

Реконструкція будинку садибного типу з господарськими будівлями та спорудами для постійного або тимчасового проживання, розташованого за адресою: вулиця Василя Стуса 51, село Стоянів, Шептицького району Львівської області

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

420-П-2025-01-ЕЕ

м. Луцьк 2026 р.

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							1
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Зміст

1. Загальні дані-----	4
2. Загальна характеристика об'єкту-----	5
3. Розрахункові кліматичні параметри-----	9
4. Нормативні вимоги-----	12
5. Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій-----	13
6. Теплостійкість та паропровідність огорожувальних конструкцій-----	22
7. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій-----	25
8. Визначення енергоефективності будівлі -----	29
9. Вимоги до показника енергоефективності -----	45
10. Проведення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів	46
11. Зведені характеристики будівлі-----	49

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							2
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Проект розроблено у відповідності з діючими нормами, правилами та стандартами.

Інженер-проектувальник



Гудзь І.В.

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	Недок	Підпис	Дата		3

1. Загальні дані

Розділ «Енергоефективність» проекту: «Реконструкція будинку садибного типу з господарськими будівлями та спорудами для постійного або тимчасового проживання, розташованого за адресою: вулиця Василя Стуса 51, село Стоянів, Шептицького району, Львівської області» виконаний у відповідності з вимогами Закону України «Про енергозбереження», постановами і нормативними актами органів державної влади, що направлені на ефективне використання теплової, електричної та інших видів енергії при проектуванні та експлуатації об'єктів цивільного призначення. Мета розділу – оцінка проектних рішень теплоізоляційної оболонки будівлі за показниками енергоефективності, що визначені у наступних нормативних документах:

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель;
2. ДБН А.2.2-3-2014 Зміна №1 та Зміна №2 Склад та зміст проектної документації на будівництво;
3. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення;
4. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель;
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія;
6. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні
7. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ “Енергоефективність” у складі проектної документації об'єктів;
8. ДСТУ-Н Б А.2.2-27:2010 Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення;
9. ДСТУ EN 15232-1:2017 Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями. Модулі М10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (EN 15232-1:2017, IDT);
10. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування;
11. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT);
12. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року №260 ”Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель”, зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 18 грудня 2020 р. за № 1257/35540;
13. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року №261 ”Про затвердження Змін до Методики

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							4
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

визначення енергетичної ефективності будівель”, зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 17 грудня 2020 р. за № 1254/35537;

Вихідними даними для складання розділу була проектна документація наступних розділів:

- АБ (Архітектурно-будівельні рішення);
- ОВ (Опалення і вентиляція);
- ПЗ (Пояснювальна записка).

2. Загальна характеристика об'єкта

Робочим проектом передбачено: «Реконструкція будинку садибного типу з господарськими будівлями та спорудами для постійного або тимчасового проживання, розташованого за адресою: вулиця Василя Стуса 51, село Стоянів, Шептицького району, Львівської області.». Будівля одноповерхова складається з трьох прямокутних блоків з'єднаних між собою з неопалювальним горищем. Висота поверху 3,2. Будівля безкаркасна з несучими і самонесучими зовнішніми і внутрішніми цегляними стінами. Стіни зовнішні - цегляні тов. 510 мм утеплені мінераловатними плитами тов. 150 мм і оздоблені декоративним розчином.

Перекриття - дерев'яний настил по дерев'яних балках тов. 200 мм;

Горище - неопалювальне, утеплене мінераловатними плитами тов. 200 мм;

Фундаменти - стрічкові бутобетонні.

Покрівля - шатрова покрита металопрофілем.

Вікна - металопластикові із заскленням двокамерними склопакетами.

Зовнішні двері - металопластикові.

Опалювальна площа - 446,1 м².

Опалювальний об'єм - 1382,91 м³

2.1 Рішення щодо енергозбереження і енергоефективності

З метою збереження паливно-енергетичних ресурсів проектом передбачається:

- утеплення зовнішніх стін та перекриття неопалювального горища мінераловатними плитами;
- утеплення підлоги екструдованим пінополістиролом;
- застосування герметизуючих матеріалів для ущільнення віконних рам і столярних виробів, введів інженерних комунікацій;
- використання механізмів самозачинення дверей;
- оптимальний підбір технологічного обладнання з мінімальним

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							5
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

енергоспоживанням;

- використання віконних блоків із склопакетом;
- використання приладів обліку ресурсів;

2.2 Характеристика огорожувальних конструкцій

Зовнішні непрозорі стіни

- внутрішня цементно-піщана штукатурка тов. 20 мм;
- кладка з керамічної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині тов. 510 мм;
- клейова цементно-піщана суміш $\delta=10$ мм,
- мінераловатний утеплювач тов. 150 мм;
- зовнішня декоративна штукатурка тов. 5-10 мм.

Перекрыття неопалювального горища :

- гіпсокартон тов. 9 мм;
- щити накату тов..25мм;
- паробар'єр ;
- мінеральна вата тов..200мм;
- дерев'яні балки перекрыття тов. 150x150 мм;
- дерев'яні рейки тов. 50мм;
- гідробар'єр ;
- ходові дошки тов. 40 мм;

Підлога по ґрунту:

- підлога за проектом;
- цементно –піщана стяжка тов. 50мм;
- поліетиленова гідроізоляція;
- екструдований пінополістерол тов. 100 мм;
- гідроізоляція рулонна;
- бетонна підготовка тов.100мм
- утрамбований щебенем ґрунт;

Світлопрозорі конструкції та зовнішні двері

Зовнішні двері та вікна металопластикові з двокамерними склопакетами. Площа світлопрозорих конструкцій відповідає нормам природного освітлення згідно ДБН В.2.5-28. Коефіцієнт скління 0,24. Інсоляційний режим внутрішніх приміщень відповідає вимогам ДСП 173-96. При цьому, надходження надлишкової сонячної радіації в теплий період року мінімізоване згідно з вимогами ДСТУ- Н Б А.2.2-27.

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							6
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

2.3. Характеристика інженерних систем

2.3.1. Теплопостачання

Джерелом теплопостачання будівлі служить існуюча внутрішньодворова тепломережа виконана сталевими попередньоізольованими трубами умовним діаметром 50мм. На вводі тепломережі передбачено індивідуальний тепловий пункт із обліком теплової енергії тепловим лічильником. В якості теплоносія використовується вода. Розрахункові параметри води 90-70 °С.

2.3.2. Система опалення

В будівлі запроектована двотрубна системи опалення з насосною циркуляцією води з горизонтальним розведенням трубопроводів. Опалювальні прилади системи радіаторного опалення-сталеві біметалеві панельні радіатори. Регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів здійснюється за допомогою термостатичних вентилів, які встановлюються на радіаторах.

2.3.3. Система вентиляції

Вентиляція приміщень загально обмінна припливно-витяжна з природнім та механічним спонуканням. Передбачено встановлення 2-х приточно-витяжних установок із рекуперацію тепла та електричним догрівом припливного повітря. Для компенсації витяжного повітря у приміщеннях кухні передбачено окрему припливну вентиляційну установку з електричним догрівом повітря. Усі вентилятори витяжних систем обладнані регуляторами швидкості.

2.3.4. Система ГВП

Джерелом гарячого водопостачання є ємнісні електричні водонагрівачі. В якості теплоносія використовується вода.

2.3.5. Система освітлення

В усіх приміщеннях перебачена система робочого електроосвітлення напругою 220В. Регулювання внутрішнього -ручне, аварійне-автоматичне. Вмикання та вимикання системи зовнішнього освітлення та місць загального користування – автоматичне.

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							7
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

2.3.6. Автоматизація інженерних систем ДСТУ EN 15232-1.

Характеристика автоматизації інженерних систем будівлі приведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика	Варіанти деталізації характеристики	Клас енергетичної ефективності
Системи опалення та охолодження		
Регулювання надходження теплової енергії до приміщення	Місцеве автоматичне регулювання з урахуванням фактичних потреб	C
Регулювання розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі	Регулювання за внутрішньою температурою повітря приміщень	A
Регулювання циркуляційних, змішувальних та циркуляційно-змішувальних насосів (на різних рівнях системи)	Регулювання швидкості обертання насоса із забезпеченням постійного перепаду тиску	A
Регулювання періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія	Автоматичне програмоване регулювання за розкладом	C
Управління та моніторинг джерела енергії	За постійною температурою	D
Упорядкування джерел енергії	Пріоритетність, що базується на ефективності джерела	A
Системи вентиляції та кондиціонування		
Управління та моніторинг повітряного потоку в приміщенні	Регулювання з урахуванням фактичної потреби	A
Управління та моніторинг витрати повітря при його підготовці	Автоматичне регулювання	A
Управління та моніторинг захисту теплообмінника від переохолодження	Наявне регулювання	A
Управління та моніторинг захисту теплообмінника від перегрівання	Наявне регулювання	A
Використання повітря з низькою температурою у системах охолодження з механічним спонуканням	Використання зовнішнього повітря з низькою температурою	A
Управління та моніторинг температури припливного повітря	З постійним значенням заданої температури	C
Управління та моніторинг вологості	Регулювання вологості припливного повітря	A
Системи освітлення		
Регулювання за присутності людей у приміщенні	Ручне включення/виключення	D
Регулювання зовнішнього освітлення	Автоматичне	A
Локальна система автоматизації		
Система автоматизації та управління будівлею	Локальна система автоматизації систем регулювання	C

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							8
Зм.	Кільк	Арк.	Недок	Підпис	Дата		

Технічний моніторинг та управління будівлею

Визначення несправностей систем та забезпечення допомоги в їх діагностиці	Наявне	С
Формування звітів щодо енергоспоживання та зовнішніх параметрів, а також можливості зниження енергоспоживання	Наявне	С

3. Розрахункові кліматичні параметри

Згідно з додатком таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31 узагальнена розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_v = 20^{\circ}\text{C}$, розрахункове значення відносної вологості приміщень $\phi_v = 55\%$.

Згідно з додатком В ДБН В.2.6-31 розрахункова температура зовнішнього повітря для умов с.Стоянів (беремо м. Львів І-а кліматична зона) складає $t_z = -22^{\circ}\text{C}$ та згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27 температура зовнішнього повітря (холодного періоду найхолоднішої п'ятиденки) $t_z = -19^{\circ}\text{C}$. Середня температура найбільш холодного місяця складає $-4,0^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря найбільш холодного місяця складає 84%.

Згідно ДСТУ середня місячна температура зовнішнього повітря наведена в таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Місто	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$												Середня за рік
	с.Стоянів	-4,0	-2,7	1,4	7,9	13,4	16,3	17,7	17,2	13,0	8,0	2,5	

Погодинна температура зовнішнього повітря для репрезентативного дня кожного місяця наведена в Таблиці 3.2

Таблиця 3.2

с. Стоянів												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

						420-П-2025-01-ЕЕ						Арк.
												9
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата							

1	-5,0	-3,9	-0,3	5,5	10,2	12,9	14,5	14,3	10,7	6,5	1,5	-3,1
2	-5,6	-4,5	-0,9	4,7	9,4	12,1	13,7	13,4	9,9	5,7	1,0	-3,6
3	-6,1	-5,0	-1,5	4,1	8,8	11,6	13,1	12,7	9,2	5,1	0,5	-4,0
4	-6,5	-5,4	-1,9	3,6	8,4	11,3	12,7	12,3	8,7	4,5	0,2	-4,3
5	-6,8	-5,7	-2,2	3,3	8,3	11,4	12,6	12,0	8,4	4,1	0,1	-4,6
6	-7,0	-5,8	-2,4	3,2	8,6	11,8	12,9	12,1	8,2	3,8	-0,3	-4,8
7	-7,1	-5,9	-2,3	3,4	9,3	12,6	13,6	12,6	8,4	3,7	-0,4	-4,9
8	-7,1	-5,7	-1,8	4,3	10,4	13,8	14,7	13,7	9,1	3,9	-0,3	-4,8
9	-6,5	-5,0	-0,9	5,5	11,8	15,2	16,1	15,1	10,4	4,7	0,3	-4,4
10	-5,6	-3,9	0,4	7,1	13,4	16,7	17,7	16,8	11,9	6,1	1,2	-3,5
11	-4,3	-2,7	1,8	8,7	15,0	18,1	19,3	18,5	13,6	7,8	2,4	-2,5
12	-3,0	-1,5	3,1	10,3	16,4	19,4	20,7	20,0	15,3	9,5	3,5	-1,4
13	-1,9	-0,4	4,2	11,5	17,5	20,4	21,8	21,3	16,6	11	4,5	-0,4
14	-1,1	-0,3	4,9	12,4	18,2	21,1	22,5	22,1	17,5	12	5,2	0,3
15	-0,9	0,5	5,2	12,6	18,5	21,3	22,8	22,4	17,8	12,3	5,4	0,5
16	-0,9	-0,4	5,1	12,5	18,4	21,2	22,7	22,3	17,7	12,2	5,3	0,5
17	-1,1	-0,3	4,9	12,2	18,0	20,8	22,3	21,9	17,4	12	5,2	0,3
18	-1,3	-0,0	4,5	11,7	17,4	20,1	21,7	21,3	16,9	11,6	4,9	-0,1
19	-1,7	-0,4	4,0	11,1	16,6	19,3	20,9	20,6	16,3	11,1	4,6	-0,2
20	-2,2	-0,9	3,4	10,3	15,6	18,3	19,9	19,6	15,5	10,4	4,2	-0,6
21	-2,7	-1,5	2,7	9,4	14,5	17,2	18,8	18,6	14,6	9,7	3,7	-1,1
22	-3,3	-2,1	2,0	8,4	13,4	16,0	17,7	17,5	13,6	8,9	3,1	-1,6
23	-3,8	-2,7	1,2	7,4	12,3	14,9	16,6	16,4	12,6	8,1	2,6	-2,1
24	-4,4	-3,3	0,5	6,4	11,2	13,8	15,5	15,3	11,7	7,3	2	-2,6

Сонячна радіація, енергетична освітленість сприймаючої поверхні даної орієнтації та кутом нахилу за середніх умов хмарності наведена в Таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м ²	
		поверхня	
		вертикальна	горизон-

						420-П-2025-01-ЕЕ					Арк.	
												10
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата							

		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	тальна
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
с.Стоянів	I	13	13	19	33	43	35	21	13	30
	II	22	24	34	53	65	56	36	24	57
	III	34	39	54	72	83	75	57	39	97
	IV	38	49	70	82	83	79	67	49	136
	V	52	71	91	95	87	93	86	68	184
	VI	59	77	95	93	83	91	90	75	196
	VII	55	71	89	90	81	87	87	70	183
	VIII	43	60	82	93	91	93	79	58	165
	IX	29	38	58	73	81	73	56	38	111
	X	18	21	38	61	74	60	36	20	69
	XI	11	12	17	28	37	29	17	12	31
	XII	9	9	13	24	29	24	13	9	21

Середній місячний абсолютний вологовміст зовнішнього повітря наведений в Таблиці 3.4

Таблиця 3.4

Населений пункт	Абсолютний вологовміст, г/кг, для місяця											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
с.Стоянів	2,3	2,5	3,4	4,9	7,1	8,9	9,8	9,6	7,6	5,6	4,0	2,7

Кліматичні параметри визначені на підставі даних ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

						420-П-2025-01-ЕЕ					Арк.
											11
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата						

4. Нормативні вимоги

Відповідно до п. 5.2.1 ДБН В.2.6-31 нормативне значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, становить:

- зовнішніх стін – $4,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
- суміщеного перекриття – $7,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
- перекриття неопалювальних горищ – $6,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
- перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалювальними підвалами – $5,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
- світлопрозорих огорожувальних конструкцій – $0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Втб}$;
- зовнішніх дверей – $0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Згідно з п. 5.2.2 ДБН В.2.6-31-2021, при реконструкції, капітальному ремонті, визначених проектною документацією у т.ч з метою термомодернізації допускається зниження значень приведенного опору теплопередачі до рівня 75% від $R_{q \min}$ при обов'язковому виконанні умов для цих елементів теплоізоляційної оболонки за формулами $\Delta\theta_{\text{int-si}} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}}$ та $\theta_{\text{tb,si,min}} > \theta_{\text{si,min}}$.

Згідно з додатком до Наказу Мінрегіону від 27.10.2020 р. №260, граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні становить:

$$E_{p} = 120 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$$

Показник компактності будівлі визначається за формулою (М.1) додатку М ДСТУ 9191:2022

$$\Lambda_B = A_{i\Sigma} / V = (322,96 + 446,1 + 89,05 + 13,78 + 446,1) / 1382,91 = 0,95$$

– де, $A_{i\Sigma}$ – загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій, включаючи покриття (перекриття) верхнього поверху і перекриття (підлоги) нижнього опалювального приміщення, м^2 ;

– V – кондиціонований об'єм будівлі, м^3 .

Коефіцієнт скління фасадів будинку $m_{\text{gl.B}}$ визначається за формулою (Л.1а) додатку Л ДСТУ 9191:2022

$$m_{\text{gl.B}} = (A_i \Sigma_{\text{с,В}}) / (A_i \Sigma_{\text{с,В}} + A_i \Sigma_{\text{н,В}}) = 89,05 / (89,05 + 281,69) = 0,24$$

– де $A_i \Sigma_{\text{с,В}}$ – загальна сума площ прорізів світлопрозорих огорожувальних конструкцій фасадів, м^2 ;

– $A_i \Sigma_{\text{н,В}}$ – загальні суми площ непрозорих огорожувальних конструкцій фасадів (стін без урахування укосів прорізів), м^2 .

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							12
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

5. Визначення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій 5.1 Зовнішні стіни

Основною теплотехнічною характеристикою огороджувальних конструкцій будівлі є термічний опір. Термічний опір огороджувальних конструкцій 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} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальних конструкцій, Вт/м²К;

h_{se} – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальних конструкцій, Вт/м²К;

R_i - термічний опір i -го шару конструкції, м²·К/Вт;

d_i – товщина кожного шару огороджувальних конструкція, м;

λ – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації згідно з додатком А ДСТУ 9191: 2022, Вт/(м²·К);

Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі
внутрішньої h_{si} та зовнішньої h_{se} поверхонь
огороджувальних конструкцій

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		13

Ч.ч.	Тип конструкції		Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² · К)	
			$h_{вн}$	$h_{зовн}$
1	Вертикальні непрозорі огорожувальні конструкції (зовнішні стіни)	з опорядженням штукатурками	8,7	23
		з вентилятованими повітряними прошарками	8,7	12
2	Те саме (зовнішні двері, ворота)	непрозорі	8,7	23
3	Вертикальні світлопрозорі огорожувальні конструкції (вікна, двері балконні, світлопрозорі зовнішні двері, вітражі, світлопрозорі фасади)		8,0	23
4	Горизонтальні світлопрозорі огорожувальні конструкції (зенітні ліхтарі, покриття атриумів, оранжерей)		9,9	23
5	Горизонтальні непрозорі огорожувальні конструкції за теплового потоку знизу догори	плоскі (суміщені) покриття	10,0	23
		горизонтальні перекриття	10,0	6
6	Горизонтальні непрозорі огорожувальні конструкції за теплового потоку зверху донизу	перекриття над неопалюваними підвалами та техпідпіллями, що не вентиляються зовнішнім повітрям	5,9	6
		перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами в стінах	5,9	12
		перекриття над неопалюваними підвалами, що межують із зовнішнім повітрям	5,9	17
		перекриття, що межують із зовнішнім повітрям (еркери, проїзди)	5,9	23

Величини розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються, визначені згідно з ДСТУ 9191:2022 або за результатами випробувань проведених акредитованими лабораторіями для умов експлуатації Б.

Термічний опір зовнішньої стіни.

Опір теплопередачі по основному полю розраховується за формулою (2) ДСТУ 9191:2022:

1 – штукатурка $\delta = 20$ мм, $\lambda = 0,93$ Вт/(м·К); 2 - цегляна кладка $\delta = 510$ мм, $\lambda = 0,81$ Вт/(м·К); 3- клейова цементно-піщана суміш $\delta = 10$ мм, $\lambda_B = 0,93$ Вт/(м·К); 4- мінераловатний утеплювач «Izovat» або аналог густиною 115 кг/м³ $\delta = 150$ мм, $\lambda_B = 0,042$ Вт/(м·К); 5 – декоративне оздоблення $\delta = 10$ мм, $\lambda = 0,93$ Вт/(м·К);

$$R_{\Sigma} = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,51/0,81 + 0,01/0,93 + 0,15/0,042 + 0,01/0,93 + 1/23 = 4,4 \text{ м}^2\text{K/Вт}$$

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							14
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Опір теплопередачі зовнішніх стін становить по основному полю – 4,4 м²К/Вт.

Приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни розрахований по довжині 1-го поверху із східної сторони в осях Б-Г. Виста поверху 3,1м.

Розмір фрагменту 56,51 м². Розмір вікон 1,7x1,7=5 шт

На фрагменті, що розглядається, присутні наступні теплопровідні включення, що відносяться до непрозорої огорожувальної конструкції:

- дюбелі для кріплення мінераловатних плит бшт. на 1 м².
- точкові елементи:
- відкоси в зонах підвіконня, перемички та рядового сполучення – лінійні елементи.

Площа зовнішньої стіни для визначення приведенного опору теплопередачі з урахуванням відкосів становить: $F_{\Sigma} = 48,51$ м². Площа зовнішньої стіни для визначення опору теплопередачі по основному полю становить: $F_i = 39,9$ м².

Теплопровідні включення та їх кількісне вираження наведені в Таблиці 5.1

Таблиця 5.1

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт тепло передачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К,
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	-	252	-	0,0015
Відкоси в зонах підвіконня	8,5	-	0,068	-
Відкоси в зонах перемички	8,5	-	0,08	-
Відкоси в зонах рядового сполучення	17	-	0,073	-

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін із зовнішнім утепленням згідно з ДСТУ 9191:2022 розраховується за формулою 1:

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							15
Зм.	Кільк	Арк.	Недок	Підпис	Дата		

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}$$

$$R_{\Sigma \text{пр.Н}} = 48,51 / (39,9 / 4,4 + 252 \cdot 0,0015 + 8,5 \cdot 0,068 + 8,5 \cdot 0,08 + 17 \cdot 0,073) = 4,06 \text{ м}^2\text{К/Вт.}$$

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін відповідає мінімально допустимим нормативним вимогам згідно з ДБН В.2.6-31:2021.

Мінімальне значення температури внутрішньої поверхні зовнішніх стін згідно додатку К ДСТУ 9191:2022 за формулою (К.3):

$$\theta_{\text{si,Н.i}} = \theta_{\text{int}} - (\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}) / (R_{\Sigma \text{пр.Н}} \cdot h_{\text{si}})$$

$$\theta_{\text{si,Н.i}} = 20 - \{20 - (-22)\} / (4,06 \cdot 8,7) = 18,81 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Де:

θ_{int} – розрахункове значення внутрішнього повітря згідно з табл. Б.2 ДБН В.2.6-31,

θ_{ext} – розрахункове значення зовнішнього повітря згідно з табл. Б.4 ДБН В.2.6-31,

$R_{\Sigma \text{пр.Н}}$ – відповідно опір теплопередачі зовнішніх стін,

h_{si} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К),

Температурний перепад розраховується згідно додатку К ДСТУ 9191:2022 за формулою (К.1):

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} = \theta_{\text{int}} - \theta_{\text{si,Н.i}} = 20 - 18,81 = 1,19 \text{ } ^\circ\text{C},$$

де, θ_{int} – розрахункове значення внутрішнього повітря згідно з табл. Б.2 ДБН В.2.6-31,

$\theta_{\text{si,Н.i}}$ – приведена температура внутрішньої поверхні зовнішніх стін.

Отже, умова виконується $\Delta\theta_{\text{пр}} = 1,19 \text{ } ^\circ\text{C} \leq \Delta T_{\text{cr}} = 4,0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Знаходимо по I-d діаграмі точку роси при $\theta_{\text{int}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ і $\phi = 55\%$ та отримуємо $\theta_{\text{D}} = 10,5 \text{ } ^\circ\text{C}$. Конденсат на площині внутрішньої поверхні стіни буде утворюватись в тому випадку, якщо $\theta_{\text{si,Н.i}} < \theta_{\text{D}}$. Оскільки $18,81 > 10,5 \text{ } ^\circ\text{C}$, то конденсації вологи не буде і конструкція стіни задовольняє вимогам норм.

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							16
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

5.2 Перекриття неопалювального горища

Термічний опір перекриття неопалювального горища

1 – гіпсокартон $\delta = 9$ мм, $\lambda = 0,21$ Вт/(м·К); 2 - дошки $\delta = 25$ мм, $\lambda = 0,18$ Вт/(м·К); 3-плівка пароізоляційна $\delta = 0,2$ мм, $\lambda = 0,3$ Вт/(м·К); 4- мінераловатний утеплювач $\delta = 200$ мм, щільністю 60кг/м^3 , $\lambda = 0,040$ Вт/(м·К); 5 – дерев'яні балки перекриття $\delta = 150$ мм, $\lambda = 0,18$ Вт/(м·К); 6 – дерев'яні дошки $\delta = 50$ мм, $\lambda = 0,18$ Вт/(м·К); 7- гідроізоляційна плівка $\delta = 0,15$ мм, $\lambda = 0,3$ Вт/(м·К); 8- ходові дошки $\delta = 40$ мм, $\lambda = 0,18$ Вт/(м·К);

Термічний опір перекриття неопалювального горища визначається за формулою 2 ДСТУ 9191:2022.

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

$R_{\Sigma} = 1/10 + 0,009/0,18 + 0,025/0,18 + 0,0002/0,3 + 0,2/0,04 + 0,15/0,1 + 0,00015/0,3 + 1/6 = 6,14$ м²К/Вт. Приведений опір теплопередачі перекриття становить $R_{\Sigma} = 6,14$ м²К/Вт і відповідає мінімально допустимим нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2021.

Мінімальне значення температури внутрішньої поверхні перекриття згідно додатку К ДСТУ 9191:2022 за формулою (К.3):

$$\theta_{si,H,i} = \theta_{int} - (\theta_{int} - \theta_{ext}) / (R_{\Sigma,пр.Н} * h_{si})$$

$$\theta_{si,H,i} = 20 - \{20 - (-22)\} / (6,14 * 10) = 19,32^{\circ}\text{C}$$

Де:

θ_{int} – розрахункове значення внутрішнього повітря згідно з табл. Б.2 ДБН В.2.6-31,

θ_{ext} – розрахункове значення зовнішнього повітря згідно з табл. Б.4 ДБН В.2.6-31,

$R_{\Sigma,пр.Н}$ – відповідно опір теплопередачі горищного перекриття,

h_{si} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймається згідно з Додатком Б ДСТУ 9191:2022.

Температурний перепад розраховується згідно додатку К ДСТУ 9191:2022 за формулою (К.1):

$$\Delta\theta_{int-si} = \theta_{int} - \theta_{si,H,i} = 20 - 19,32 = 0,68^{\circ}\text{C},$$

Де:

θ_{int} – розрахункове значення внутрішнього повітря згідно з табл.Б.2 ДБН В.2.6-31,

$\theta_{e,роз.}$ – розрахункове значення зовнішнього повітря

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							17
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

згідно з табл. Б.4 ДБН В.2.6-31,

$\theta_{si,H,i}$ – приведена температура внутрішньої поверхні суміщеного перекриття.

Отже, умова виконується $\Delta\theta_{пр} = 0,68^\circ\text{C} < T_{cr} = 3,0^\circ\text{C}$.

Знаходимо по I-d діаграмі точку роси при $\theta_{int} = 20^\circ\text{C}$ і $\phi = 55\%$ та отримуємо $\theta_D = 10,5^\circ\text{C}$. Конденсат на площині внутрішньої поверхні стіни буде утворюватись в тому випадку, якщо $\theta_{si,H,i} < \theta_D$. Оскільки $19,32 > 10,5^\circ\text{C}$, то конденсації вологи не буде і конструкція перекриття задовольняє вимогам норм.

Отже, умова виконується $\theta_{si,H,i} = 19,32^\circ\text{C} > \theta_D = 10,2^\circ\text{C}$ ($\theta_{int} = 20^\circ\text{C}$, $\phi_B = 55\%$).

5.3 Підлога по ґрунту

Опір теплопередачі конструкції підлоги розраховується згідно з ДСТУ 9190-2022, з урахуванням розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються:

- підлога за проектом;
- цементно –піщана стяжка тов. 50мм;
- поліетиленова гідроізоляція 0,15мм
- екструдований пінополістерольний утеплювач тов. 100 мм;
- рулонна гідроізоляція тов.0,2мм;
- бетонна підготовка тов.100мм
- ущільнений щебенем ґрунт;

Основні вихідні дані (визначаються згідно проекту):

- товщина стін – $w = 0,66$ м;
- зовнішній периметр підлоги $P = 123,11$ м;
- площа підлоги по ґрунту $A = 446,1$ м²;
- лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла сполучення конструкції підлоги по ґрунту із зовнішньою стіною – $\Psi_g = 1,05$ Вт/(м·К).

- термічний опір підлоги по ґрунту – $R_f = 1,83$ м²·К/Вт (розрахований відповідно до ДСТУ 9190-2022);

Розраховується характерний розмір підлоги згідно з формулою (Б.3):

$$B = 446,1 / 0,66 * 123,11 = 5,49$$

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							18
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

Визначається еквівалентна товщина підлоги згідно з формулою (Б.4), при цьому, теплопровідність ґрунту приймається $\lambda = 2,0 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ (відповідно до таблиці Б.1), внутрішній та зовнішній поверхневий опір – $R_{si} = 0,17 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, $R_{se} = 0,043 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ (відповідно до таблиці Б.4):

$$d_t = 0,5 + 2 \cdot (0,17 + 3,21 + 0,043) = 7,35 \text{ м.}$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту:

$$U_{bf} = 0,31 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту розраховується згідно з формулою (Б.5):

$$H_g = 446,1 \cdot 0,31 + 123,11 \cdot 1,05 = 267,55 \text{ Вт}/\text{К}$$

Відповідно, опір теплопередачі підлоги по ґрунту становить:

$$R = A/H_g = 446,1/267,55 = 1,67 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт.}$$

5.4 Світлопрозорі конструкції

Вікна – металопластикові з двокамерними енергозберігаючими склопакетами з м'яким покриттям на внутрішньому склі (4М₁-10-4М₁-10- 4і). Середовище камер склопакетів заповнено газом аргоном з часткою 100%.

За технічними характеристиками виробника світлопрозорі конструкції мають опір теплопередачі $R = 0,9 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021, мінімально допустиме значення температури на внутрішній поверхні світлопрозорих конструкцій при розрахункових значеннях температур зовнішнього та внутрішнього повітря, не менше ніж температура точки роси за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря.

Мінімальне значення температури внутрішньої поверхні конструкції згідно додатку К ДСТУ 9191:2022 за формулою (К.3):

$$\theta_{si,H,i} = \theta_{int} - (\theta_{int} - \theta_{ext}) / (R_{\Sigma,пр.Н} * h_{si})$$

$$\theta_{si,H,i} = 20 - \{20 - (-22)\} / 0,9 * 8 = 14,17^\circ\text{C}$$

Де:

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							19
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

θ_{int} – розрахункове значення внутрішнього повітря згідно з табл. Б.2 ДБН В.2.6-31,

θ_{ext} – розрахункове значення зовнішнього повітря згідно з табл. Б.4 ДБН В.2.6-31,

$R_{\Sigma, np, H}$ – відповідно опір теплопередачі вікон,

h_{si} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймається згідно з додатком Б ДСТУ 9191:2022.

Температурний перепад розраховується згідно додатку К ДСТУ 9191:2022 за формулою (К.1):

$$\Delta\theta_{int-si} = \theta_{int} - \theta_{si, H, i} = 20 - 14,17 = 5,83^{\circ}\text{C},$$

Де:

θ_{int} – розрахункове значення внутрішнього повітря згідно з табл.Б.2 ДБН В.2.6-31,

$\theta_{si, H, i}$ – приведена температура внутрішньої поверхні суміщеного перекриття.

Отже, умова виконується $\theta_{si, H, i} = 14,17^{\circ}\text{C} > \theta_D = 10,5^{\circ}\text{C}$ ($\theta_{int} = 20^{\circ}\text{C}, \varphi_B = 55\%$).

5.5 Зовнішні двері

Зовнішні двері – металопластикові. За технічними характеристиками виробника двері мають опір теплопередачі $R = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Приведений опір теплопередачі дверей відповідає мінімально допустимим нормативним вимогам згідно з ДБН В.2.6-31:2021.

Мінімальне значення температури внутрішньої поверхні конструкції згідно додатку К ДСТУ 9191:2022 за формулою (К.3):

$$\theta_{si, H, i} = \theta_{int} - (\theta_{int} - \theta_{ext}) / (R_{\Sigma, np, H} * h_{si})$$

$$\theta_{si, H, i} = 20 - \{20 - (-22)\} / (0,7 * 8,7) = 13,1^{\circ}\text{C}$$

Де:

θ_{int} – розрахункове значення внутрішнього повітря згідно з табл. Б.2 ДБН В.2.6-31,

θ_{ext} – розрахункове значення зовнішнього повітря згідно з табл. Б.4 ДБН В.2.6-31,

$R_{\Sigma, np, H}$ – відповідно опір теплопередачі перекриття,

h_{si} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймається згідно з ДСТУ 9191:2022,

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							20
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Температурний перепад розраховується згідно додатку К ДСТУ 9191:2022 за формулою (К.1):

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} = \theta_{\text{int}} - \theta_{\text{si,H,i}} = 20 - 13,1 = 6,9^{\circ}\text{C},$$

Де:

θ_{int} – розрахункове значення внутрішнього повітря згідно з табл.Б.2 ДБН В.2.6-31,

$\theta_{\text{si,H,i}}$ – приведена температура внутрішньої поверхні суміщеного перекриття.

Отже, умова виконується $\theta_{\text{si,H,i}} = 13,1^{\circ}\text{C} > \theta_{\text{D}} = 10,5^{\circ}\text{C}$ ($\theta_{\text{int}} = 20^{\circ}\text{C}$, $\phi_{\text{в}} = 55\%$).

5.6 Проектне рішення

Проектне рішення огорожувальних конструкцій забезпечує виконання нормативних вимог ДБН В.2.6-31 за температурними показниками.

Мінімальна температура на внутрішній поверхні зовнішніх непрозорих та світлопрозорих огорожувальних конструкцій не нижче ніж $10,5^{\circ}\text{C}$.

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні стінових огорожень не перевищує $4,0^{\circ}\text{C}$, перекриття – не перевищує $3,0^{\circ}\text{C}$.

5.7. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі R_{qmin} зовнішніх огорожувальних конструкцій і приведений опір теплопередачі видів огорожувальних конструкцій прийнято згідно з ДБН В.2.6-31:2021 та наведені в Таблиці 5.2

Таблиця 5.2

№ п/п	Найменування огорожувальних конструкцій	Термічний опір огорожень	
		R, м ² *К/Вт	
		Існуючі та запроєктовані значення	Нормативні значення згідно вимог ДБН В.2.6-31:2021
1	Зовнішні стіни	4,06	4,00
2	Перекриття неопалювальних горищ	6.14	6,00
3	Вікна	0,9	0,9
4	Двері	0,7	0,7

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							21
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

--	--	--	--

З таблиці видно, що приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій відповідає мінімально допустимим нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2021.

6. Теплостійкість та повітропроникність огорожувальних конструкцій

6.1 Теплостійкість в літній період року

Згідно з п. 5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість огорожувальних конструкцій в літній період року дозволяється не перевіряти при виконанні умови – середня температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця менше ніж 21°C. Так, згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27, для с.Стоянів (беремо м. Львів) середня температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця складає 17,7°C, що задовільняє умову згідно з п. 5.8 ДБН В.2.6-31.

6.2 Теплостійкість в зимовий період року

Згідно з п. 5.8 ДБН В.2.6-31 теплостійкість огорожувальних конструкцій в зимовий період року дозволяється не перевіряти при виконанні умови – за наявності в будівлі системи опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря. Ця умова виконується за допомогою автоматичних балансувальних клапанів.

6.3 Визначення показників повітропроникності

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних обов'язковим є виконання умови: $G^k \leq G_n^k$,

G_n^k - нормативна повітропроникність огорожувальної конструкції, кг/(м²·год), яка визначається згідно з таблицею 1 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Для зовнішньої непрозорої конструкції житлових і громадських будинків $G_n^k = 0,4$ кг/(м²·год).

G^k - повітропроникність огорожувальної конструкції, кг/(м²·год). Для багатошарових огорожувальних визначається за формулою:

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							22
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$G^k = \left(\sum_{i=1}^m \frac{1}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1},$$

де $G_i^{\Delta p}$ - повітропроникність i -го шару конструкції, кг/(м²·год), яка визначається за формулою:

$$G^{\Delta p} = G^{\Delta p_0} \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^n,$$

де $G_i^{\Delta p}$ - масова повітропроникність огорожувальної конструкції при Δp_0 , яка визначається за результатами випробувань або згідно з таблицею 3 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013;

Δp_0 - різниця тисків, за якою визначається масова повітропроникність конструкцій експериментальним шляхом $\Delta p_0=10$ Па);

n - показник фільтрації, який визначається за результатами випробувань.

За відсутності точних даних приймається: для утеплювачів з мінеральної вати $n=1,5$; для цегляної кладки $n=0,8$; для вікон та дверей $n=0,67$;

Розрахункова різниця тисків визначається за формулою

$$\Delta P = (H - h) \cdot (\gamma_z - \gamma_v) + 0,03 \cdot \gamma_z \cdot v^2 \cdot \beta_v$$

$$\Delta P = (8,2 - 1,55) \cdot (13,8 - 11,82) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 4,0^2 \cdot 1 = 19,79$$

Де:

H - висота будівлі (від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти), м;

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

γ_z, γ_v - питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м³, що розраховується за формулами (39,40) ДСТУ9190:2022

$$\gamma_z = 3463 / (273 + t_z) = 3463 / (273 - 22) = 13,8$$

$$\gamma_v = 3463 / (273 + t_v) = 3463 / (273 + 20) = 11,82$$

t_z - розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С, що приймається залежно від температурної зони з додатком Ж ДБН В.2.6-31

t_v - розрахункове значення температури внутрішнього повітря, °С;

β_v - коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Для м. Львів $\beta_v = 1,00$;

v - максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, м/сек., повторюваність яких складає 16% та більше, прийнята згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010; Для м. Львів - $v = 4,0$ м/с;

Зовнішня стіна:

– внутрішня цементно-піщана штукатурка:

$$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3; \lambda = 0,93 \text{ Вт/(м·К)}; \delta = 0,02 \text{ м};$$

– кладка з керамічної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині:

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							23
Зм.	Кільк	Арк.	Недок	Підпис	Дата		

$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,51 \text{ м}$;

– мінераловатний утеплювач :

$\rho = 115 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = 0,042 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,15 \text{ м}$;

– зовнішня декоративна штукатурка:

$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $\delta = 0,01 \text{ м}$.

Дана конструкція відноситься до багатошарової конструкції з послідовним розміщенням шарів.

Відповідно до Таблиці 3 або за результатами випробувань визначають повітропроникність однорідних ділянок конструкції при різниці тиску

$\Delta p = 10 \text{ Па}$.

Повітропроникність

- внутрішня вапняно-піщана штукатурка відповідно до таблиці 3:

$$G_1^{Ap0} = 0,07 \text{ (м}^2\cdot\text{год)/кг};$$

- кладка з керамічної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині відповідно до таблиці 3:

$$G_2^{Ap0} = 0,56 \text{ (м}^2\cdot\text{год)/кг};$$

- мінераловатний утеплювач IZOVAT або аналог відповідно до таблиці 3:

$$G_3^{Ap0} = 5 \text{ (м}^2\cdot\text{год)/кг};$$

- зовнішня декоративна штукатурка відповідно до таблиці 3:

$$G_4^{Ap0} = 0,07 \text{ (м}^2\cdot\text{год)/кг}.$$

Коефіцієнт урахування швидкості руху зовнішнього повітря залежно від висоти будівлі: $\Delta p = 19,79 \text{ Па}$.

Повітропроникність при розрахунковій різниці тисків за формулою :

– повітропроникність внутрішня вапняно-піщана штукатурка:

$$G_1^{Ap} = 0,07 \cdot (19,79 / 10)^{0,8} = 0,11 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ год)};$$

– повітропроникність кладка з керамічної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині:

$$G_2^{Ap} = 0,56 \cdot (19,79 / 10)^{0,8} = 0,89 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ год)};$$

– повітропроникність мінераловатний утеплювач Rockwool або аналог:

$$G_3^{Ap} = 5 \cdot (19,79 / 10)^{1,5} = 14,84 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ год)};$$

– повітропроникність декоративної штукатурки:

$$G_4^{Ap} = 0,07 \cdot (19,79 / 10)^{0,8} = 0,18 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ год)}.$$

$$G_k = (1/0,11 + 1/1,89 + 1/14,84 + 1/0,11)^{-1} = 0,085 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ год)};$$

Масова повітропроникність конструкції з послідовним розміщенням шарів становить $G_k = 0,085 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ год)}$.

Нормативна масова повітропроникність стіни становить: $G_n^k = 0,4 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{ год)}$.

Масова повітропроникність стінової конструкції відповідає нормативним вимогам, про що свідчить виконання умови $G_k < G_n^k$.

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							24
Зм.	Кільк	Арк.	Недок	Підпис	Дата		

Світлопрозорі конструкції

За технічними характеристиками виробника світлопрозорі конструкції мають повітропроникненність $G_k \leq 4 \text{ кг/ (м}^2 \cdot \text{год)}$.

Зовнішні двері

За технічними характеристиками виробника зовнішні двері мають повітропроникненність $G_k \leq 2,3 \text{ кг/ (м}^2 \cdot \text{год)}$.

Отже, повітропроникність зовнішніх конструкцій відповідає нормативним вимогам.

7. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій

Для зовнішніх стінових огорожувальних конструкцій опалюваної будівлі обов'язкове виконання умови $\Delta_w \leq \Delta_{wД}$

де Δ_w - збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи, за холодний період року, % за масою;

$\Delta_{wД}$ - допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого може відбуватися конденсація вологи, % за масою, що встановлюється згідно за таблицею залежно від виду матеріалу

$$\Delta_{wД} = 2,5 \%$$

Зона конденсації визначається за характером розподілу парціального тиску водяної пари $e(x)$ і насиченої водяної пари $E(x)$ у товщі шарів огорожувальної конструкції. Парціальний тиск водяної пари в товщі шару матеріалу в перерізі x , Па, визначається за формулою:

$$e(x) = e_в - ((e_в - e_з) / R_{e\Sigma}) \cdot R_{ex},$$

де $e_в$ - парціальний тиск водяної пари внутрішнього повітря, Па, що визначається за розрахунковим значенням відносної вологості $\phi_в$ залежно від призначення будівлі згідно з ДБН В.2.6-31 і значенням парціального тиску насиченої водяної пари $E_в$, що залежить від температури, за формулою:

$$t_в = 20 \text{ }^\circ\text{C}, \phi_в = 55 \%$$
 - для житлових

Згідно ДСТУ – Н Б В.1.1-27 визначаються середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря.

Середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря для с.Стоянів (беремо м. Львів) наведені в таблиці 7.1

Таблиця 7.1

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, $^\circ\text{C}$	-4	-2,7	1,4	7,9	13,4	16,3	17,7	17,2	13,0	8,0	2,5	-2,2
Відносна	84	83	78	72	72	74	75	76	79	81	85	86

						420-П-2025-01-ЕЕ						Арк.
												25
Зм.	Кільк	Арк.	Недок	Підпис	Дата							

вологість, %												
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

$$e_e = 0,01 \cdot \varphi \cdot E_e = 0,01 \cdot 50\% \cdot 2340 = 1170 \text{ Па}$$

$$e_3 = 0,01 \cdot \varphi \cdot E_3 = 0,01 \cdot 84\% \cdot 437 = 367 \text{ Па}$$

$\varphi=84\%$ вологість згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» для січня місяця ;

E_3, E_e - тиск насиченої водяної пари відповідно на зовнішній і внутрішній поверхнях огорожувальної конструкції, Па;

$$E_3 = 437 \text{ Па}, E_e = 2340 \text{ Па} - \text{з табл. Б.1 ДСТУ-Н Б В.2.6-192: 2013};$$

R_{ex} - опір паро проникнення огорожувальної конструкції на відстані x від внутрішньої поверхні. м² год Па/мг.

Парціальні тиски насиченої водяної пари та водяної пари зовнішнього повітря наведені в Таблиці 7.2

Таблиця 7.2

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$E_3, \text{ Па}$	437	489	677	1066	1538	1854	2027	1963	1498	1073	732	509
$e_3, \text{ Па}$	367	406	528	768	1107	1372	1520	1492	1183	869	622	438

Розраховується розподіл температур на границях шарів конструкції за формулою:

$$t_B = \frac{t_B - t_3}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{\alpha_B} + R_X \right)$$

Розподіл температур на границях шарів конструкції наведені в таблиці 7.3

Таблиця 7.3

Місяць	$t(1), \text{ }^\circ\text{C}$	$t(2), \text{ }^\circ\text{C}$	$t(3), \text{ }^\circ\text{C}$	$t(4), \text{ }^\circ\text{C}$	$t(5), \text{ }^\circ\text{C}$	$t(6), \text{ }^\circ\text{C}$
Січень	21,5	21,4	19,4	18,9	18,8	-4,0

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							26
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

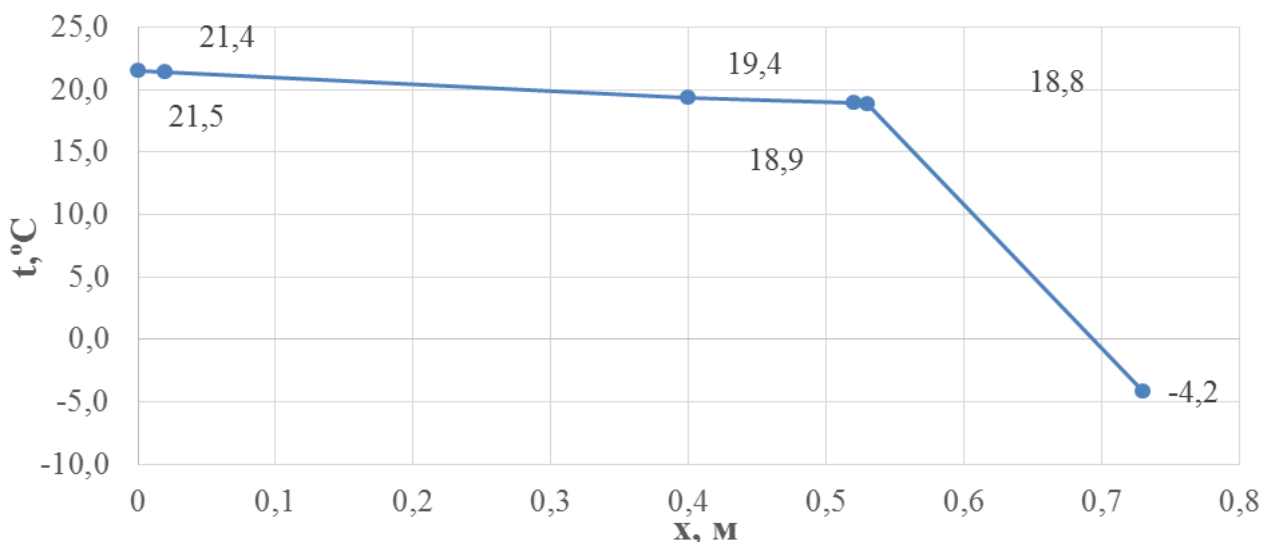


Рисунок 7.1.1 – Розподіл температур у товщі огорожувальної конструкції

В масштабі опорів паропроникненню Re будується залежність парціального тиску насиченої водяної пари E та парціального тиску водяної пари e (Рисунок 7.1.2)

Розподіл значень насиченої пари на границях шарів конструкції наведений в таблиці 7.4

Таблиця 7.4

Місяць	E_1 , Па	E_2 , Па	E_3 , Па	E_4 , Па	E_5 , Па	E_6 , Па
Січень	2566	2551	2254	2185	2172	437

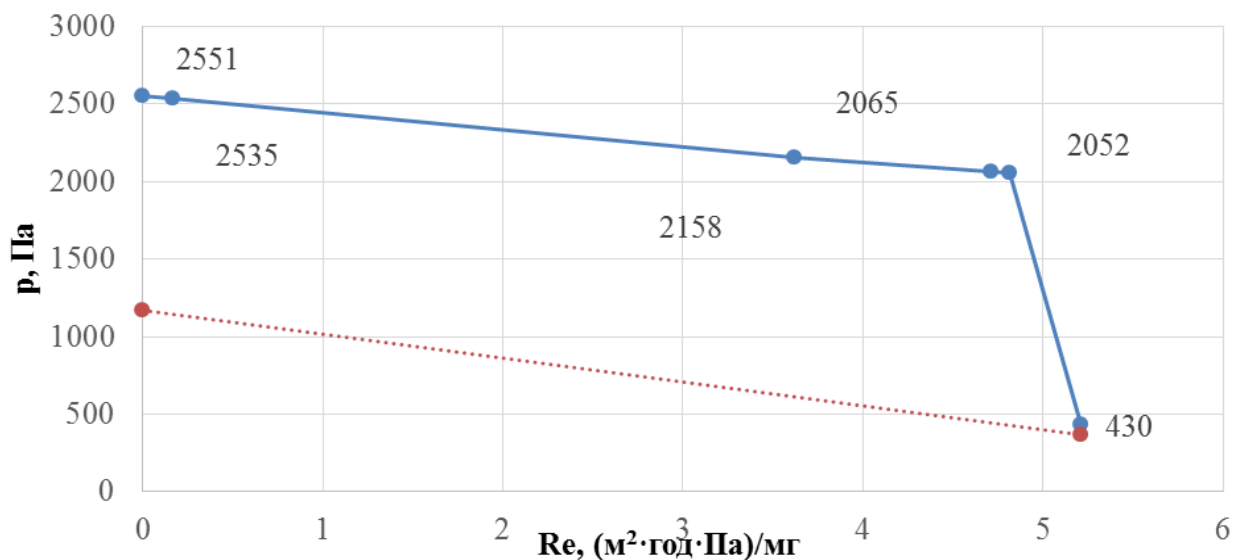


Рисунок 7.1.2 - Розподіл парціальних тисків в товщі огорожувальної конструкції за січень

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							27
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

За розподілом парціальних тисків (рисунок 7.1.2), оскільки лінії E та e не перетинаються, то конденсація водяної пари в товщі огорожувальної конструкції відсутня. Конструкція зовнішньої стіни задовольняє умови (1) та (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192.

Опір паропроникнення огорожувальної конструкції та окремих її шарів розраховується за формулами:

$$R_{e\Sigma} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\delta_i}{\mu_i} \right)$$

$$R_{ex} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\delta_i}{\mu_i} \right) + \frac{x - \sum_{i=1}^m \delta_i}{\mu_{m+1}}$$

Де:

n - загальна кількість шарів у конструкції;

m - кількість повних шарів від внутрішньої поверхні до перерізу x ;

δ_i - товщина i -го шару, м;

μ_i - паропроникність матеріалу i -го шару, мг/(м год Па), що визначається за таблицею А.1 додатка А ДСТУ 9191:2022;

μ_{m+1} - паропроникність матеріалу шару, мг/(м год Па), де розташований переріз x .

Розрахунок опору паропроникнення огорожувальних конструкцій для зовнішньої стіни наведений у таблиці 7.5

Таблиця 7.5

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , кг/м ³	Теплопровідність λ_p , Вт/(м К)	Тепловий опір R , (м ² К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м год Па)	Опір проникнення R_e , (м ² год Па)/мг
штукатурка цементно піщана	0,02	1800	0,93	0,022	0,09	0,222
кладка з повнотілої цегли	0,51	1800	0,81	0,63	0,11	4,64
утеплювач мінвата	0,15	115	0,042	3,75	0,43	0,348
Декоративна штукатурка	0,01	1800	0,93	0,011	0,09	0,111

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							28
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Опір паропроникнення для зовнішньої стіни загальною товщиною 690мм, становить:

$$R_{e\Sigma zl}=(0,02/0,09)+(0,51/0,11)+(0,15/0,42)+(0,01/0,09)=5,321(\text{м}^2\text{год Па/мг})$$

Висновок: згідно наведених розрахунків нормативні умови ДБН В.2.6-31:2021 виконуються.

8. Визначення енергоефективності будівлі

8.1 Оцінка енергоефективності

Розрахунок виконаний за ДСТУ9190:2022 з урахуванням положень ДСТУ Б А.2.2-8:2010, ДБН В.2.5-67:2013 та ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.

Площі зовнішніх огорожень будівлі наведені в таблиці 8.1

Таблиця 8.1

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції	Загальна площа A_i , м ²
1	Зовнішні стіни	322,96
2	Горищне покриття неопалювальних горищ	446,1
5	Світлопрозорі конструкції	89,05
6	Вхідні двері	13,78
7	Підлога на ґрунті	446,1

Згідно з 6.3.2.2.2 ДСТУ розподіл будівлі на теплові зони не здійснюється. Розрахунок проводиться однозонний.

Опалювальна площа будівлі становить $A_f=446,1 \text{ м}^2$.

Річну енергопотребу для опалення (охолодження) визначаємо за формулою (3;5) ДСТУ 9190:2022

$$Q_{H,C nd} = Q_{H,C nd, cont} = Q_{H,C ht} - \eta_{H,C gn} \cdot Q_{H,C gn} - Q_{ve.pre-heat}$$

Де: $Q_{H,C nd}$ – енергопотреба для опалення (охолодження) і-го місяця, кВт·год,

Де: $Q_{H,C ht}$ – сумарна теплопередача в режимі опалення (охолодження), кВт·год, яка визначається згідно формули (7) ДСТУ9190:2022.

$$Q_{H,C ht} = Q_{H,C tr} + Q_{H,C ve},$$

Де: $Q_{H,C tr}$ – сумарна теплопередача трансмісією, кВт·год;

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							29
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

$Q_{H,Cve}$ – сумарна теплопередача вентиляцією, кВт·год;

$Q_{H,Cgn}$ – сумарні теплонадходження в режимі опалення (охолодження) кВт·год, для кожного місяця визначаємо за формулою (8) ДСТУ9190:2022.

$$Q_{H,Cgn} = Q_{int} + Q_{sol},$$

Де: Q_{int} – сума внутрішніх теплонадходжень Вт/год;

Q_{sol} – сума сонячних теплонадходжень Вт/год;

$\eta_{H,C,gn}$ – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень, який визначається в залежності від співвідношення надходжень і втрат теплоти $\gamma_{H,C}$ та числового параметра $a_{H,C}$, який залежить від інерції будівлі.

$Q_{ve,pre-heat}$ - енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря

Коефіцієнт використання надходжень для опалення знаходимо за формулами(67-71):

якщо $\gamma_H > 0$ та $\gamma_H \neq 1$:
$$\eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H + 1}},$$

якщо $\gamma_H = 1$:
$$\eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1},$$

якщо $\gamma_H < 0$ та $Q_{H,gn} > 0$:
$$\eta_{H,gn} = 1 / \gamma_H,$$

якщо $\gamma_H \leq 0$ та $Q_{H,gn} \leq 0$:
$$\eta_{H,gn} = 1$$

Де: γ_H – безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму опалення:

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}},$$

Де: $Q_{H,gn}$ - сумарні теплонадходження для режиму опалення, Вт·год;

$Q_{H,ht}$ - сумарна теплопередача для режиму опалення, Вт·год;

a_H - безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі τ_H .

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}},$$

Де: $a_{H,0}$ - довідковий безрозмірний числовий параметр, який дорівнює 1,0;

τ - часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{H,0}$ - довідкова часова константа, яку приймають 15 год.

Коефіцієнт використання надходжень для охолодження знаходимо за формулами:

якщо $\gamma_C > 0$, $\gamma_C \neq 1$ та $Q_{C,ht} > 0$:
$$\eta_{C,ht} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C + 1)}},$$

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							30
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

якщо $\gamma_c > 0$, $\gamma_c \neq 1$ та $Q_{C,ht} \leq 0$: $\eta_{C,ls} = 1$,

якщо $\gamma_c = 1$: $\eta_{C,ls} = \frac{a_c}{a_c + 1}$,

якщо $\gamma_c < 0$: $\eta_{C,ls} = 1$,

Де: γ_c – безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження:

$$\gamma_c = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}}$$

Де: $Q_{C,gn}$ - сумарні теплонадходження для режиму охолодження, Вт·год;

$Q_{C,ht}$ - сумарна теплопередача трансмісією та вентиляцією для режиму охолодження, Вт·год;

a_c - безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі τ_H .

$$a_c = a_{c,0} + \frac{\tau}{\tau_{c,0}}$$

Де: $a_{c,0}$ - довідковий безрозмірний числовий параметр, який дорівнює 1,0;

τ - часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{c,0}$ - довідкова часова константа, яку приймають 15 год.

Часову константу зони будівлі розраховують за формулою (79,80) ДСТУ 9190:2022.

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}}$$

Де: C_m – внутрішня теплоємність будівлі, Вт·год/К;

$H_{tr,adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К;

$H_{ve,adj}$ – значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К;

$H_{ve,extra,adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі, за рахунок нічного охолодження, Вт/К;

$H_{tr,adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К, розраховане згідно формули (11) ДСТУ 9190:2022:

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							31
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

$$N_{tr,adj} = N_D + N_g + N_u + N_A$$

Де: N_D – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

N_g – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К розрахований відповідно до методики розрахунку теплопередачі до ґрунту ДСТУ 9190:2022.

N_u – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, в нашому випадку відсутні;

N_A - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміщених будівель, в нашому випадку відсутні.

В нашому випадку N_x , що відображає N_D , N_g розраховане згідно формули (12) ДСТУ 9190:2022.

$$N_x = b_{tr,x} \sum_i A_i U_i$$

Де: A_i – площа і-го елемента оболонки будівлі, м²;

U_i - приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, Вт/(м²·К), що становить $U_i = 1/R_{\Sigma np i}$;

$R_{\Sigma np}$ – приведений опір теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, м²·К/Вт;

: $b_{tr,x}$ – поправочний коефіцієнт, згідно ДСТУ 9190:2022.

При цьому сумарну теплопередачу трансмісією розраховуємо за формулою(9) ДСТУ 9190:2022 (для опалення):

$$Q_{tr} = N_{tr,adj} \times (\theta_{int,set,H,C} - \theta_e) \times t, \text{ Вт} \cdot \text{год},$$

Де: $N_{tr,adj}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією, Вт/К, визначений раніше;

$\theta_{int,set,H}$ – задана температура будівлі для опалення, °С, $\theta_{int,set,H} = 20^\circ\text{C}$;

$\theta_{int,set,C}$ – задана температура будівлі для охолодження, °С, $\theta_{int,set,H} = 26^\circ\text{C}$;

θ_e – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, приймається згідно додатку А;

t – тривалість місяця, год, для якого проводиться розрахунок.

При цьому сумарну теплопередачу вентиляцією для опалення (охолодження) розраховуємо за формулою (10) ДСТУ 9190:2022:

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							32
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$$Q_{ve} = N_{ve,adj} \times (\theta_{int,set,H,C} - \theta_e) \times t, \text{ Вт} \cdot \text{год}$$

Де: $N_{ve,adj}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, Вт/К.

Характеристики теплопередачі трансмісією наведена в Таблиці 8.2

Таблиця 8.2

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції	A_i , м ²	R_{Σ} , м ² ·К/Вт	U , Вт/(м ² ·К)	ΔU , Вт/(м ² ·К)	$b_{tr,x,H}$	$b_{tr,x,C}$	$N_{x,H}$, Вт/К	$N_{x,C}$, Вт/К
1	Зовнішні стіни	322,96	4,06	0,25	0	1	1	80,74	80,74
2	Горищне перекриття неопалювальних горищ	446,1	6,14	0,16	0	1	0,9	71,38	64,24
3	Світлопрозорі конструкції	89,05	0,9	1,11	0	1	1	98,85	98,85
4	Вхідні двері	13,78	0,7	1,43	0	1	1	20,39	20,39
5	Підлога на ґрунті	446,1	1,67	0,6	0	1	0,9	267,66	240,89

Тоді, репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією для періоду опалення і охолодження, відповідно, дорівнює:

$$N_{tr,adj H} = 539,02 \text{ Вт/К} \quad 539,02$$

$$N_{tr,adj C} = 505,11 \text{ Вт/К} \quad 505,11$$

$N_{ve,adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К, розраховане згідно формули ДСТУ 9190:2022:

$$N_{ve,adj} = \rho_a c_a \cdot (\sum_k b_{ve,k} g_{ve,mn}),$$

$\rho_a c_a$ - теплоємність повітря одиниці об'єму, дорівнює 0,336 Вт·год/м³ К;

$g_{ve,k,mn}$ – усереднена за часом витрата повітря від k-го елемента, м³/год.

Вентилюємий об'єм становить –1175 м³, кратність повітрообміну – 0,6 год⁻¹.

$$N_{ve,adj H} = 158,958 \text{ Вт/К};$$

Додаткова складова вентиляції за рахунок природного охолодження прийнята на рівні 20% від загальної величини повітрообміну.

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							33
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

$N_{ve, adj C} = 189,76 \text{ Вт/К}$

$N_{ve, extra, adj}$ – приймається для режиму опалення рівним 0.

8.2 Характеристика внутрішніх та сонячних теплонадходжень

Суму внутрішніх теплонадходжень визначаємо за формулою

$$Q_{int} = \left(\sum \Phi_{int, mn, k} \times A_f \right) t, \text{ Вт/год,}$$

Де: $\Phi_{int, mn, k}$ – усереднений за часом тепловий потік від k-го внутрішнього джерела, Вт/м^2

A_f – кондиціонована опалювальна площа, м^2 ;

t – тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць.

До уваги прийняті наступні теплонадходження:

- внутрішній тепловий потік від людей, $\Phi_{int, Oc}$;

- внутрішній тепловий потік від освітлення, $\Phi_{int, L}$.

- внутрішній тепловий потік від обладнання, $\Phi_{int, A}$;

Згідно Таблиці 6 приймаємо наступні величини:

- графік використання – 112 год/тиждень;

- метаболічна теплота, $\Phi_{int, Oc} - 1,2 \text{ Вт/м}^2$;

- освітлення, $\Phi_{int, L} - 2 \text{ Вт/м}^2$;

- обладнання $\Phi_{int, A} - 2 \text{ Вт/м}^2$.

Теплонадходження від сонця для кожного місяця розраховується за формулою (57) ДСТУ 9190:2022.

$$Q_{sol} = \left(\sum_K \Phi_{sol, m, n, k} \right) \times t,$$

Де: $\Phi_{sol, m, n, k}$ – усереднений за часом тепловий потік від k-го джерела сонячного випромінювання, Вт ;

t – тривалість місяця, що розраховується виражено у годинах, приймається згідно додатка А ДСТУ за формулою ДСТУ:

$$\Phi_{sol, mn, k} = F_{sh, ob, k} \times A_{sol, k} \times I_{sol, k} - F_{r, k} \times \Phi_{r, k},$$

де $F_{sh, ob, k}$ – понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції k-ої поверхні;

$A_{sol, k}$ – еквівалентна площа інсоляції k-ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м^2 ;

$I_{sol, k}$ – сонячна реакція значення енергетичної освітленості сприймаючої площі k-ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності, Вт/м^2 , визначається згідно з додатком А;

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							34
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

$F_{r,k}$ – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають: $F_r=1$ – для незатіненого горизонтального даху; $F_r = 0,5$ – для незатіненої вертикальної стіни.

$\Phi_{r,k}$ – додатковий тепловий потік в наслідок теплового випромінювання в атмосферу від k-го елемента будівлі, Вт.

За формулою ДСТУ:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} \times g_{gl} \times (1 - F_F) \times A_{w,p},$$

Д: $F_{sh,gl}$ – понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів, у нашому випадку $F_{sh,gl} = 1$;

g_{gl} – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світла прозорої частини елемента, визначений згідно з формулою ДСТУ:

$$g_{gl} = F_w \times g_n,$$

Де: F_w – поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймаємо $F_w = 0,90$;

g_n – визначаємо згідно таблиці 11, $g_n = 0,75$. Тоді, $g_{gl} = 0,675$;

F_F – частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції застеленого елемента визначається згідно ДСТУ на рівні 0,3 для віконних прорізів;

$A_{w,p}$ – загальна площа проекції вікон, м².

Величину Φ_r розраховуємо за формулою ДСТУ:

$$\Phi_r = R_{se} \times U_c \times A_c \times h_r \times \Delta\theta_{er}, \text{ Вт}$$

Де: R_{se} – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, м²·К/Вт, приймаємо 0,043 м²·К/Вт;

U_c – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/м²·К, приймаємо рівною:

- для незатіненої вертикальної стіни:

$$U_c = 1 / 4,06 = 0,25 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К};$$

- для незатіненого горизонтального даху:

$$U_c = 1 / 6,14 = 0,16 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К};$$

A_c – площа проекції елемента м²;

h_r – коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні, Вт/м²·К;

$\Delta\theta_{er}$ – середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери, °С, приймаємо $\Delta\theta = 11^\circ\text{C}$.

h_r наближено розраховуємо за формулою:

$$h_r = 4 \varepsilon \sigma (\theta_{ss} + 273)^3$$

при першому наближенні h_r приймаємо рівним 5ε Вт/м²·К, що відповідає середній температурі 10°C:

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							35
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

- для незатіненої вертикальної стіни: $h_r = 5 \times 0,93 = 4,65 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$;
- для незатіненого горизонтального даху: $h_r = 5 \times 0,9 = 4,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Понижувальний коефіцієнт затінення зовнішніми перешкодами визначається згідно з ДСТУ. Прийнято, що будівля затінюється тільки іншими будівлями та топографією (деревами).

Теплові надходження та середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначені згідно з додатком А ДСТУ і приведені в Таблицях 8.3-8.4

Таблиця 8.3

Місяць року	Параметр										
	Asol*Fsh, кв.м.				Asol, кв.м.				Asol*Fsh*Isol, Вт	ΦR*Fr	Fsol, Вт
	Пн	Сх	Пд	Зх	Пн	Сх	Пд	Зх			
Січень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	965	84,6558	881
Лютий	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	1619	84,6558	1535
Березень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	2401	84,6558	2316
Квітень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	2842	84,6558	2758
Травень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	3429	84,6558	3345
Червень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	3667	84,6558	3582
Липень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	3583	84,6558	3498
Серпень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	3272	84,6558	3187
Вересень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	2496	84,6558	2411
Жовтень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	1684	84,6558	1599
Листопа	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	790	84,6558	705
Грудень	9,32	9,56	10,39	12,80	0,25	0,28	0,25	0,25	638	84,6558	554

Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних тепло надходжень наведені в таблиці 8.4

Таблиця 8.4

Місяць року	Параметр											Qsol, кВт·год	Qint, кВт·год
	θ, °C	t, год	Isol, Вт/м²										
			Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ	Гор		
Січень	-4,0	744	12	12	18	31	40	32	19	12	28	655	1151
Лютий	-2,7	672	21	23	32	50	62	53	34	23	54	1031	1034

						420-П-2025-01-ЕЕ						Арк.
												36
Зм.	Кільк	Арк.	Недок	Підпис	Дата							

Березень	1,4	744	31	37	52	70	81	73	56	37	95	1723	1151
Квітень	7,9	720	39	50	71	86	83	80	68	49	137	1986	1114
Травень	13,4	744	51	70	91	95	88	93	85	68	183	2488	1151
Червень	16,3	720	61	79	97	96	86	93	93	77	200	2579	1114
Липень	17,7	744	58	75	94	96	86	93	91	74	192	2603	1151
Серпень	17,2	744	43	60	84	95	93	94	80	59	167	2371	1151
Вересень	13,0	720	29	38	59	76	84	76	57	38	112	1736	1114
Жовтень	8	744	18	20	35	56	68	55	34	20	65	1190	1151
Листопад	2,5	720	10	10	15	27	33	27	15	11	29	508	1114
Грудень	-2,2	744	8	8	12	22	27	22	12	8	19	412	1151

8.3 Динамічні параметри

Будівля є важкою, внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить $C = 80 \text{ Вт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$. Внутрішню теплоємність будівлі розраховуємо за формулою (82) ДСТУ 9190:2022.

$$C_m = C \times A_f, \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{К}$$

Де: C – внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі, приймаємо згідно табл.15 ДСТУ 9190:2022;

A_f – кондиціонована площа будівлі, м^2 .

Внутрішня теплоємність будівлі становить:

$$C_m = 80 \times 446,1 = 35688 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{К}.$$

Часова константа будівлі розраховується за формулою (79,80) ДСТУ і становить:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}}$$

- для режиму опалення

$$\tau = 35668 / (539,02 + 158,95) = 51 \text{ год.}$$

- для режиму охолодження

$$\tau = 35668 / (505,11 + 189,76) = 51 \text{ год.}$$

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$, розрахований для кожного місяця згідно з формулами ДСТУ на підставі

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							37
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

співвідношення надходжень і втрат теплоти H та числового параметра γH , наведений у Таблиці 8.5.

Безрозмірний числовий параметр αH визначається за формулою 52 ДСТУ] і становить: $\alpha H = \alpha_{H.O} + \tau / \tau_{H.O} = 1 + 51/15 = 4,4$

Безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження $\eta C, l/s$, розрахований для кожного місяця згідно з формулами 53-56 ДСТУ на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти C та числового параметра γC .

Безрозмірний числовий параметр αC визначається за формулою ДСТУ і становить: $\alpha C = \alpha_{C.O} + \tau / \tau_{C.O} = 1 + 51/15 = 4,4$

8.4 Внутрішні умови

Задана температура на опалення гуртожитку визначена на підставі заданих розрахункових температур повітря внутрішніх приміщень і становить $\Theta_{int} = 20^\circ C$, $H_{set} = 20^\circ C$.

Задана температура на охолодження прийнята згідно з таблицею 16 ДСТУ і становить $\Theta_{int} = 20^\circ C$, $C_{set} = 26^\circ C$.

Сумарна теплопередача та теплові надходження приведені в Таблиці 8.5 для режиму опалення та в Таблиці 8.6 для режиму охолодження

Розрахунок енергопотребности для опалення наведений в Таблиці 8.5.

Таблиця 8.5

Місяць року	Параметр								
	$Q_{H,tr}$ кВт·год	$Q_{H,ve}$ кВт·год	$Q_{H,ht}$ кВт·год	$Q_{H,sol}$ кВт·год	$Q_{H,int}$ кВт·год	$Q_{H,gn}$ кВт·год	γH	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ кВт·год
Січень	9625	2838	12463	655	1151	1806	0,14	0,97	8719
Лютий	8222	2425	10647	1031	1034	2065	0,19	0,95	7191
Березень	7459	2200	9659	1723	1151	2874	0,30	0,90	5554
Квітень	4696	1385	6081	1986	1114	3100	0,51	0,81	2973
Травень	2647	781	3428	2488	1151	3639	1,06	0,61	0
Червень	1436	423	1859	2579	1114	3693	1,99	0,41	0
Липень	922	272	1194	2603	1151	3754	3,14	0,28	0
Серпень	1129	331	1460	2371	1151	3522	2,41	0,35	0
Вересень	2717	801	3518	1736	1114	2850	0,81	0,69	0
Жовтень	4812	1419	6231	1190	1151	2341	0,38	0,87	3525
Листопад	6792	2003	8795	508	1114	1622	0,18	0,95	5753
Грудень	8903	2625	11528	412	1151	1563	0,14	0,97	8114

						420-П-2025-01-ЕЕ				Арк.
										38
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата					

Всього за рік	59360	17503	76863	19282	13547	32829			41829
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	--	-------

Розрахунок енергопотребы для охолодження наведено в таблиці 8.6

Таблиця 8.6

Місяць року	Параметр								
	Q_{tr} кВт·год	Q_{ve} кВт·год	$Q_{сн}$ кВт·год	Q_{sol} кВт·год	Q_{int} кВт·год	$Q_{c,gn}$ кВт·год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ кВт·год
Січень	11274	4235	15509	655	1151	1806	0,12	0,12	0
Лютий	9741	3660	13401	1031	1034	2065	0,15	0,15	0
Березень	9245	3473	12718	1723	1151	2874	0,23	0,22	0
Квітень	6582	2473	9055	1986	1114	3100	0,34	0,33	0
Травень	4735	1779	6514	2488	1151	3639	0,56	0,50	0
Червень	3527	1325	4852	2579	1114	3693	0,76	0,62	685
Липень	3119	1172	1808	2603	1151	3754	2,08	0,92	2094
Серпень	3307	1242	4549	2371	1151	3522	0,77	0,63	671
Вересень	4728	1776	6504	1736	1114	2850	0,44	0,41	0
Жовтень	6764	2541	9305	1190	1151	2341	0,25	0,25	0
Листопад	8546	3211	11757	508	1114	1622	0,14	0,14	0
Грудень	10598	3981	14579	412	1151	1563	0,11	0,11	0
Всього за рік	28579	23059	110551	19282	13547	32829			3450

8.5 Загальне енергоспоживання при опаленні

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти визначаємо для кожного місяця за формулою

$$(120) \text{ ДСТУ } Q_{H,gen,ls,i} = Q_{H,gen,out,i} \times (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen}$$

де $\eta_{H,gen}$ - ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти;

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							39
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

$Q_{H,gen,ls,i}$ – енергія виходу з підсистеми виробництва теплоти упродовж і-го місяця, дорівнює енергії входу в підсистему розподілення $Q_{H,dis,in,I}$, Вт·год;

Результати розрахунків подані в таблицях 8.7-8.8.

Розрахунок енергоспоживання наведено в таблиці 8.7

Таблиця 8.7

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$ кВт·год	$Q_{H,em,ls}$ кВт·год	$Q_{H,em,ls}=Q_{H,dis,out}$ кВт·год	$Q_{H,dis,in}=Q_{H,gen,out}$ кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$ кВт·год	$Q_{H,use}$ кВт·год
Січень	8719	3566,07	9250,86	9322,93	792,45	10115,39
Лютий	7191	2941,12	7632,53	7694,55	654,04	8348,59
Березень	5554	2271,59	5905,57	5961,90	506,76	6468,67
Квітень	2973	1215,96	3168,92	3181,11	270,39	3451,50
Жовтень	3525	1441,73	3746,37	3771,28	320,56	4091,84
Листопад	5753	2352,98	6113,14	6171,46	524,57	6696,03
Грудень	8114	3318,63	8609,76	8679,72	777,78	9457,50
Всього за рік	41829					48629

Значення енергетичних потоків в підсистемі розподілення наведено в таблиці 8.8

Таблиця 8.8

Місяць року	Параметр						
	$Q_{H,dis,out}$ кВт·год	$Q_{H,dis,ls}$ кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$ кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rbl}$ кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rvd}$ кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrvd}$ кВт·год	$Q_{H,dis,in}$ кВт·год
Січень	9250,86	1507,89	66,35	1441,54	1369,47	72,07	9322,93
Лютий	7632,53	1297,53	57,09	1240,44	1178,42	62,02	7694,55
Березень	5905,57	1181,11	54,33	1126,78	1070,44	56,33	5961,90
Квітень	3168,92	497,52	253,74	243,78	231,59	12,19	3181,11
Жовтень	3746,37	524,49	26,22	498,27	473,35	24,91	3771,28

							420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
								40
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата			

Листопад	6113,14	1222,63	56,24	1166,39	1108,06	58,32	6171,46
Грудень	8609,76	1463,66	64,40	1399,26	1329,29	69,96	8679,72

Питоме енергоспоживання будівлі при опаленні становить:

$$EP_{n,use} = Q_{n,use} / A_f = 48629 / 446.1 = 109.01 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$$

8.6 Енергоспоживання гарячого водопостачання

Питомі річні енергопотреби ГВП прийняті згідно з табл.33 ДСТУ 9190 і становлять 15 кВт·год/м²

Загальні енергопотреби ГВП становлять:

$$Q_{DHW, need} = 15 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2 \times A_f = 15 \cdot 446,1 = 6691,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Система ГВП будівлі від індивідуальних водонагрівачів. Температура води в системі ГВП прийнята 55°C. Циркуляційні контури відсутні.

Тепловтрати використання води під час водорозбору відсутні $Q_{w,m, is} = 0$

Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП, кВт·год, визначаємо за формулою формулою 154 ДСТУ 9190

$$Q_{DHW, use} = (Q_{DHW, nd} + Q_{W, dis, ls} + Q_{W, dis, ls, col, m} + Q_{W, em, ls}) / \eta_{gen}$$

де $Q_{DHW, nd}$ - енергопотреби ГВП, кВт год;

$Q_{W, dis, ls}$ - річні тепловтрати підсистеми розподілення, ГВП, кВт·год;

$Q_{W, dis, ls, col, m}$ - річні тепловтрати циркуляційного контуру, ГВП, кВт·год;

$Q_{W, em, ls}$ - тепловтрати використаної води ГВП при водорозборі, кВт·год;

η_{gen} - ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти становить $\eta_{gen} = 90 \%$.

$$Q_{DHW, use} = (Q_{DHW, nd} + Q_{W, dis, ls} + Q_{W, dis, ls, col, m} + Q_{W, em, ls}) / \eta_{gen} = 6691,5 + 0 + 1013,2 + 0) / 0,90 = 8561 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							41
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

Питоме енергоспоживання будівлі при ГВП становить 19,19 кВт·год/м².

8.7 Загальне енергоспоживання при охолодженні

Загальну енергію виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховують за формулою (139), з урахуванням, що підсистема розподілення відсутня взагалі ($Q_{C, dis, in} = Q_{C, nd}$):

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C, dis, in} / \eta_{C,ac} = 3450/0,86 = 4012 \text{ кВт·год.}$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування розраховуються за формулою . При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування прийнята згідно з таблицею 30 і становить $\eta_{C,gen} = 1$:

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} \cdot (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen} = 4012 \cdot (1-1)/1 = 0 \text{ кВт·год.}$$

Загальне енергоспоживання при охолодженні визначено згідно з формулою

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls} = 4012 + 0 = 4012 \text{ кВт·год.}$$

Питоме енергоспоживання будівлі при охолодженні становить:

$$EP_{C,use} = Q_{C,use} / A_b = 4012 / 446.1 = 8.99 \text{ кВт·год/м}^2.$$

8.8 Загальне енергоспоживання систем вентиляції

Об'ємна витрата повітря в системі механічної вентиляції становить 1175 м³/год. Енергоспоживання вентиляторів розраховується за формулою з урахуванням роботи системи вентиляції відповідно до графіка використання будівлі: $Q_{V,sys,fan} = P_{el} \cdot t_v$,

де $Q_{V,sys,fan}$ – енергоспоживання припливного та витяжного вентиляторів системи вентиляції, кВт·год;

P_{el} – електрична потужність вентилятора, кВт;

t_v – час роботи системи вентиляції, год.

Електричну потужність вентиляторів, кВт, розраховують за формулою : $P_{el} = SFP \cdot V_L / 3600$,

де SFP – питома потужність вентилятора системи механічної вентиляції, кВт/(м³/с);

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							42
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

V_L – об’ємна витрата повітря в системі механічної вентиляції, м³/год. $P_{el} = 2.25 \cdot 1175/3600 = 0.73$ кВт

Тоді, $Q_{V,sys,fan} = 0.73 \times 1175 = 857.8$ кВт·год.

Питоме енергоспоживання будівлі при вентиляції становить:

$$Q_{,use}/ A_f, = 857.8 /446.1 = 1,92 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2.$$

8.9 Енергоспоживання при освітленні

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні W , кВт год визначаємо за формулою

$$W = W_L + W_P$$

де W_L – енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі кВт· год;

W_P – паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі, кВт год.

Значення W_L визначаємо за формулою

$$W_L = (P_N \cdot F_c) \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)] \cdot A_f / 1000,$$

де P_N – питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м²;

F_c - постійний коефіцієнт яскравості;

F_O – коефіцієнт використання освітлення;

F_D - коефіцієнт природного освітлення;

t_D – час використання природного освітлення протягом року, год;

t_N - час використання штучного освітлення протягом року, год;

A_f – кондиціонована площа будівлі, м².

Згідно табл.35 ДСТУ 9190: $F_c=1$, $F_O=0,9$, $F_D=1$; $t_D=2250$ год; $t_N=250$ год.

Згідно даних $P_N=5,7$ Вт/м².

$$W_L = (5,7 \cdot 1) \cdot [(2250 \cdot 0,9 \cdot 1) + (250 \cdot 0,9)] \cdot 446,1 / 1000 = 5721 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							43
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

Значення W_p визначаємо за формулою

$$W_p = (P_{em} + P_{pc}) \cdot A_f,$$

де P_{em} – загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, згідно табл.35 ДСТУ 9190 становить 1 кВт·год/м²;

P_{pc} – загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, згідно табл.35 ДСТУ 9190 становить 5 кВт·год/м².

$$W_p = (1+5) \cdot 446,1 = 2677 \text{ кВт·год.}$$

$$W = 5721 + 2677 = 8390 \text{ кВт·год.}$$

Питоме енергоспоживання будівлі при освітленні становить:

$$W / A_f = 8390 / 446,1 = 18,81 \text{ кВт·год/м}^2.$$

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							44
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

9. Вимоги до показника енергоефективності

Загальний показник енергоефективності будівлі EP визначатися за формулою (1) ДБН В.2.6-31:2021

$$EP_{use} \leq EP_p$$

де EP_{use} – річне розрахункове або фактичне значення загального показника питомого енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні, що визначають згідно з 4.3 ДБН В.2.6–31:2021;

EP_p - граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$, та громадських будівель, $[\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3]$, що наведене у додатку до Наказу Мінрегіону [12] залежно від призначення будівлі, її поверховості або показника компактності, температурної зони експлуатації, яка визначається згідно з додатком А ДБН В.2.6–31:2021.

Згідно з додатком до Наказу Мінрегіону від 27.10.2020 р. №260, граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні становить:

$$EP_p = 120 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$$

Розрахункове значення EP_{use} визначається за формулою (3) ДБН В.2.6-31:2021:

$$EP_{use} = (Q_{H,use} + Q_{C,use}) / A_f$$

Де:

$Q_{H,use}$, $Q_{C,use}$ - річна енергоспоживання будівлі для опалення та охолодження, відповідно, $\text{кВт}\cdot\text{год}$, що визначається згідно з ДСТУ 9190:2022;

A_f - кондиціонована площа, м^2 , що визначається згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790.

Тоді, для будівлі:

$$\begin{aligned} EP_{use} &= (Q_{H,use} + Q_{C,use}) / A_f, = \\ &= (48629 + 4012) / 446,1 = 52641 / 446,1 = 118,01 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2; \end{aligned}$$

Згідно наказу №261 від 27.10.2020р «Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель» клас енергетичної ефективності будівель встановлюється відповідно даним, наведеним у таблиці 1, залежно від показника, ΔEP , %, який є відсотковою різницею між загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, EP_{use} , $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$, $[\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3]$ та граничним значенням питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, EP_p , $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$, $[\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3]$, й розраховується за формулою

						420-П-2025-01-EE	Арк.
							45
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

$$\Delta_{EP} = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \times 100,$$

де: EP_{use} - загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні;

EP_p - граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, що встановлюється згідно з мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель з урахуванням вимог статті 6 Закону України "Про енергетичну ефективність будівель".

$$\Delta_{EP} = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \times 100 = 100(118,01 - 120) / 120 = - 1,66\%$$

Клас енергетичної ефективності будівлі становить «С»..

Визначення питомого енергоспоживання та класу енергетичної ефективності будівлі і створення енергетичного паспорту будівлі проводилося за допомогою програми Audytor OZC PRO 7.

10. Проведення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів

1. Первинна енергія (E_p), кВт·год, обчислюється для кожного енергоносія та розраховується за формулою

$$E_p = \sum (E_{del,i} \times f_{P,del,i}),$$

де $E_{del,i}$ - поставлена енергія, кВт·год;

$f_{P,del,i}$ - фактор первинної енергії для i -го поставленого енергоносія.

Поставлена енергія ($E_{del,i}$) розраховується за формулою

$$E_{del,i} = Q_{H,use} + Q_{C,use} + Q_{DHW,use} + Q_{V,use} + Q_{W,use},$$

2. Питомий показник споживання первинної енергії (e_p), кВт·год/м², розраховується за формулою

$$e_p = E_p / A_f,$$

де A_f - кондиціонувана (опалювана) площа будівлі, м².

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							46
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

3. Маса викидів парникових газів (m_{CO_2}), кг, розраховується з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою $m_{CO_2} = \sum (E_{del,i} \times K_{del,i}) / 1000$,

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

$K_{del,i}$ - коефіцієнт викидів CO_2 для поставленого і-го енергоносія, г/кВт·год.

Питомий показник викидів парникових газів (m_{CO_2}), кг/м², розраховується за формулою

$$m_{CO_2num} = \sum (E_{del,i} \times K_{del,i}) / A_f$$

4. Коефіцієнти викидів парникових газів (CO_2) включають всі викиди парникових газів (CO_2), пов'язані з первинною енергією, яка використовується в будівлі.

5. Фактори первинної енергії ($f_{p,nren}$) та коефіцієнти викидів парникових газів (CO_2) (K), г/кВт·год, приймаються згідно з показниками факторів первинної енергії і коефіцієнтів викидів парникових газів (CO_2).

Результати розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів наведені в Таблиці 9.1

Таблиця 9.1

$Q_{H,use}$				
E_{del}	f_{Pdel}	K_{CO_2}	E_p , кВт·год	m_{CO_2}
48629	1,3	260	63217,7	12643,54
$Q_{DHW,use}$				
E_{del}	f_{Pdel}	K_{CO_2}	E_p , кВт·год	m_{CO_2}
8561	2,3	420	19690,3	3595,62
$Q_{C,use}$				

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							47
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

E_{del}	f_{Pdel}	K_{CO2}	$E_p, \text{кВт}\cdot\text{год}$	m_{CO2}
4012	1,3	420	5215,6	1043,12

$Q_{W,use}$

E_{del}	f_{Pdel}	K_{CO2}	$E_p, \text{кВт}\cdot\text{год}$	m_{CO2}
8390	2,3	420	19297	3523,8

$Q_{V,use}$

E_{del}	f_{Pdel}	K_{CO2}	$E_p, \text{кВт}\cdot\text{год}$	m_{CO2}
858	2,3	420	5215,6	1043,12

Загальні питомі показники споживання первинної енергії та викидів парникових газів

$e_p, \text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$	79,1	$m_{CO2_{num}}, \text{кг}/\text{м}^2$	47,2
---	------	---------------------------------------	------

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							48
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

11. Зведені характеристики будівлі

Таблиця В.1 - Загальні характеристики

Призначення будівлі (відповідно до таблиці 1 Методики [2])	
Одноквартирні будинки	Житлові будівлі
Загальна площа, м ²	446,1
Загальний об'єм, м ³	1382,91
Кондиціонована (опалювана) площа, м ²	446,1
Кондиціонований (опалюваний) об'єм, м ³	1382,91
Об'єм для вентиляції, м ³	1175
Кількість поверхів	1
Рік введення в експлуатацію	Проект реконструкція
Тип зовнішніх огорожувальних конструкцій	Кладка з керамічної повнотілої цегли
Температурна зона	I
Архітектурно-будівельний кліматичний район	I Північно-західний
Вологісний режим приміщень	Нормальний
Тип ґрунту	Суглинок
Тип місцевості	Сільська
Середня висота приміщення, м	3,1
Внутрішня теплоємність, Вт·год/(м ² ·К)	80
Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі 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	0,95
Кількість під'їздів або входів	4
Графік опалення, год/тиждень	112
Графік охолодження, год/тиждень	112
Задана температура зони будівлі для опалення, °С	20

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							49
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

Задана температура зони будівлі для охолодження, °С	26
Температура чергового режиму опалення, °С	17
Температура чергового режиму охолодження, °С	26

Таблиця В.2 - Теплотехнічні характеристики

Вид огорожувальної теплоізоляційної оболонки конструкції	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції м ² *К/Вт		Площа А, м ²
	Значення	Мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни, з них:	4.06	4,00	322.96
- що межують із зовнішнім повітрям			322.96
- що межують із некондиціонованим об'ємом			-
- що межують із суміжними будівлями			-
Покриття, з них:			
- суміщені			
- опалюваних горищ			-
- технічних поверхів			-
- мансард			-
Перекрыття, з них:			
- неопалюваних горищ	6.14	6.00	446.1
- над проїздами під еркерами			
- над неопалюваними підвалами			
Конструкції, що межують з ґрунтом:	-	-	446.1
- підлоги по ґрунту			446.1
- стіни цокольного поверху			
- перекрыття над техпідпіллям			-
Світлопрозорі огорожувальні конструкції, з них:	0.9	0,9	89.05
- вікна			89.05
- вікна і балконні двері			
- вітражі			
- світлопрозорі фасади			

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							50
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

- світлопрозорі зовнішні двері			
- в місцях загального користування*			
Зенітні ліхтарі			
Зовнішні двері	0,7	0,7	13.78
*Для багатоквартирних житлових будинків			

Таблиця В.3 Характеристики інженерних систем

Система опалення	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	В
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносії, розведення трубопроводів)	Джерело теплової енергії –існуюча внутрішньо дворова тепломережа.Виконана із сталевих ізольованих труб умовним діаметром 50мм.Теплоносії вода з параметрами90-70 °С. У будівлі запроєктована двотрубна система водяного опалення з насосною циркуляцією теплоносія. В якості опалювальних приладів запроєктовані біметалеві секційні радіатори висотою 500мм які обладнані терморегулюючими вентилями. Трубопроводи передбачено із поліпропіленових труб, що ізолюють трубчастою теплоізоляцією на основі вспіненого поліетилену товщиною 6..9мм. 0-70 °С.
Регулювання температури у системі	За погодних умов
Регулювання витрати у системі	Автоматичне
Циркуляція теплоносія у системі	За допомогою циркуляційних насосів
Тип опалювальних приладів	Панельні біметалеві радіатори

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							51
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		

Регулювання температури приміщення	За допомогою автоматики встановленої в ТП і оплювальних приладах.
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	Наявне
Теплова ізоляція трубопроводів в неопалюваних приміщеннях	-
Облік споживання теплової енергії	Тепловий лічильник
Система гарячого водопостачання	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	В
Тип та опис системи (джерело енергії, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляцією)	Джерелом ГВП є електричні водонагрівачі
Циркуляція теплоносія у системі	-
Регулювання витрати у системі	-
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	-
Облік споживання гарячої води	Лічильник холодної води
Система охолодження, вентиляції та кондиціювання	Припливно- витяжна природня та з механічним спонуканням. Кондиціювання проектом не передбачено.
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів)	-
Регулювання температури у системі	-
Регулювання витрати у системі	-
Циркуляція теплоносія у системі	-
Тип приладів тепловіддачі	-
Регулювання температури приміщення	-
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	-
Теплова ізоляція трубопроводів	-
Облік споживання енергії системами охолодження	-
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	-

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							52
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Тип та опис систем	-
Утилізація теплоти повітря, що видаляється	-
Попередній підігрів припливного повітря	-
Попереднє охолодження припливного повітря	-
Зволоження та осушення припливного повітря	-
Регулювання температури повітря у системі	-
Регулювання витрати повітря у системі	-
Регулювання температури повітря у приміщеннях	-
Регулювання витрати повітря у приміщеннях	-
Облік споживання енергії системами (електрична, теплова)	-
Системи освітлення	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С
Тип та опис системи (зони будівлі з різними параметрами, прилади освітлення, питома встановлена потужність освітлення)	Використовуються світильники з ЛЕД лампами.
Регулювання систем (рівень освітленості, період використання)	Графік використання 8-24 год на добу.
Аварійне освітлення	Автоматичне.
Облік споживання електричної енергії	Здійснюється загальним вузлом обліку
Технічне управління будівлею	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С

Таблиця В4 – Енергетичні характеристики

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:	тис. кВт·год	70,45	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	157,92	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	48,63	
	кВт·год/м ²	109,01	

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							53
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

						[кВт·год/м ³]		
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання						тис. кВт·год	8,56	
						кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	19,19	
Річне енергоспоживання систем охолодження						тис. кВт·год	4,01	
						кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	8,99	
Річне енергоспоживання систем вентиляції						тис. кВт·год	0,858	
						кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	1,92	
Річне енергоспоживання систем освітлення						тис. кВт·год	8,39	
						кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	18,81	
Річна сумарна енергопотреба в т.ч.:						тис. кВт·год	54,96	
						кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	116,5	
- в опаленні						тис. кВт·год	41,82	
						кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	93,77	
- в охолодженні						тис. кВт·год	3,45	
						кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	7,73	
- в гарячому водопостачанні						тис. кВт·год	6,69	
						кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	15	
Річне споживання первинної енергії						тис. кВт·год	109,39	
						кВт·год/м ³	79,1	
Річні викиди парникових газів						т	21,1	
						кг/м ²	47,2	
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні						кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	118,01	120

						420-П-2025-01-ЕЕ		Арк.
								54
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		С	
Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Проект відповідає вимогам чинного законодавства в сфері енергоефективності		
Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі	-		

						420-П-2025-01-ЕЕ	Арк.
							55
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підпис	Дата		