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_з = \frac{419-354}{16,364} = 3,972 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість вологи, що конденсується в конструкції за січень:

$$W_з = 744 \cdot (64,15-3,972) \cdot 10^{-6} = 0,045 кг/м^2.$$

Розрахунок для лютого

Кількість водяної пари, що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_в = \frac{1170-452}{10+0,375+0,625+0,426+0,281} = 61,331 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість водяної пари, що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_з = \frac{452-373}{16,364} = 4,828 мг/м^2 \cdot год.$$

Кількість вологи, що конденсується в конструкції за лютий:

$$W_з = 672 \cdot (61,331-4,828) \cdot 10^{-6} = 0,038 кг/м^2.$$

Провівши аналогічні розрахунки для інших місяців року встановлено, що в період березень-листопад *E* та *e* не перетинаються, що свідчить про відсутність процесу вологонакопичення.

Проведеним розрахунком встановлено, що в суміщеному покритті (тип 1) процес конденсації водяної відбувається лише в період вологонакопичення (грудень, січень, лютий). В інші місяці року відбувається процес випаровування вологи.

Таблиця 4.5 Річний баланс вологи в товщі огороджувальної конструкції будівлі

Місяць року	**Кількість вологи, що сконденсувалась в огороджувальній конструкції, кг/м^2**	**Кількість вологи, що випарилась із зони конденсації, кг/м^2**
Грудень	0,039	0
Січень	0,045	0
Лютий	0,038	0
Σ	**0,122**	**0**

Оцінка збільшення вологості матеріалу в товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи (в даному випадку в товщі мінеральної вати):

$$\Delta w = \frac{0,122}{0,1 \cdot 170} \cdot 100\% = 0,72\%$$ – для мінеральної вати.

Таким чином, згідно з ДБН В.2.6-31 та ДСТУ-Н Б В.2.6-192 збільшення вологості в суміщеному покритті (тип 1) в холодний період року являється допустимим.

5. Визначення показників теплостійкості

Визначення показників теплостійкості розраховано у відповідності з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.6-190.

Оцінка теплостійкості в літній період

Оцінка теплостійкості зовнішньої стіни

Розрахунок проводиться у відповідності з додатком В.2 ДСТУ-Н Б В.2.6-190.

Об'єкт – зовнішня стіна із залізобетону (тип 1) в кліматичних умовах м. Покров.

Параметри клімату району будівництва наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Розрахункові параметри клімату м. Покров (47°39′ пн. ш.)

Назва параметру	**Значення**
Середньомісячна температура липня (згідно таблиці 2 ДСТУ-Н Б В. 1.1-27)	21,6
Середня амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні $A_{tв}$,°C (згідно таблиці 2 ДСТУ-Н Б В. 1.1-27)	10,6
Максимальне значення сумарної сонячної радіації, що приходиться на вертикальну поверхню західної орієнтації в липні /max, Вт/м^2 (згідно таблиці 16 ДСТУ-Н Б В. 1.1-27)	723
Середнє значення сумарної сонячної радіації, що приходиться на вертикальну поверхню в липні /ср, Вт/м^2 (згідно таблиці 16 ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	178
Мінімальна з середніх швидкостей вітру по румбах за липень, м/с, повторюваність яких складає 16 % та більше υ , м/с (згідно таблиці 6 ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	4,4

Параметри мікроклімату приміщень наведено в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 Розрахункові параметри мікроклімату приміщення

Назва параметру	**Значення**
Температура внутрішнього повітря θ_{int}, °C (згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31)	20
Вологість внутрішнього повітря φ_{int}, % (згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31)	50
Вологісний режим приміщень (згідно таблиці Б.1 ДБН В.2.6-31)	Нормальний

При розрахунках враховуються основні шари конструкції (починаючи з внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції), їх теплофізичні характеристики приймаються згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів конструкції наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 Теплофізичні характеристики матеріалів шарів огороджувальної конструкції

Номер шару	**Матеріал**	**Товщина шару δ, м**	**Густина матеріалу в сухому стані ρ, кг/м^3**	**Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А**	
				теплопровідність λ, Вт/(м·К)	**коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м²К)**
1	Залізобетон	0,35	2500	1,92	17,98
2	Клейова суміш на цементній основі	0,01	1800	0,76	9,6

	CERESIT				
3	Утеплювач SWEETONDALE THERMOWOOL FAS OPTIMA 120	0,2	120	0,04	0,59
4	Захисна штукатурка на цементній основі CERESIT	0,005	1800	0,76	9,6
5	Штукатурка декоративна CERESIT	0,003	1600	0,676	8,53

Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції χ = 0,4 (згідно таблиці Б.1).

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції h_{si}= 8,7Вт/(м^2·К) приймається згідно додатка Б ДСТУ 9191:2022.

Визначення теплових опорів шарів огороджувальної конструкції

Теплові опори шарів огороджувальної конструкції розраховуються за формулою (7), що наведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 Розрахунок теплових опорів шарів огороджувальної конструкції

Номер шару	Позначення	Значення, (м²К)/Вт	Розрахунок
1	R_1	0,182	$R_1=\dfrac{\delta_1}{\lambda_1}=\dfrac{0,35}{1,92}=0,182$
2	R_2	0,013	$R_2=\dfrac{\delta_2}{\lambda_2}=\dfrac{0,01}{0,76}=0,013$
3	R_3	5	$R_3=\dfrac{\delta_3}{\lambda_3}=\dfrac{0,2}{0,04}=5$
4	R_4	0,007	$R_4=\dfrac{\delta_4}{\lambda_4}=\dfrac{0,005}{0,76}=0,007$
5	R_5	0,004	$R_5=\dfrac{\delta_5}{\lambda_5}=\dfrac{0,003}{0,676}=0,004$

Визначення теплових інерцій кожного шару та огороджувальної конструкції в цілому.

Розрахунок теплових інерцій кожного шару та огороджувальної конструкції в цілому проводиться за формулами (5) та (6) і наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 Розрахунок теплових інерцій кожного шару та огороджувальної конструкції в цілому

Номер шару	Позначення	Значення	Розрахунок
1	D_1	3,24	$D_1=R_1s_1=0,182\cdot17,98=3,24$
2	D_2	0,125	$D_2=R_2s_2=0,013\cdot9,6=0,125$

3	D_3	2,95	$D_3 = R_3 s_3 = 5 \cdot 0,59 = 2,95$
4	D_4	0,067	$D_4 = R_4 s_4 = 0,007 \cdot 9,6 = 0,067$
5	D_5	0,034	$D_5 = R_5 s_5 = 0,004 \cdot 8,53 = 0,034$
Всієї конструкції	D	6,416	$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 =$ $= 3,24 + 0,125 + 2,95 + 0,067 + 0,034 = 6,416$

Так як теплова інерція зовнішньої стіни (тип 1) D = 6,416, що більше 4,0, то згідно п.5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість в літній період дозволяється не перевіряти.

Згідно примітки 2 п. 5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість в зимній період дозволяється не перевіряти при наявності в будівлі системи опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря.

Оцінка теплостійкості суміщеного покриття

Об'єкт – суміщене покриття (тип 1) в кліматичних умовах м. Покров.

Параметри клімату району будівництва наведені вище в таблиці 5.1.

Параметри мікроклімату приміщень наведені вище в таблиці 5.2.

При розрахунках враховуються основні шари покриття (починаючи з внутрішньої поверхні покриття), їх теплофізичні характеристики приймаються згідно додатка А ДСТУ 9191:2022. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів покриття наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 Теплофізичні характеристики матеріалів шарів покриття

Номер шару	**Матеріал**	**Товщина шару δ, м**	**Густина матеріалу в сухому стані ρ, кг/м³**	**Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А**	
				теплопровідність λ, Вт/(м·К)	**Коефіцієнт тепло-засвоєння s, Вт/(м²К)**
1	Залізобетон	0,3	2500	1,92	17,98
2	Пароізоляція HYDROBASE ULTRA	0,003	1000	0,17	4,56
3	Стяжка цементно-піщана	0,05-0,15	1600	0,676	8,53
4	Утеплювач SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF N EXTRA 100	0,2	100	0,039	0,578
5	Утеплювач SWEETONDALE THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170	0,1	170	0,043	0,718
6	ПВХ мембрана SOPREMA FLAGON SR	0,0018	1000	0,23	5,87

Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції χ = 0,65 (згідно таблиці Б.1).

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструк-

ції h_{si} =10Вт/(м^2·К) приймається згідно додатка Б ДСТУ 9191:2022.

Визначення теплових опорів шарів покриття

Теплові опори шарів покриття розраховуються за формулою (7), що наведена в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 Розрахунок теплових опорів шарів покриття

Номер шару	Позначення	Значення, (м^{2}К)/Вт	Розрахунок
1	R_1	0,156	$R_1=\frac{\delta_1}{\lambda_1}=\frac{0,3}{1,92}=0,156$
2	R_2	0,018	$R_2=\frac{\delta_2}{\lambda_2}=\frac{0,003}{0,17}=0,018$
3	R_3	0,074	$R_3=\frac{\delta_3}{\lambda_3}=\frac{0,05}{0,676}=0,074$
4	R_4	5,128	$R_4=\frac{\delta_4}{\lambda_4}=\frac{0,2}{0,039}=5,128$
5	R_5	2,326	$R_5=\frac{\delta_5}{\lambda_5}=\frac{0,1}{0,043}=2,326$
6	R_6	0,009	$R_6=\frac{\delta_6}{\lambda_6}=\frac{0,0018}{0,23}=0,009$

Визначення теплових інерцій кожного шару та покриття в цілому

Розрахунок теплових інерцій кожного шару та покриття в цілому проводиться за формулами (5) та (6) і наведено в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 Розрахунок теплових інерцій кожного шару та покриття в цілому

Номер шару	Позначення	Значення	Розрахунок
1	D_1	2,805	$D_1=R_1s_1=0,156\cdot17,98=2,805$
2	D_2	0,082	$D_2=R_2s_2=0,018\cdot4,56=0,082$
3	D_3	0,631	$D_3=R_3s_3=0,074\cdot8,53=0,631$
4	D_4	2,964	$D_4=R_4s_4=5,128\cdot0,578=2,964$
5	D_5	1,67	$D_5=R_5s_5=2,326\cdot0,718=1,67$
6	D_6	0,053	$D_6=R_6s_6=0,009\cdot5,87=0,053$
Всієї конструкції	D	8,205	$D=D_1+D_2+D_3+D_4+D_5+D_6=$ $=2,805+0,082+0,631+2,964+1,67+0,053=8,205$

Так як теплова інерція суміщеного покриття (тип 1) D = 8,205, що більше 5,0, то відповідно п. 5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість в літній період дозволяється не перевіряти.

Згідно примітки 2 п. 5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість в зимній період дозволяється не перевіряти при наявності в будівлі системи опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря.

Визначення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги по ґрунту

Об'єкт – підлога по ґрунту з покриттям керамічною плиткою.

При розрахунках враховуються основні шари конструкції (починаючи з покриття підлоги), їх теплофізичні характеристики приймаються згідно додатка А ДСТУ 9191:2022. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів покриття наведено в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 Теплофізичні характеристики конструкції підлоги

Номер шару	Матеріал	Товщина шару δ, м	Густина матеріалу в сухому стані ρ, кг/м^3	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А	
				теплопровідність λ, Вт/(м·К)	коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м2К)
1	Покриття підлоги – керамогранітна плитка	0,008	2000	0,96	11,63
2	Клейова суміш CERESIT на цементній основі	0,005	1800	0,76	9,6
3	Гідроізоляція SILTEC V-30	0,003	1400	0,27	6,8
4	Стяжка цементно-піщана	0,06	1800	0,76	9,6
5	Полістиролбетон	0,22	350	0,07	1,36
6	Бетонна основа	0,5	2500	1,92	17,98

Визначення теплових опорів шарів підлоги

Теплові опори шарів підлоги розраховуються за формулою (7), що наведена в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 Розрахунок теплових опорів шарів підлоги

Номер шару	Позначення	Значення, (м^{2}К)/Вт	Розрахунок
1	R_1	0,008	$R_1=\frac{\delta_1}{\lambda_1}=\frac{0,008}{0,96}=0,008$
2	R_2	0,007	$R_2=\frac{\delta_2}{\lambda_2}=\frac{0,005}{0,76}=0,007$
3	R_3	0,011	$R_3=\frac{\delta_3}{\lambda_3}=\frac{0,003}{0,27}=0,011$
4	R_4	0,079	$R_4=\frac{\delta_4}{\lambda_4}=\frac{0,06}{0,76}=0,079$
5	R_5	3,143	$R_5=\frac{\delta_5}{\lambda_5}=\frac{0,22}{0,07}=3,143$
6	R_6	0,26	$R_6=\frac{\delta_6}{\lambda_6}=\frac{0,5}{1,92}=0,26$

Визначення теплових інерцій кожного шару підлоги

Розрахунок теплових інерцій кожного шару та огороджувальної конструкції в цілому проводиться за формулами (5) та (6) і наведено в таблиці 5.11.

Таблиця 5.11 Розрахунок теплових інерцій кожного шару підлоги

Номер шару	Позначення	Значення	Розрахунок
1	D_1	0,093	$D_1 = R_1 s_1 = 0,008 \cdot 11,63 = 0,093$
2	D_2	0,067	$D_2 = R_2 s_2 = 0,007 \cdot 9,6 = 0,067$
3	D_3	0,075	$D_3 = R_3 s_3 = 0,011 \cdot 6,8 = 0,075$
4	D_4	0,758	$D_4 = R_4 s_4 = 0,079 \cdot 9,6 = 0,758$
5	D_5	4,274	$D_5 = R_5 s_5 = 3,143 \cdot 1,36 = 4,274$
6	D_6	4,675	$D_6 = R_6 s_6 = 0,26 \cdot 17,98 = 4,675$

Теплова інерція першого шару покриття підлоги $D_1 = 0,093 \text{ р } 0,5$, а сумарна теплова інерція чотирьох шарів $D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 0,093 + 0,067 + 0,075 + 0,758 = 0,993 \text{ f } 0,5$, тому показник теплозасвоєння поверхнею підлоги Y_n визначається за формулами (26) та (27) та складає:

$$Y_3 = \frac{2R_3 s_3^2 + s_4}{0,5 + R_3 s_4} = \frac{2 \cdot 0,011 \cdot 6,8^2 + 9,6}{0,5 + 0,011 \cdot 9,6} = 17,5 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

$$Y_2 = \frac{4R_2 s_2^2 + Y_3}{1 + R_2 Y_3} = \frac{4 \cdot 0,007 \cdot 9,6^2 + 17,5}{1 + 0,007 \cdot 17,5} = 17,9 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

$$Y_n = Y_1 = \frac{4R_1 s_1^2 + Y_2}{1 + R_1 Y_2} = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot 11,63^2 + 17,9}{1 + 0,008 \cdot 17,9} = 19,4 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

Значення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги для навчальних закладів згідно з умовою (9) п. 5.9 ДБН В.2.6-31 не повинно перевищувати $Y_{\max_n} = 12 Вт/(м^2 \cdot К)$. Розрахунковий показник теплозасвоєння даної конструкції становить $Y_n = 19,4 Вт/(м^2 \cdot К)$.

Дана конструкція підлоги не задовольняє вимоги умови (9) п. 5.9 ДБН В.2.6-31. Конструктивні заходи для забезпечення вказаної умови – замінити цементно-піщану стяжку на стяжку з полістиролбетону (ρ=600кг/м³).

Тоді, теплова інерція першого шару покриття підлоги $D_1 = 0,093 \text{ р } 0,5$, а сумарна теплова інерція чотирьох шарів $D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 0,093 + 0,067 + 0,075 + 1,165 = 1,4 \text{ f } 0,5$, тому показник теплозасвоєння поверхнею підлоги Y_n визначається за формулами (26) та (27) та складає:

$$Y_3 = \frac{2R_3 s_3^2 + s_4}{0,5 + R_3 s_4} = \frac{2 \cdot 0,011 \cdot 6,8^2 + 2,33}{0,5 + 0,011 \cdot 2,33} = 6,4 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

$$Y_2 = \frac{4R_2s_2^2 + Y_3}{1 + R_2Y_3} = \frac{4 \cdot 0,007 \cdot 9,6^2 + 6,4}{1 + 0,007 \cdot 6,4} = 8,6 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

$$Y_n = Y_1 = \frac{4R_1s_1^2 + Y_2}{1 + R_1Y_2} = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot 11,63^2 + 8,6}{1 + 0,008 \cdot 8,6} = 12 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

Влаштування полегшеної стяжки з полістиролбетону (ρ=600кг/м³) зменшило показник теплозасвоєння поверхнею підлоги з 19,4 до 12Вт/(м²·К). Дана конструкція підлоги задовольняє вимоги умови (10) п.6.8 ДБН В.2.6-31, значення показника теплозасвоєння поверхні не перевищує $Y_{\max_n} = 12Вт/(м^2 \cdot К)$ – нормованого показника теплозасвоєння підлоги для навчальних закладів.

Об'єкт – підлога по ґрунту бетонна із захисним покриттям.

При розрахунках враховуються основні шари конструкції (починаючи з покриття підлоги), їх теплофізичні характеристики приймаються згідно додатка А ДСТУ 9191:2022. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів покриття наведено в таблиці 5.12.

Таблиця 5.12 Теплофізичні характеристики конструкції підлоги

Номер шару	**Матеріал**	**Товщина шару δ, м**	**Густина матеріалу в сухому стані ρ, кг/м³**	**Розрахункові характеристики в умовах експлуатації А**	
				теплопровідність λ, Вт/(м·К)	**коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м²К)**
1	Бетон	0,08	2500	1,92	17,98
2	Полістиролбетон	0,22	350	0,07	1,36
3	Бетонна основа	0,5	2500	1,92	17,98

Визначення теплових опорів шарів підлоги

Теплові опори шарів підлоги розраховуються за формулою (7), що наведена в таблиці 5.13.

Таблиця 5.13 Розрахунок теплових опорів шарів підлоги

Номер шару	**Позначення**	**Значення, (м²К)/Вт**	**Розрахунок**
1	R_1	0,042	$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,08}{1,92} = 0,042$
2	R_2	3,143	$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,22}{0,07} = 3,143$
3	R_3	0,26	$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,5}{1,92} = 0,26$

Визначення теплових інерцій кожного шару підлоги

Розрахунок теплових інерцій кожного шару та огороджувальної конструкції в цілому проводиться за формулами (5) та (6) і наведено в таблиці 5.14.

Таблиця 5.14 Розрахунок теплових інерцій кожного шару підлоги

Номер шару	Позначення	Значення	Розрахунок
1	D_1	0,755	$D_1 = R_1 s_1 = 0,042 \cdot 17,98 = 0,755$
2	D_2	4,274	$D_2 = R_2 s_2 = 3,143 \cdot 1,36 = 4,274$
3	D_3	4,675	$D_3 = R_3 s_3 = 0,26 \cdot 17,98 = 4,675$

Теплова інерція першого шару покриття підлоги $D_1 = 0,755 \geq 0,5$, тому показник теплозасвоєння поверхнею підлоги Y_n визначається за формулою (25) та складає:

$$Y_n = 2s_1 = 2 \cdot 17,98 = 36 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

Значення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги для навчальних закладів згідно з умовою (9) п. 5.9 ДБН В.2.6-31 не повинно перевищувати $Y_{\max_n} = 12 Вт/(м^2 \cdot К)$. Розрахунковий показник теплозасвоєння даної конструкції становить $Y_n = 36 Вт/(м^2 \cdot К)$.

Дана конструкція підлоги не задовольняє вимоги умови (9) п. 5.9 ДБН В.2.6-31. Конструктивні заходи для забезпечення вказаної умови – замінити цементно-піщану стяжку на стяжку з полістиролбетону (ρ=1500кг/м^3).

Тоді, теплова інерція першого шару покриття підлоги $D_1 = 1,555 \geq 0,5$, тому показник теплозасвоєння поверхнею підлоги Y_n визначається за формулою (25) та складає:

$$Y_n = 2s_1 = 2 \cdot 5,825 = 11,7 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

Влаштування полегшеної стяжки з полістиролбетону (ρ=1500кг/м^3) зменшило показник теплозасвоєння поверхнею підлоги з 36 до 11,7Вт/(м^2·К). Дана конструкція підлоги задовольняє вимоги умови (10) п.6.8 ДБН В.2.6-31, значення показника теплозасвоєння поверхні не перевищує $Y_{\max_n} = 12 Вт/(м^2 \cdot К)$ – нормованого показника теплозасвоєння підлоги для навчальних закладів.

6. Визначення енергетичних показників будівлі

Визначення енергоспоживання при опаленні, охолодженні та гарячому водозабезпеченні ПРУ при дошкільному навчальному закладі. Розрахунок проводиться відповідно до ДСТУ 9190:2022, ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 та ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.

Об'єкт розрахунку – підземна захисна споруда при дошкільному навчальному закладі.

Площі зовнішніх огороджень будівлі наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Площі зовнішніх огороджень будівлі

П.п.	Вид огороджувальної конструкції	Загальна площа, м^2
1	Зовнішні стіни, орієнтовані на: Пн Пд З Сх	102,38 22,88 22,88 26,84 29,78
2	Суміщене покриття	64,48
3	Зовнішні двері	7,14

Зонування будівлі при розрахунку

Відповідно до п. 6.3.2 розподіл будівлі на теплові зони не виконується.

Кондиціонована площа будівлі становить: A_f = 1225,88м^2.

Кондиціонований об'єм будівлі становить: V = 3731,26м^2.

Об'єм будівлі для вентиляції становить: V_{ve} = 3171,57м^2.

Характеристики теплопередачі трансмісією

Значення приведених опорів теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій наведено в таблиці 6.2

Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначені згідно з п. 8.2 та наведені в таблиці 6.2. Значення узагальнених коефіцієнтів теплопередачі трансмісією визначені як для режиму опалення, так і для режиму охолодження.

При розрахунках теплопередачі через світлопрозорі елементи ефект нічної ізолювання не враховувався.

Узагальнений коефіцієнт теплопередачі до ґрунту визначається за методикою Б.1.2, додаток Б.

Розрахунок теплопередачі до ґрунту (для випадку – опалюваний підвал)

Основні вихідні дані:

Площа підлоги складає A=1176,37м^2, периметр P=221,4м.

Площа перекриття складає A=1162,43м^2, периметр P=27,74м, периметр P=221,4м.

Загальна товщина зовнішніх стін дорівнює w=0,3515м. Висота стін, що контактують з ґрунтом z=2,7м. Лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла з'єднання конструкції підлоги по ґрунту зі стіною Ψ_g=1,05Вт/(м·К) – приймається відповідно ДСТУ 9191:2022.

Загальна товщина зовнішніх стін дорівнює *w*=0,4015м. Висота стін, що контактують з ґрунтом z=2,5м. Лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла з'єднання конструкції підлоги по ґрунту зі стіною Ψ_g=1,05Вт/(м·К) – приймається відповідно ДСТУ 9191:2022.

Розраховуємо характерний розмір підлоги відповідно з формулою (Б.3):

$$B' = \frac{A}{0,5P} = \frac{1176,37}{0,5 \cdot 221,4} = 10,63м$$

Визначаємо еквівалентну товщину підлоги відповідно з формулою (Б.4):

$$d_t = w + \lambda\left(R_{si} + R_f + R_{se}\right) = 0,3515 + 1,5\left(0,17 + 2,506 + 0,043\right) = 4,43м,$$

де $\lambda = 1,5Вт/(м \cdot К)$ – теплопровідність ґрунту відповідно таблиці Б.1;

$w = 0,3515м$ – загальна товщина зовнішньої стіни;

$R_{si} = 0,17\left(м^2 \cdot К\right)/Вт$ – опір теплопередачі внутрішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_{se} = 0,043\left(м^2 \cdot К\right)/Вт$ – опір теплопередачі зовнішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_f = \frac{0,5}{2,04} + \frac{0,22}{0,099} + \frac{0,08}{2,04} = 2,506\left(м^2 \cdot К\right)/Вт$ – опір теплопередачі підлоги по ґрунту (залізобетонна основа, полістиролбетон, стяжка бетонна).

Оскільки d_t + 0,5z < *B'* (посередньо ізольована підлога підвалу) коефіцієнт теплопередачі підлоги визначається за формулою (Б.12):

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

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 10,63 + 4,43 + 0,5 \cdot 2,7}\ln\left(\frac{3,14 \cdot 10,63}{4,43 + 0,5 \cdot 2,7} + 1\right) = 0,122Вт/м^2К$$

Визначаємо еквівалентну сумарну товщину стін, що контактують з ґрунтом, відповідно з формулою (Б.15):

$$d_w = \lambda\left(R_{si} + R_w + R_{se}\right) = 1,5\left(0,115 + 0,175 + 0,043\right) = 0,5м,$$

де $\lambda = 1,5Вт/(м \cdot К)$ – теплопровідність ґрунту відповідно таблиці Б.1;

$R_{si} = 0,115\left(м^2 \cdot К\right)/Вт$ – опір теплопередачі внутрішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_{se} = 0,043\left(м^2 \cdot К\right)/Вт$ – опір теплопередачі зовнішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_w = \frac{0,35}{2,04} + \frac{0,0015}{0,5} = 0,175\left(м^2 \cdot К\right)/Вт$ – опір теплопередачі стіни, що кон-

тактує з ґрунтом (залізобетон, гідроізоляційна мембрана).

Коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом визначається за формулою (Б.14). Оскільки $d_w \prec d_t$, у формулі (Б.14) замінюємо d_t на d_w.

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

$$U_{bw} = \frac{2\cdot 1,5}{3,14\cdot 2,7}\left(1+\frac{0,5\cdot 0,5}{0,5+2,7}\right)\ln\left(\frac{2,7}{0,5}+1\right)=0,708 Вт/м^2К$$

Приведений опір теплопередачі підлоги по ґрунту розраховується за формулою (Б.17):

$$R_{\Sigma пр,g} = \frac{A}{\left(A\cdot U_{bf}+0,5P\cdot\Psi_g\right)} = \frac{1176,37}{(1176,37\cdot 0,122+0,5\cdot 221,4\cdot 1,05)} = 4,529 м^2К/Вт$$

Приведений опір теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом розраховується за формулою (Б.18):

$$R_{\Sigma пр,w,g} = \frac{z}{\left(z\cdot U_{bw}+0,5\Psi_g\right)} = \frac{2,7}{\left(2,7\cdot 0,708+0,5\cdot 1,05\right)} = 1,108 м^2К/Вт$$

Розраховуємо характерний розмір перекриття відповідно з формулою (Б.3):

$$B' = \frac{A}{0,5P} = \frac{1162,43}{0,5\cdot 221,4} = 10,5 м$$

Визначаємо еквівалентну товщину перекриття відповідно з формулою (Б.4):

$$d_t = w+\lambda\left(R_{si}+R_f+R_{se}\right) = 0,4015+1,5\left(0,1+0,226+0,043\right) = 0,955 м,$$

де $\lambda = 1,5 Вт/\left(м\cdot К\right)$ – теплопровідність ґрунту відповідно таблиці Б.1;

$w = 0,4015 м$ – загальна товщина зовнішньої стіни;

$R_{si} = 0,1\left(м^2\cdot К\right)/Вт$ – опір теплопередачі внутрішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_{se} = 0,043\left(м^2\cdot К\right)/Вт$ – опір теплопередачі зовнішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_f = \frac{0,4}{2,04}+\frac{0,0015}{0,5}+\frac{0,05}{1,86} = 0,226\left(м^2\cdot К\right)/Вт$ – опір теплопередачі перекриття, що контактує з ґрунтом (залізобетон, гідроізоляційна мембрана, стяжка бетонна).

Оскільки d_t + 0,5z < B' коефіцієнт теплопередачі перекриття визначається за формулою (Б.12):

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

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 10,5 + 0,955 + 0,5 \cdot 2,5} \ln\left(\frac{3,14 \cdot 10,5}{0,955 + 0,5 \cdot 2,5} + 1\right) = 0,199 Вт / м^2 К$$

Визначаємо еквівалентну сумарну товщину стін, що контактують з ґрунтом, відповідно з формулою (Б.15):

$$d_w = \lambda\left(R_{si} + R_w + R_{se}\right) = 1,5\left(0,115 + 1,564 + 0,043\right) = 2,583 м,$$

де $\lambda = 1,5 Вт / (м \cdot К)$ – теплопровідність ґрунту відповідно таблиці Б.1;

$R_{si} = 0,115\left(м^2 \cdot К\right) / Вт$ – опір теплопередачі внутрішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_{se} = 0,043\left(м^2 \cdot К\right) / Вт$ – опір теплопередачі зовнішньої поверхні відповідно таблиці Б.2;

$R_w = \frac{0,35}{2,04} + \frac{0,0015}{0,5} + \frac{0,05}{0,036} = 1,564\left(м^2 \cdot К\right) / Вт$ – опір теплопередачі стіни, що контактує з ґрунтом (залізобетон, гідроізоляційна мембрана, екструдований пінополістирол).

Коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом визначається згідно з формулою (Б.14):

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

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 2,5}\left(1 + \frac{0,5 \cdot 0,955}{0,955 + 2,5}\right) \ln\left(\frac{2,5}{2,583} + 1\right) = 0,294 Вт / м^2 К$$

Приведений опір теплопередачі перекриття, що контактує з ґрунтом розраховується за формулою (Б.17):

$$R_{\Sigma пр,g} = \frac{A}{\left(A \cdot U_{bf} + 0,5 P \cdot \Psi_g\right)} = \frac{1162,43}{\left(1162,43 \cdot 0,199 + 0,5 \cdot 221,4 \cdot 1,05\right)} = 3,345 м^2 К / Вт$$

Приведений опір теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом розраховується за формулою (Б.18):

$$R_{\Sigma пр,w,g} = \frac{z}{\left(z \cdot U_{bw} + 0,5 \Psi_g\right)} = \frac{2,5}{\left(2,5 \cdot 0,294 + 0,5 \cdot 1,05\right)} = 1,984 м^2 К / Вт$$

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту Вт/К, розраховується за формулою (Б.16):

$$H_g = A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + P \cdot \psi_g$$
$$H_g = 1176,37 \cdot 0,122 + 2,7 \cdot 221,4 \cdot 0,708 + 221,4 \cdot 1,05 = 799,215 Вт / К$$
$$H_g = 1162,43 \cdot 0,199 + 2,5 \cdot 27,74 \cdot 0,294 + 221,4 \cdot 1,05 = 484,183 Вт / К$$

Коефіцієнти теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми не визначаються через відсутність таких об'ємів.

Вплив теплопровідних включень визначено згідно з ДСТУ 9191:2022.

Таблиця 6.2 Характеристики теплопередачі трансмісією

П.п.	Вид огороджувальної конструкції	A_i, м²	$R_{\Sigma пр}$, м² К/Вт	U, Вт/(м² К)	ΔU_{tb}, Вт/(м² К)	$b_{tr,x,H}$	$b_{tr,x,C}$	$H_{x,H}$, Вт/К	$H_{x,C}$, Вт/К
1	Зовнішні стіни	102,38	4,494	0,223	0,1	1	1	33,069	33,069
2	Суміщене покриття	64,48	7,007	0,143	0,1	1	1	15,669	15,669
3	Зовнішні двері	7,14	0,7	1,429	-	1	1	10,203	10,203

$$H_{tr,adj,H} = H_D + H_g + H_U + H_A = 799,215 + 484,183 + 33,069 + 15,669 + 10,203 = 1342,339 Вт / К$$
$$H_{tr,adj,C} = H_D + H_g + H_U + H_A = 799,215 + 484,183 + 33,069 + 15,669 + 10,203 = 1342,339 Вт / К$$

Сумарна теплопередача трансмісією розрахована за формулами (9) та (10) для кожного місяця та наведена в таблиці 6.5 для режиму опалення та в таблиці 6.6. для режиму охолодження.

Характеристики теплопередачі вентиляцією

Система вентиляції будівлі – з механічним спонуканням. Для розрахунку прийнято, що система вентиляції будівлі відповідає вимогам ДБН В.2.5-67 та передбачає наявність засобів для регулювання за необхідності в системах механічної загальнообмінної вентиляції.

Витрата повітря механічних систем прийнята згідно проєктних даних розділу ОВ та складає:

– ПВ1: $q_{ve,H} = q_{ve,C} = 3450 м^3 / год$;

– ПВ2: $q_{ve,H} = q_{ve,C} = 3560 м^3 / год$.

Усереднена за часом витрата повітря розрахована за формулами (29) та (30) для періодів опалення та охолодження:

– ПВ1: $q_{ve,mn,H} = q_{ve,mn,C} = q_{ve,H} t_{ve,H} / 168 = 3450 \cdot 50 / 168 = 1027 м^3 / год$;

– ПВ5: $q_{ve,mn,H} = q_{ve,mn,C} = q_{ve,H} t_{ve,H} / 168 = 3560 \cdot 50 / 168 = 1060 м^3 / год$.

Припливно-витяжні установки комплектуються рекуператорами. Температурний поправочний коефіцієнт b_{ve}, що коригує коефіцієнт теплопередачі, визначено за формулами (46) та (47) з урахуванням формули (48) та становить 0,5 (за п. 9.2.4.1 розбірний пластинчатий теплообмінник, η_{hru}=0,5).

Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата	26 – 4433 – ЕЕ.ПЗ	Лист

Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації розраховано за формулами (33) та (34) для періодів опалення та охолодження:

$$\eta_{\inf,H}=\frac{\Sigma q_{\inf,m,H}}{V_{ve}v_v}=\frac{14,45+4,31}{3731,26\cdot 0,85}=0,006 год^{-1}$$

$$\eta_{\inf,C}=\frac{\Sigma q_{\inf,m,C}}{V_{ve}v_v}=\frac{9,94+3,56}{3731,26\cdot 0,85}=0,004 год^{-1}$$

Усереднена за часом витрата повітря за рахунок інфільтрації розрахована за формулами (31) та (32) для періодів опалення та охолодження:

$$q_{\inf,mn,H}=\eta_{\inf,H}V_{ve}v_v t_{\inf,H}/168=0,006\cdot 3731,26\cdot 0,85\cdot(168-50)/168=16 м^3/год$$

$$q_{\inf,mn,C}=\eta_{\inf,C}V_{ve}v_v t_{\inf,C}/168=0,004\cdot 3731,26\cdot 0,85\cdot(168-50)/168=9 м^3/год$$

Системи ПВ1 та ПВ2 оснащені нагрівачами та охолоджувачами для попереднього підігріву та охолодження.

Значення коефіцієнта теплопередачі вентиляцією з попереднім підігріванням та охолодженням, розраховано за формулами (54) та (58) для періодів опалення та охолодження:

$$H_{ve,pre-heat}=\rho_a c_a q_{ve,H} b_{ve,H}=0,336\cdot(3450+3560)\cdot 0,5=1177,68 Вт/К$$

$$H_{ve,pre-cool}=\rho_a c_a q_{ve,C} b_{ve,C}=0,336\cdot(3450+3560)\cdot 0,5=1177,68 Вт/К$$

Загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, розраховано за формулами (27) та (28) для періодів опалення та охолодження:

$$H_{ve,adj,H}=\rho_a c_a\left(q_{ve,mn,H}b_{ve,H}+q_{\inf,mn,H}\right)=0,336\left((1027+1060)\cdot 0,5+16\right)=355,992 Вт/К$$

$$H_{ve,adj,C}=\rho_a c_a\left(q_{ve,mn,C}b_{ve,C}+q_{\inf,mn,C}\right)=0,336\left((1027+1060)\cdot 0,5+9\right)=353,64 Вт/К$$

Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована за формулами (25) та (26) для кожного місяця та наведена в таблиці 6.6 для режиму опалення та 6.7 для режиму охолодження.

Характеристики внутрішніх теплонадходжень

Згідно з методикою даного стандарту до уваги прийняті теплонадходження (внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення), значення яких прийняті згідно з таблицею 6 і їхня загальна сумарна величина усередненого теплового потоку становить:

$$\Phi_{\rm int}=\Phi_{{\rm int},Oc}+\Phi_{{\rm int},L}+\Phi_{{\rm int},A}=7+7+3=17 Вт/м^2$$

Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця наведені в таблиці 6.5. Наведені значення розраховані за формулою (56) з урахуванням графіка використання відповідно таблиці 6 $(N = 50)$ та характеристиками періоду невикористання відповідно таблиці 7.

Відповідно, загальна сумарна величина усередненого теплового потоку для кожного місяця розрахована як:

$$Q_{\text{int},k} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m,пос}}{N_m} \left(\sum_k \Phi_{\text{int},mn,k} A_f \right) t = \frac{50}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m,пос}}{N_m} \cdot 1225{,}88 \cdot t,$$

де $\frac{N_m - N_{m,пос}}{N_m}$ та t змінні величини в залежності від певного місяця та періоду невикористання.

Характеристики сонячних теплонадходжень

Світлопрозорі конструкції відсутні.

Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції – це зовнішні стіни чотирьох фасадів і покрівля.

Площа непрозорих елементів згідно з проєктними даними становить:

– на північному фасаді – $A_{Пн} = 22{,}88 м^2$;

– на південному фасаді – $A_{Пд} = 22{,}88 м^2$;

– на західному фасаді – $A_{З} = 26{,}84 м^2$;

– на східному фасаді – $A_{Сх} = 29{,}78 м^2$.

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{sol} розраховується за формулою (61). При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною згідно з таблицею 10 становить:

– $\alpha_{S,нп} = 0{,}4$ – для світлої штукатурки.

Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею відповідно до таблиці 10 становить: $\varepsilon = 0{,}93$.

Теплове випромінювання в атмосферу від непрозорих елементів розраховується згідно п. 11.5 з урахуванням коефіцієнта форми між елементом будівлі та небосхилом. Результати розрахунків першої та другої складових формули (58), помножені на t і поділені на 1000 для переведення в $кВт \cdot год$, наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 Елементи сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр				
	$F_{sol} \cdot A_{sol} \cdot I_{sol} \cdot t, кВт \cdot год$			$\Phi_r \cdot F_r \cdot t, кВт \cdot год$	
	вікна	стіни	суміщене покриття	стіни	суміщене покриття
Січень	0	8	6	19	15
Лютий	0	11	11	17	14
Березень	0	17	21	19	15
Квітень	0	21	30	18	15

Травень	0	27	42	19	15
Червень	0	29	46	18	15
Липень	0	29	45	19	15
Серпень	0	27	39	19	15
Вересень	0	22	29	18	15
Жовтень	0	15	16	19	15
Листопад	0	7	7	18	15
Грудень	0	5	5	19	15

Теплонадходження від сонця до будівлі розраховані за формулою (56) та наведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць року	**Параметр**								
	θ_e, ^oC	t, *год*	$I_{sol,Пн}$, $Вт/м^2$	$I_{sol,Пд}$, $Вт/м^2$	$I_{sol,З}$, $Вт/м^2$	$I_{sol,Сх}$, $Вт/м^2$	$I_{sol,гор}$, $Вт/м^2$	Q_{sol}, $кВт \cdot год$	Q_{int}, $кВт \cdot год$
Січень	-4,7	744	13	50	25	21	33	-20	4317
Лютий	-3,8	672	23	72	38	36	63	-9	4168
Березень	1,1	744	31	91	61	57	108	4	4466
Квітень	9,6	720	40	99	78	81	159	18	4317
Травень	16	744	55	102	101	108	221	36	4168
Червень	19,6	720	67	98	112	119	247	42	4168
Липень	21,6	744	61	101	111	116	236	40	1340
Серпень	20,7	744	44	111	96	108	204	32	2828
Вересень	15,4	720	29	122	76	81	154	18	4466
Жовтень	8,6	744	18	95	44	46	84	-3	4466
Листопад	2,2	720	10	49	20	20	37	-19	4466
Грудень	-2,5	744	9	36	15	15	24	-24	4466

Динамічні параметри

Сумарна теплопередача та теплові надходження розраховані за формулами (7) та (8) і наведені в таблиці 6.6 для режиму опалення та 6.7 для режиму охолодження.

Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля має клас «дуже важкий», згідно з таблицею 15 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить: $C = 110 Вт \cdot год/\left(м^2 K\right)$.

Внутрішня теплоємність будівлі розрахована за формулою (82) і становить:

$$C_m = 110 \cdot 1225,88 = 134847 Вт \cdot год / К$$

Часова константа будівлі розраховується за формулами (79) та (80) і становить:

– для режиму опалення:

Взам. інв. №

Підп. І дата

Інв. №ор.

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата	26 – 4433 – ЕЕ.ПЗ	Лист

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{134847}{1342,339 + 355,992} = 79,4 год$$

– для режиму охолодження:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{134847}{1342,339 + 353,64} = 79,51 год$$

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$ та охолодження $\eta_{C,gn}$ розрахований для кожного місяця за формулами (67)-(71) та (73)-(77) на основі співвідношення надходжень та втрат теплоти γ_H та γ_C, і числового параметру α_H та α_C і наведений у таблицях 6.6 та 6.7.

Безрозмірний числовий параметр a_H для режиму опалення визначається за формулою (72) і становить:

$$a_H = \alpha_{H,O} + \frac{\tau}{\tau_{H,O}} = 1 + \frac{79,4}{15} = 6,293$$

Безрозмірний числовий параметр a_C для режиму охолодження визначається за формулою (78) і становить:

$$a_C = \alpha_{C,O} + \frac{\tau}{\tau_{H,O}} = 1 + \frac{79,51}{15} = 6,301$$

Внутрішні умови

Задана температура для опалення будівлі прийнята згідно з таблицею 16 і становить: $\theta_{\text{int},H,set} = 20^oC$.

Задана температура для охолодження будівлі прийнята згідно з таблицею 16 і становить: $\theta_{\text{int},C,set} = 26^oC$.

Енергоспоживання для опалення

Енергопотреби для опалення розраховані для кожного місяця за формулою (3) та наведені в таблиці 6.6. Енергопотреби для охолодження розраховані для кожного місяця за формулою (5) та наведені в таблиці 6.7. Значення в таблицях наведені з урахуванням примітки до п. 14.1.

Річні енергопотреби для опалення та охолодження будівлі розраховуються за формулою (89). Результати розрахунків за річний період наведені в таблиці 6.10.

Таблиця 6.6 Розрахунок енергопотреби для опалення

Місяць року	Параметр									
	Q_{tr}, $кВт \cdot год$	Q_{ve}, $кВт \cdot год$	Q_{ht}, $кВт \cdot год$	Q_{sol}, $кВт \cdot год$	Q_{int}, $кВт \cdot год$	Q_{gn}, $кВт \cdot год$	$Q_{ve,pre,heat}$, $кВт \cdot год$	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$, $кВт \cdot год$
Січень	24668	6542	31210	-20	4317	4297	4240	0,14	1,00	22673
Лютий	21469	5694	27162	-9	4168	4159	3913	0,15	1,00	19090
Березень	18875	5006	23881	4	4466	4470	3294	0,19	1,00	16117
Квітень	10051	2666	12717	18	4317	4335	1653	0,34	1,00	6732
Травень	3995	1059	5054	36	4168	4204	0	0,83	0,93	0
Червень	387	103	489	42	4168	4210	0	8,61	0,12	0
Липень	-1598	-424	-2022	40	1340	1380	0	-0,68	-1,47	0
Серпень	-699	-185	-884	32	2828	2860	0	-3,23	-0,31	0
Вересень	4446	1179	5625	18	4466	4483	0	0,80	0,94	0
Жовтень	11385	3019	14405	-3	4466	4463	2014	0,31	1,00	7930
Листопад	17203	4562	21766	-19	4466	4447	3145	0,20	1,00	14174
Грудень	22471	5959	28430	-24	4466	4442	3996	0,16	1,00	19992
Всього										106709

Таблиця 6.7 Розрахунок енергопотреб для охолодження

Місяць року	Параметр									
	Q_{tr}, $кВт \cdot год$	Q_{ve}, $кВт \cdot год$	Q_{ht}, $кВт \cdot год$	Q_{sol}, $кВт \cdot год$	Q_{int}, $кВт \cdot год$	Q_{gn}, $кВт \cdot год$	$Q_{ve,pre,cool}$, $кВт \cdot год$	γ_C	$\eta_{C,ls}$	$Q_{C,nd}$, $кВт \cdot год$
Січень	30660	8077	38738	-22	4317	4295	0	0,11	0,11	0
Лютий	26881	7082	33963	-12	4168	4156	0	0,12	0,12	0
Березень	24868	6551	31419	0	4466	4466	0	0,14	0,14	0
Квітень	15850	4176	20026	13	4317	4330	0	0,22	0,22	0
Травень	9987	2631	12618	31	4168	4199	0	0,33	0,33	3
Червень	6185	1630	7815	37	4168	4205	0	0,54	0,53	40
Липень	4394	1158	5552	36	1340	1375	12	0,25	0,25	0
Серпень	5293	1394	6688	27	2828	2855	6	0,43	0,43	2
Вересень	10245	2699	12944	12	4466	4478	0	0,35	0,35	4
Жовтень	17377	4578	21955	-8	4466	4458	0	0,20	0,20	0
Листопад	23002	6060	29062	-21	4466	4444	0	0,15	0,15	0
Грудень	28463	7499	35962	-26	4466	4440	0	0,12	0,12	0
Всього										48

Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезонозалежних технічних засобів

Тривалість опалювального періоду визначена за таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 та складає 172 доби або 4128 години (без урахування останнього дня у квітні).

Тривалість періоду охолодження визначена згідно з 15.3.4 на основі даних таблиці А.6 додатка А для м. Покров становить 1137 годин.

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми тепловіддачі/виділення

Система опалення електрична. Як опалювальні прилади прийняті електричні конвектори. Опалювальні прилади встановлюються біля зовнішніх стін.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначаються для кожного місяця за формулою (79) та наведені в таблиці 6.8, при цьому:

$f_{im} = 0{,}97$ – згідно 15.4.2.5;

$f_{rad} = 1$ – згідно 15.4.2.5;

$\eta_{em} = 0{,}91$ – згідно з таблицею 20.

У відповідності п. 15.4.3.4 додаткова енергія підсистеми тепловіддачі/виділення в розрахунках не враховується.

Енергію входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі/виділення розраховується для кожного місяця за формулою (111). Результати розрахунків наведені в таблиці 6.8.

Загальне енергоспоживання підсистеми розподілення під час опалення

Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення, розраховують для кожного місяця за формулою (118). Результати розрахунків наведені в таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 Розрахунок енергоспоживання під час опалення

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$, $кВт \cdot год$	$Q_{H,em,ls}$, $кВт \cdot год$	$Q_{H,em,in} = Q_{H,dis,out}$, $кВт \cdot год$	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, $кВт \cdot год$	$Q_{H,gen,ls}$, $кВт \cdot год$	$Q_{H,use}$, $кВт \cdot год$
Січень	22673	24169	27507	27507	278	27784
Лютий	19090	20350	23160	23160	234	23394
Березень	16117	17181	19554	19554	198	19751
Квітень	6732	7177	8172	8172	83	8255
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	7930	8453	9623	9623	97	9721
Листопад	14174	15110	17197	17197	174	17370
Грудень	19992	21312	24255	24255	245	24500
Всього	106709					130775

Загальне енергоспоживанн під час центрального попереднього підігрівання

Загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування під час центрального попереднього підігрівання припливного повітря, $кВт \cdot год$, розраховується за формулою (125).

$$Q_{V,pre-heat,gen,out} = \frac{\left(\sum Q_{ve,pre-heat,m}\right)}{\eta_{V,pre-heat,sys}} =$$

$$= \frac{4240+3913+3294+1653+2014+1745+3996}{1} = 22255 кВт \cdot год.$$

Річне енергоспоживання під час попереднього підігрівання, $кВт \cdot год$, розраховується за формулою (126).

Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.

Ізм.	Кіл.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата	26 – 4433 – ЕЕ.ПЗ	Лист

$$Q_{V,pre-heat,use} = \frac{Q_{V,pre-heat,gen,out}}{\eta_{V,pre-heat,gen}} = \frac{22255}{0,99} = 22480 кВт \cdot год.$$

Загальне енергоспоживанн підсистеми виробництва/генерування теплоти під час опалення

Згідно з формулою (119) загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування дорівнює енергії входу в підсистему розподілу.

Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування тепла визначаються для кожного місяця за формулою (120) та наведені в таблиці 6.8. При цьому коефіцієнт ефективності підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнятий згідно з таблицею 26 для випадку опалення електричними конвекторами, $\eta_{H,gen} = 0,99$.

Загальне енергоспоживання під час опалення

Загальне енергоспоживання при опаленні визначено для кожного місяця за формулою (121) та наведено в таблиці 6.8.

Річне енергоспоживання під час опалення будівлі розраховано за формулою (122) та наведено в таблиці 6.8.

Питоме енергоспоживання будівлі під час опалення складає 41,073кВт·год/м^3.

Результати на річній основі наведені в таблицях 6.10 та В.4.

Додаткова енергія для опалення

Річна кількість додаткової енергії для опалення визначена за формулою (124).

Результати на річній основі наведені в таблиці 6.10.

Загальне енергоспоживання при охолодженні

В якості системи охолодження робочим проєктом передбачені секційні охолоджувачі у складі вентиляційних систем.

Для ефективності автоматичного управління/регулювання ($\eta_{C,ac}$) приймається значення 0,99 та значення 2,25 для показника ефективності підсистеми виробництва/генерування ($\eta_{C,gen}$).

Енергію виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання розраховують за формулою (134):

$$Q_{C,gen,out} = \frac{Q_{C,dis,in}}{\eta_{C,ac}} = \frac{48}{0,99} = 48,5 кВт \cdot год.$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання розраховуються за формулою (135).

$$Q_{C,gen,ls}=\frac{Q_{C,gen,out}\left(1-\eta_{C,gen}\right)}{\eta_{C,gen}}=\frac{48,5(1-2,25)}{2,25}=-27кВт\cdot год.$$

Енергоспоживання під час охолодження розраховано за формулою (136):

$$Q_{C,use}=Q_{C,gen,out}+Q_{C,gen,ls}=48,5-27=21,5кВт\cdot год.$$

Загальне енергоспоживанн під час центрального попереднього охолодження

Загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування під час центрального попереднього охолодження припливного повітря, $кВт\cdot год$, розраховується за формулою (138).

$$Q_{V,pre-cool,gen,out}=\frac{\left(\sum Q_{ve,pre-cool,m}\right)}{\eta_{V,pre-cool,sys}}=$$

$$=\frac{0+0+12+6+0}{0,85}=21кВт\cdot год.$$

Річне енергоспоживання під час попереднього охолодження, $кВт\cdot год$, розраховується за формулою (139).

$$Q_{V,pre-cool,use}=\frac{Q_{V,pre-cool,gen,out}}{\eta_{V,pre-cool,gen}}=\frac{21}{2,25}=9кВт\cdot год.$$

Питоме енергоспоживання будівлі при охолодженні складає 0,008кВт·год/м^3.

Результати на річній основі наведені в таблицях 6.10 та В.4.

Загальне енергоспоживання систем вентиляції

Система вентиляції будівлі припливно-витяжна з механічним спонуканням. Проєктом передбачено декілька систем вентиляції: припливно-витяжна – з блоком рекуперації нагріванням та охолодженням до заданої температури; витяжна.

Засобів для зволоження або осушення припливного повітря в системі вентиляції не передбачено.

Електрична потужність вентиляторів прийнята згідно проєктних даних та складає:

– для припливно-витяжної вентиляції $P_{el,H}=12,75кВт$;

– для витяжної вентиляції $P_{el,H}=0,547кВт$.

Енергоспоживання вентиляторами розраховується за формулою (142) з урахуванням часу роботи системи вентиляції, яке згідно графіка використання будівлі становить 50 годин на тиждень.

$$Q_{V,use} = Q_{V,use,fan} = P_{el,H} \cdot t_{V,H} + P_{el,C} \cdot t_{V,C}$$

$$Q_{V,use} = Q_{V,use,fan} = 12,75 \cdot 8760 \cdot \frac{50}{168} = 33241 кВт$$

$$Q_{V,use} = Q_{V,use,fan} = 0,547 \cdot 8760 \cdot \frac{50}{168} = 1426 кВт$$

Питоме енергоспоживання систем вентиляції будівлі складає 9,291кВт·год/м^3.

Результати на річній основі наведені в таблицях 6.10 та В.4.

Енергоспоживання при освітленні

Енергія, необхідна для штучного освітлення розраховується за формулою (157) з урахуванням даних таблиці 35:

$$Q_{WL} = \frac{(P_N \cdot F_C)\left[(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)\right] A_f}{1000} =$$

$$= \frac{(5,538 \cdot 1)\left[\left(1800 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{50}{168}\right) + \left(200 \cdot 1 \cdot \frac{50}{168}\right)\right] 1225,88}{1000} = 4041,025 кВт \cdot год$$

Паразитна енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі розраховується за формулою (158) з урахуванням даних таблиці 35:

$$Q_{WP} = P_{em} \cdot A_{em} + P_{pc} \cdot A_{pc} =$$

$$= (1+5) 1225,88 \cdot \frac{50}{168} = 2189,071 кВт \cdot год$$

Річний обсяг енергоспоживання будівлі під час освітлення розраховується за формулою (156):

$$Q_{Wuse} = Q_{WL} + Q_{WP} = 4041,025 + 2189,071 = 6230,096 кВт \cdot год$$

Питоме енергоспоживання під час освітлення складає 1,67кВт·год/м^3.

Результати на річній основі наведені в таблицях 6.10 та В.4.

Енергопотреби ГВП

Питомі річні енергопотреби ГВП прийняті згідно з таблицею 33 та складають для дошкільних навчальних закладів 15кВт·год/м^2.

Загальні енергопотреби ГВП становлять:

$$Q_{DHW,nd} = 15 кВт \cdot год / м^2 \cdot A_f = 15 \cdot 1225,88 = 18388,2 кВт \cdot год$$

Результати на річній основі наведені в таблицях 6.10 та В.4.

Енергоспоживання ГВП

В розрахунку прийнято, що система ГВП будівлі передбачена від електричних водонагрівачів. Температура води в системі ГВП прийнята 55ºС. Циркуляційні контури відсутні.

Річні тепловтрати в підсистемі розподілення постачання гарячої води розраховуються за формулою (147) та становлять:

$$Q_{W,dis,ls} = \frac{\sum \psi_{W,j} \cdot L_{W,j} \cdot \left(\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}\right) \cdot t_W}{1000} =$$
$$= \frac{0,4 \cdot 38,5 \cdot (55-20) \cdot 1229 + 0,4 \cdot 38,5 \cdot (55-26) \cdot 1379}{1000} = 1278,292 кВт \cdot год$$

Тепловтрати використаної води під час водорозбору розраховуються за формулою (151), з урахуванням таблиці 34, та становлять:

$$Q_{W,em,ls} = Q_{DHW,nd} \cdot \eta_{eq} / 100 = 18388,2 \cdot 10 / 100 = 1838,82 кВт \cdot год$$

Річний обсяг енергоспоживання системи ГВП розраховується за формулою (154) та становить:

$$Q_{DHW,use} = \frac{Q_{DHW,nd} + Q_{W,em,ls} + Q_{W,dis,ls}}{\eta_{gen}} =$$
$$= \frac{18388,2 + 1838,82 + 1278,292}{0,94} = 22877,991 кВт \cdot год$$

Питоме енергоспоживання будівлі при ГВП складає 6,131кВт·год/м^3.

Результати на річній основі наведені в таблицях 6.10 та В.4.

Енергоспоживання під час опалення та охолодження

Сумарне річне енергоспоживання під час опалення та охолодження без урахування додаткової енергії становить:

$$Q_{H,use} + Q_{C,use} = 153255 + 30,5 = 153285,5 кВт \cdot год$$

Питоме енергоспоживання будівлі під час опалення та охолодження складає 41,081кВт·год/м^3.

Сумарне енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання та освітлення

Сумарне енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання та освітлення з урахуванням додаткової енергії становить:

$$W_H + Q_{H,use} + Q_{C,use} + Q_{V,use} + Q_{DHW,use} + Q_{W,use} =$$
$$= 153255 + 30,5 + 34667 + 22877,991 + 6230,096 = 217060,587 кВт \cdot год$$

Результати на річній основі наведені в таблицях 6.10 та В.4.

Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів

Первинна енергія обчислюється для кожного енергоносія та розраховується за формулою (45) Наказу № 169 від 11.07.2018р:

$$E_p = \sum \left(E_{del,i} \cdot f_{p,del,i} \right) - \sum \left(E_{\exp,i} \cdot f_{p,\exp,i} \right), кВт \cdot год,$$

де $E_{del,i}$ – поставлена енергія для і-го енергоносія, кВт·год;

$E_{\exp,i}$ – експортована енергія для і-го енергоносія, кВт·год;

$f_{p,del,i}$ – фактор первинної енергії для і-го поставленого енергоносія (2,5 – для електроенергії);

$f_{p,\exp,i}$ – фактор первинної енергії для і-го експортованого енергоносія.

Розрахунок поставленої енергії:

$$E_p = E_{del,i} = \left(153255 + 30,5 + 34667 + 22877,991 + 6230,096\right) \cdot 2,5 = 542651,468 кВт \cdot год$$

Питомий показник споживання первинної енергії, розраховується за формулою (48) Наказу № 169 від 11.07.2018р:

$$e_p = \frac{E_p}{A_f}, кВт \cdot год / м^2$$

$$e_p = \frac{542651,468}{1225,88} = 442,663 кВт \cdot год / м^2$$

Маса викидів парникових газів, розраховується з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою (49) Наказу № 169 від 11.07.2018р:

$$m_{CO_2} = \sum \left(E_{del,i} \cdot K_{del,i} \right) / 1000 - \sum \left(E_{\exp,i} \cdot K_{\exp,i} \right), кг,$$

де $E_{del,i}$ – поставлена енергія для і-го енергоносія, кВт·год;

$E_{\exp,i}$ – експортована енергія для і-го енергоносія, кВт·год;

$K_{del,i}$ – коефіцієнт викидів парникових газів для поставленого і-го енергоносія CO_2, г/кВт·год (420 – для електроенергії);

$K_{\exp,i}$ – коефіцієнт викидів CO_2 для експортованого і-го енергоносія, г/кВт·год.

$$m_{CO_2} = (153255 + 30,5 + 34667 + 22877,991 + 6230,096) \cdot 420 / 1000 = 91165,447 кг$$

Питомий показник викидів парникових газів розраховується за формулою (50) Наказу № 169 від 11.07.2018р:

$$M_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{A_f}, кг / м^2$$

$$M_{CO_2} = \frac{91165,447}{1225,88} = 74,367 кг / м^2$$

Результати на річній основі наведені в таблиці В.4.

Таблиця 6.10 Звіт за результатами розрахунків

Енергетичні послуги	Енергоспоживання	Енергоносій									
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване теплопостачання	Централізоване холодопостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювальні*	Інші, що виробляються на місці
Опалення	Енергопотреба для опалення	106709									
	Енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря	0									
	Енергоспоживання під час опалення					0			130775	0	
	Енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання					0			22480	0	
	Додаткове енергоспоживання під час опалення								0		
	Додаткове енерго-								0		

	споживання під час центрального попереднього підігрівання										
	Загальне енергоспоживання під час опалення					0			153255	0	
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (зокрема осушення повітря)	48									
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря (зокрема осушення повітря)	0									
	Енергоспоживання під час охолодження (зокрема осушення повітря)					0			21,5		
	Енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження (зокрема осушення повітря під час попереднього охолодження)					0			0		
	Додаткове енергоспоживання під час охолодження								0		
	Додаткове енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження								9		
	Загальне енергоспоживання під час охолодження					0			30,5		
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря	0									
	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти								34667		
	Загальне енергоспоживання під час вентиляції (зокрема зволоження повітря)								34667		
ГВП	Енергопотреба ГВП	18388,2									
	Енергоспоживання ГВП					0			22877,991		
	Додаткове енергоспоживання ГВП								0		

	Загальне енерго-споживання ГВП					0			22877,991		
Освітлення	Енергоспоживання при освітленні								6230,096		
Інші послуги	Енергоспоживання іншими послугами								0		
Загалом		125145,2	-	-	-	-		-	217060,587	-	-

7. Визначення класу енергетичної ефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності для даного типу будівлі (споруди) не визначається.

Визначення часу ефективної експлуатації телоізоляційної оболонки будівлі та його елементів

Період ефективної експлуатації телоізоляційної оболонки будівлі та його елементів складає не менше 25 років згідно ДБН В.1.2-2.

8. Зведені характеристики будівлі

В.1 Загальні характеристики

Призначення будівлі (відповідно до таблиці 1 Методики [2])	-
Призначення будівлі (згідно з ДСТУ Б А.2.2-12)	ПРУ при дошкільному навчальному закладі
Загальна площа, м^2	1270
Загальний об'єм, м^3	4050,5
Кондиціонована (опалювана) площа, м^2	1225,88
Кондиціонований (опалюваний) об'єм, м^3	3731,26
Об'єм для вентиляції, м^3	3171,57
Кількість поверхів	1 підземний поверх
Рік введення в експлуатацію	Нове будівництво. Проєкт
Тип зовнішніх огороджувальних конструкцій	Будівля із залізобетонними стінами, перекриттями та підлогами
Температурна зона	I
Архітектурно-будівельний кліматичний район	II – Південно-східний
Вологісний режим приміщень	Нормальний
Тип ґрунту	Категорія 2
Тип місцевості	-
Середня висота приміщення, м	2,7
Внутрішня теплоємність, Вт·год/(м^2·К)	110
Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у будівлі, їх характеристики (за зонами): **- кондиціонована (опалювана) площа, м^2**	-
- кондиціонований (опалюваний) об'єм, м^3	-
- об'єм для вентиляції, м^3	-
Показник компактності будівлі, м$^{-1}$	0,87
Кількість під'їздів або входів	2
Графік опалення, год/тиждень	168
Графік охолодження, год/тиждень	168
Задана температура зони будівлі для опалення, °С	20
Задана температура зони будівлі для охолодження, °С	26
Температура чергового режиму опалення, °С	-
Температура чергового режиму охолодження, °С	-

В.2 Теплотехнічні характеристики

Вид огороджувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	**Приведений опір теплопередачі огороджувальної конструкції, (м^2·К)/Вт**		**Площа А, м^2**
	значення	**мінімальні вимоги**	
Зовнішні стіни, з них:	x	x	-
- що межують із зовнішнім повітрям	4,494	4,0	102,38
- що межують із некондиціонованим об'ємом	-	x	-
- що межують із суміжними будівлями	-	x	-
Покриття, з них:	x	x	-
- суміщені	7,007	7,0	64,48
- опалюваних горищ	-	6,0	-
- технічних поверхів	-	6,0	-
- мансард	-	6,0	-
Перекриття, з них:	x	x	-
- неопалюваних горищ	-	6,0	-
- над проїздами та під еркерами	-	5,0	-
- над неопалюваними підвалами	-	5,0	-
Конструкції, що межують з ґрунтом:	x	x	-
- підлоги по ґрунту	4,529	x	1176,37
- стіни цокольного поверху	1,108;	x	590,22;

	1,984		134,38
- перекриття над техпідпіллям	-	х	-
- перекриття, що контактує з грунтом	3,345	х	1162,43
Світлопрозорі огороджувальні конструкції, з них:	х	х	-
- вікна	-	0,9	-
- вікна і балконні двері	-	0,9	-
- вітражі	-	0,9	-
- світлопрозорі фасади	-	0,9	-
- світлопрозорі зовнішні двері	-	0,9	-
- в місцях загального користування*	-	0,9	-
Зенітні ліхтарі	-	0,8	-
Зовнішні двері	0,7	0,7	7,14
***Для багатоквартирних житлових будинків**			

В.3 Характеристики інженерних систем

Система опалення
Клас енергетичної ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – С.
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів): – система опалення приміщень побудована на базі електричних конвекторів.
Регулювання температури у системі: –
Регулювання витрати у системі: –
Циркуляція теплоносія у системі: –
Тип опалювальних приладів: – електричні конвектори;
Регулювання температури приміщення: – місцеве ручне регулювання терморегуляторами на опалювальних приладах приміщення.
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи: –
Теплова ізоляція трубопроводів в неопалюваних приміщеннях –
Облік споживання теплової енергії – передбачено загальний облік електроенергії.
Система гарячого водопостачання
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – С.
Тип та опис системи (джерело енергії, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляцією) – система ГВП без циркуляції, виконана від проточних електричних нагрівачів.
Циркуляція теплоносія у системі – без циркуляції.
Регулювання витрати у системі – ручне.
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи – не передбачено.
Облік споживання гарячої води – не передбачено.
Система охолодження
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів) – джерелом холоду являються секційні охолоджувачі у складі вентиляційних систем ПВ 1 та ПВ 2.
Регулювання температури у системі – програмоване регулювання.
Регулювання витрати у системі – автоматичне регулювання витрати в системі.
Циркуляція теплоносія у системі –
Тип приладів тепловіддачі – вентиляційна система.
Регулювання температури приміщення – за допомогою програматорів.
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи –
Теплова ізоляція трубопроводів – не передбачено.
Облік споживання енергії системами охолодження – передбачено загальний облік електричної енергії.
Система вентиляції та кондиціювання
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – С.
Тип та опис систем – вентиляція будівлі припливна та припливно-витяжна з механічним спонуканням, виконана окремими системами; витяжна – виконана окремими системами.
Утилізація теплоти повітря, що видаляється – припливно-витяжні установки оснащені рекуператорами.
Попередній підігрів припливного повітря – передбачено нагрів припливного повітря до заданої темпера-

тури.
Попереднє охолодження припливного повітря – не передбачено.
Зволоження та осушення припливного повітря – не передбачено.
Регулювання температури повітря у системі – автоматичне програмоване регулювання за розкладом; якісне регулювання залежно від погодних умов.
Регулювання витрати повітря у системі – автоматичне програмоване регулювання.
Регулювання температури повітря у приміщеннях – автоматичне програмоване регулювання за розкладом; якісне регулювання залежно від погодних умов.
Регулювання витрати повітря у приміщеннях – автоматичне програмоване регулювання.
Облік споживання енергії системами (електрична, теплова) – передбачено загальний облік електроенергії.
Системи освітлення
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – D.
Тип та опис системи (зони будівлі з різними параметрами, прилади освітлення, питома встановлена потужність освітлення) – система освітлення побудована на базі світлодіодних світильників різної конфігурації та потужності. Питома потужність – 5,538кВт/м^2.
Регулювання систем (рівень освітленості, період використання) – не передбачено.
Аварійне освітлення – передбачені світильники світлодіодні, акумуляторні. Час роботи – до 3-х годин.
Облік споживання електричної енергії – передбачено загальний облік електроенергії.
Технічне управління будівлею
Клас ефективності системи АМУБ згідно ДСТУ EN 15232-1 – D.

В.4 Енергетичні характеристики

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:	тис. кВт·год	217,061	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[58,173]	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	153,255	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[41,073]	
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт·год	22,878	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[6,131]	
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт·год	0,0305	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[0,008]	
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт·год	34,667	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[9,291]	
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт·год	6,23	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[1,67]	
Річна сумарна енергопотреба, в т.ч.:	тис. кВт·год	125,145	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[33,54]	
- в опаленні	тис. кВт·год	106,709	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[28,599]	
- в охолодженні	тис. кВт·год	0,048	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[0,013]	
- в гарячому водопостачанні	тис. кВт·год	18,388	
	кВт·год/м^2 [кВт·год/м^3]	[4,928]	
Річне споживання первинної енергії	тис. кВт·год	542,651	

	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	442,663	
Річні викиди парникових газів	т	91,165	
	кг/м² [кг/м³]	74,367	
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт·год/м² [кВт·год/м³]	[41,081]	-
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		Не визначається	
Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Проєкт відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 до теплотехнічних та енергетичних показників огороджувальних конструкцій будівлі та порядку їх розрахунку, що забезпечує: - раціональне використання енергетичних ресурсів на обігрів приміщень будівлі; - нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень; - довговічність огороджувальних конструкцій під час експлуатації будівлі.		
Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі	Доопрацювання не потребує.		

Додаток 1

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	20167 ДСТУ ISO/IEC 17025
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	Позначення ПРВ-217-8645.22-112к.23	
	Стор. 1 Всього 16	Дата 21.09.2023

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача відділу будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК к.т.н.

_________ Андрій ПОСТОЛЕНКО

21 вересня 2023 р.

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ Ідентифікаційний код 02495431

ПРОТОКОЛ № 112к/23
кваліфікаційних випробувань
з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки
«THERMOWOOL FAS OPTIMA 120»
виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»

Виконавець: Відділ будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК, атестат про акредитацію № 20167 від 28.05.2021р., виданий Національним агентством з акредитації України (м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2, ДП НДІБК)

Замовник: ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО» вул. Різдвяна, буд. 300, м. Черкаси, 18018
Договір № 8645 від «29» грудня 2022 р.
Перевидано 04.06.2024 згідно до договору №9150 від 18.04.2024 р.

Київ 2023

НЯ-217-07Ф4_ред01_19.08.2019

Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК)
03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2
Відділ будівельної фізики та енергоефективності

20167 ДСТУ ISO/IEC 17025

Рівень документа	Позначення
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	ПРВ-217-8645.22-112к.23
	Стор. 16 Всього 16 / Дата 21.09.2023

Таблиця 7 – Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Матеріал	Теплопровідність в умовах експлуатації, Вт/(м·К)	
	А	Б
THERMOWOOL FAS OPTIMA 120	0,040	0,042

12. Висновки.

Термін ефективної експлуатації плит теплоізоляційних з мінеральної вати марки «THERMOWOOL FAS OPTIMA 120» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО» становить не менше ніж 50 умовних років.

Старший науковий співробітник Андрій ПОСТОЛЕНКО

Старший науковий співробітник, Ph.D. Дмитро БІДА

Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням.
Цей протокол не можна повністю або частково відтворювати, тиражувати і розповсюджувати.
Протокол складається з шістнадцяти сторінок.

Додаток 2

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний Інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	20167 Випробування
Рівень документа ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	Позначення ПРВ-217-8645.22-11к.24	
	Стор. 1 Всього 14	Дата 15.02.2024

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача відділу будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК
к.т.н.
Андрій ПОСТОЛЕНКО

15 лютого 2024 р.

ПРОТОКОЛ № 11к/24
кваліфікаційних випробувань
з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати марки «THERMOWOOL ROOF N EXTRA 100» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»

Виконавець: Відділ будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК, акредитований Національним агентством з акредитації України на випробування відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019, атестат акредитації № 20167 чинний до 26.01.2029 (м.Київ-37, вул. Преображенська, 5/2, ДП НДІБК)

Замовник: ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»
вул. Різдвяна, буд. 300, м. Черкаси, 18018
№ 8645 від «29» грудня 2022 р.
Перевидано 04.06.2024 згідно до договору №9150 від 18.04.2024 р.

Київ 2024

НЯ-217-07Ф4_ред01_19.08.2019

Таблиця 6 – Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Матеріал	Теплопровідність в умовах експлуатації, Вт/(м·К)	
	А	Б
THERMOWOOL ROOF N EXTRA 100	0,039	0,041

12. Висновок.

Термін ефективної експлуатації плит теплоізоляційних з мінеральної вати марки «THERMOWOOL ROOF N EXTRA 100» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО» становить не менше ніж 50 умовних років.

Старший науковий співробітник, Ph.D. Дмитро БІДА

Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням.
Цей протокол не можна повністю або частково відтворювати, тиражувати і розповсюджувати.
Протокол складається з чотирнадцяти сторінок.
Перевидано 06.06.2024 згідно до договору №9150 від 18.04.2024 р.

Додаток 3

	Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК) 03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2 Відділ будівельної фізики та енергоефективності	20167 ДСТУ ISO/IEC 17025

Рівень документа	Позначення	
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	ПРВ-217-8645.22-111к.23	
	Стор. 1 Всього 13	Дата 21.09.2023

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача відділу
будівельної фізики та
енергоефективності ДП НДІБК
к.т.н.
Андрій ПОСТОЛЕНКО

21 вересня 2023 р.

Печатка: ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ» Ідентифікаційний код 02495431

ПРОТОКОЛ № 111к/23

кваліфікаційних випробувань
з визначення терміну ефективної експлуатації до 50 умовних років
теплоізоляційних матеріалів з мінеральної вати
марки «THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170»
виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»

Виконавець: Відділ будівельної фізики та енергоефективності ДП НДІБК,
атестат про акредитацію № 20167 від 28.05.2021р.,
виданий Національним агентством з акредитації України
(м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2, ДП НДІБК)

Замовник: ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»
вул. Різдвяна, буд. 300, м. Черкаси, 18018
Договір № 8645 від «29» грудня 2022 р.
Перевидано 04.06.2024 згідно до договору №9150 від 18.04.2024 р.

Київ 2023

Державне підприємство „Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК)
03037, м. Київ-37, вул. Преображенська, 5/2
Відділ будівельної фізики та енергоефективності

20167
ДСТУ ISO/IEC 17025

Рівень документа	Позначення	
ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ	ПРВ-217-8645.22-111к.23	
	Стор. 13 Всього 13	Дата 21.09.2023

Тоді, за формулою (6) та (7), з урахуванням впливу кліматичної деструкції матеріалу ($k_К$) та якості будівельно-монтажних робіт ($k_М$) на зміну теплопровідності матеріалу, визначається теплопровідність у умовах експлуатації *А* та *Б*.

$$\lambda_A = \lambda_{10}(w_A) \cdot k_k \cdot k_M + \sigma = 0{,}0381 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}124 + 0{,}0002 = 0{,}043 \frac{Вт}{м \cdot К};$$

$$\lambda_Б = \lambda_{10}(w_Б) \cdot k_k \cdot k_M + \sigma = 0{,}0402 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}124 + 0{,}0002 = 0{,}045 \frac{Вт}{м \cdot К}.$$

Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації наведені в таблиці 6.

Таблиця 6 – Результати визначення теплопровідності в розрахункових умовах експлуатації

Матеріал	Теплопровідність в умовах експлуатації, Вт/(м·К)	
	А	Б
THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170	0,043	0,045

12 Висновки.

Термін ефективної експлуатації плит теплоізоляційних з мінеральної вати марки «THERMOWOOL ROOF V EXTRA 170» виробництва ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «Техно» становить не менше ніж 50 умовних років.

Старший науковий співробітник — Андрій ПОСТОЛЕНКО

Старший науковий співробітник, Ph.D. — Дмитро БІДА

Протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням.
Цей протокол не можна повністю або частково відтворювати, тиражувати і розповсюджувати.
Протокол складається з тринадцяти сторінок.
Перевидано 04.06.2024 згідно до договору №9150 від 18.04.2024 р.

НЯ-217-07Ф4_ред01_19.08.2019

Додаток 4

ВСЕУКРАЇНСЬКА ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ
«ГІЛЬДІЯ ПРОЕКТУВАЛЬНИКІВ У БУДІВНИЦТВІ»
САМОРЕГУЛІВНА ОРГАНІЗАЦІЯ У СФЕРІ АРХІТЕКТУРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
АТЕСТАЦІЙНА АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА КОМІСІЯ

Серія АР № 018270

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ СЕРТИФІКАТ

відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг), пов'язаних зі створенням об'єктів архітектури

інженер-проектувальник
(найменування професії)

Виданий про те, що Вовк Ірина Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

пройшов(ла) професійну атестацію, що підтверджує його (її) відповідність кваліфікаційним вимогам у сфері діяльності, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури, професійну спеціалізацію, необхідний рівень кваліфікації і знань.

Категорія: провідний інженер-проектувальник.

Кваліфікаційний сертифікат видано згідно з рішенням Атестаційної архітектурно-будівельної комісії (далі - Комісія) від 23.12.2021 № 72

(рішенням ------------ секції Комісії

від -------- № -------, затвердженим президією

Комісії -------).

Зареєстрований у реєстрі атестованих осіб 01.06 2013 року

за № 6904.

Роботи (послуги), пов'язані із створенням об'єктів архітектури, спроможність виконання яких визначено кваліфікаційним сертифікатом:

інженерно-будівельне проектування у частині забезпечення економії енергії щодо об'єктів будівництва класу наслідків (відповідальності) СС3 (значні наслідки)

Дата видачі 23.12 2021 року

Голова (заступник голови) Атестаційної архітектурно-будівельної комісії (підпис) Папка В.В.
(прізвище, ім'я, по батькові)

М. П.

ВСЕУКРАЇНСЬКА ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ «ГІЛЬДІЯ ПРОЕКТУВАЛЬНИКІВ У БУДІВНИЦТВІ» ВУГіП Ідентифікаційний код 38022434 * Україна *

ТОВ «Укрспецполіграфія»