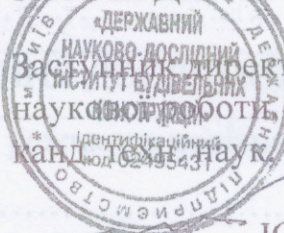


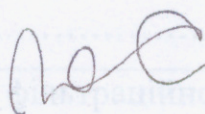
	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 1 Всього 53
Найменування документа ВІСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
	Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Вступ.....	3	Стор.
1. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБОТ		
1.1. Методика оцінки аеродинамічного впливу на конструкції.....	6	
1.2. Методика визначення коефіцієнта теплового ефекту.....	8	
1.3. Конструктивні рішення дослідної системи.....	10	
2. РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ.....	21	
2.1. Результати дослідження показників повітропроникності, водонепроникності та аеродинамічного впливу на режиму повітряного прошарку системи утеплення.....	24	
2.3. Оцінка вологісного режиму.....	32	
Висновки та рекомендації.....	35	
Додаток А. Розрахунок енергоефективності еталонної будівлі з фасадною системою Scanroc.....	37	
Додаток Б. Розрахунок енергоефективності будівлі на основі кладки з системою утеплення Scanroc.....	50	

ЗАТВЕРДЖУЮ



Василий Слюсаренко, директор інституту з наукових робіт,
канд. техн. наук, с.н.с.



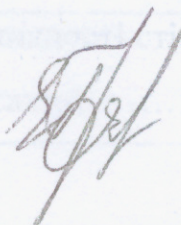
Ю.С.Слюсаренко

25 січня 2019 р.

ВІСНОВОК

за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC

Завідувач відділу будівельної фізики та енергоефективності,
канд. техн. наук



Є.Г.Фаренюк

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 2 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
	Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	3
1. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	4
1.1. Методика оцінки аеродинамічного режиму в повітряному прошарку конструкції	6
1.2. Методика визначення фільтраційно-теплового ефекту	8
1.3 Конструктивні рішення дослідної системи	10
2. РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ.....	21
2.1. Результати дослідження показників повітропроникності, водонепроникності та аеродинамічного режиму повітряного прошарку системи утеплення.....	22
2.2. Результати дослідження теплового режиму стінової конструкції	24
2.3 Оцінка вологісного режиму	32
Висновки та рекомендації.....	35
Додаток А. Розрахунок енергоефективності еталонної будівлі з фасадною системою Scanroc.....	37
Додаток Б. Розрахунок повітропроникності стіни на основі кладки з газоблоків з системою утеплення Scanroc.....	50

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 3 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Вступ

Підстава для проведення роботи - Договір № 6369 від 24.10.2018 р.

Системи фасадного утеплення будинків є одним з найбільш вдалих конструктивних принципів підвищення теплоізоляційних характеристик огорожувальних конструкцій. При використанні систем фасадного утеплення з вентильованим повітряним прошарком забезпечуються не тільки високі значення опору теплопередачі конструкції, а також нормальний вологісний режим при експлуатації конструкцій.

Відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» з 01.05.2017 р. підвищуються вимоги до теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій, що потребує перегляду конструктивних принципів проектування огорожувальних конструкцій, а також відповідно до вимог нової редакції ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією» додано перелік показників, за якими здійснюють оцінку експлуатаційної придатності комплектів ізоляції фасадних конструкцій.

Системи фасадного утеплення з вентильованим повітряним прошарком (клас Б, згідно класифікації ДБН В.2.6-33:2018) відносяться до сучасних конструктивних принципів забезпечення необхідних теплотехнічних показників стінових огорожувальних конструкцій. Конструктивно складаються з теплоізолюючого шару, повітрогідрозахисного шару, вентильованого повітряного прошарку, опоряджувального зовнішнього захисного шару, каркасу для кріплення теплоізолюючого шару та опоряджувального захисного шару до несучої частини стіни, до складу якого входять несучі та сполучні елементи, кронштейни, направляючі виробів, елементи примикання до інших будівельних конструкцій будинку.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 4 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Одна із вимог до систем фасадного утеплення є забезпечення показників теплоізоляції на протязі всього нормативного терміну їх експлуатації. В ДБН В.2.6-31:2016 встановлюється, що розрахунковий термін експлуатації теплоізоляційних матеріалів та виробів, що застосовуються в конструкціях стін з фасадною теплоізоляцією, повинен бути не менше ніж розрахунковий строк експлуатації конструкцій згідно з ДСТУ Б В.2.6-35 (50 років). Вказана вище конструктивна особливість суттєво впливає і на показники довговічності конструкцій. Зміна експлуатаційних показників обумовлюється не тільки кліматичною деструкцією теплоізоляційного шару, але і пошкодженням цього шару внаслідок повітряних потоків, що постійно циркулюють вздовж поверхні теплоізоляційного матеріалу по висоті конструкції. Волокнистий склад матеріалу обумовлює суттєву схильність до такої аеродинамічної деструкції цього конструктивного шару. Тому важливим є використання в конструкціях з вентильованим повітряним прошарком теплоізоляційних матеріалів зі строком ефективної експлуатації не менше 50 років та з відповідними ресурсними показниками.

1. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт досліджень – Конструкції системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опоряджувальним зовнішнім шаром з плит керамічних SCANROC.

Теплотехнічні особливості об'єкту досліджень – В ДБН В.2.6-33:2018 сформульовані вимоги до оцінки придатності конструкцій із фасадною теплоізоляцією. Зокрема в названому нормативному документі дано перелік фізико-механічних показників комплектів теплоізоляції (таблиця 2). В системі фасадного утеплення, що є об'єктом досліджень, ширина повітряного прошарку

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 5 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

складає від 25 до 30 мм. В той же час, зовнішній опоряджувальний шар не є щільним, крім того, горизонтальні направляючі мають перфорацію.

Метою досліджень є оцінка теплотехнічних показників системи фасадного утеплення вимогам, що існують для систем фасадного утеплення зовнішніх стін з вентильованим повітряним прошарком.

Показники, що визначаються під час досліджень:

- приведений опір теплопередачі стінових конструкцій;
- температурний стан конструкцій;
- повітропроникність зовнішнього опоряджувального шару;
- водопроникність зовнішнього опоряджувального шару;
- аеродинамічний режим повітряного прошарку;
- тепловологісний стан огорожувальних конструкцій.

Нормативні посилання: перелік нормативних та методичних документів, на які є посилання у цьому висновку, наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1- Перелік нормативних документів

Позначення нормативних та методичних документів	Назви нормативних документів
1	2
ДБН В.2.6-31:2016	Теплова ізоляція будівель
ДБН В.2.6-33:2018	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування.
ДСТУ Б В.2.6-101:2010 (ГОСТ 26254-84)	Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій
ДСТУ Б В.2.6-35:2008	Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентильованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови
ДСТУ 2837-94 (ГОСТ 3044-94)	Перетворювачі термоелектричні. Номінальні статичні характеристики перетворення
ДСТУ 3756-98 (ГОСТ 30619-98)	Перетворювачі теплового потоку термоелектричні загального призначення. Загальні технічні умови

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 6 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

1	2
ДСТУ 4035-2001	Будівлі та споруди. Методи вимірювання поверхневої густини теплових потоків та визначення коефіцієнтів теплообміну між огорожувальними конструкціями та довкіллям
ДСТУ 4179-2003	Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови
ДСТУ ГОСТ 427:2009	Линейки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 112-78	Термометры метрологические стеклянные. Технические условия
ДСТУ-Н Б ЕТАГ 17:2013	Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів ізоляції. Збірні системи для зовнішньої ізоляції

Оцінка теплової ефективності системи фасадного утеплення та їх відповідність діючим нормативним вимогам здійснювалася на підставі визначення:

- аеродинамічного режиму у повітряному прошарку;
- теплового режиму огорожувальної стінової конструкції з системою утеплення;
- зміни в часі теплових показників огорожувальної конструкції внаслідок наявності вентиляваного повітряного прошарку в системі утеплення – ресурсно-ізоляційний ефект.

1.1. Методика оцінки аеродинамічного режиму в повітряному прошарку конструкції.

Завдання експериментальних досліджень – визначення наявності достатнього руху повітря у прошарку системи утеплення

У процесі проведення досліджень визначались:

- повітропроникність зовнішнього опоряджувального шару (у лабораторних умовах);
- швидкість руху повітря у прошарку в залежності від температури оточуючого середовища (у лабораторних умовах);
- розподіл швидкості руху повітря по висоті вентиляваного прошарку (у лабораторних умовах).

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 7 Всього 53	
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
		Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Загальний перелік конструкцій, що досліджується експериментально у лабораторних умовах наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Загальний перелік конструкцій, що досліджувалися експериментально.

Найменування конструкцій	Характеристика
Фрагмент стіни з газобетонних блоків з системою фасадного утеплення зовнішніх стін з вентильованим повітряним прошарком	Конструкція розмірами 1,42х2,28 м з утеплювачем з мінераловатних плит та зовнішнім оздобленням каменем бетонним фасадним виробництва ТОВ «СКАНРОК»
Фрагмент стіни з керамічних порожнистих блоків з системою фасадного утеплення зовнішніх стін з вентильованим повітряним прошарком	Конструкція розмірами 1,77х2,03 м з утеплювачем з мінераловатних плит та зовнішнім оздобленням каменем бетонним фасадним виробництва ТОВ «СКАНРОК»
Фрагмент стіни з залізобетонної стінової панелі з системою фасадного утеплення зовнішніх стін з вентильованим повітряним прошарком	Конструкція розмірами 2,28х2,84 м з утеплювачем з мінераловатних плит та зовнішнім оздобленням каменем бетонним фасадним виробництва ТОВ «СКАНРОК»

Тип та основні характеристики випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки, за допомогою яких фіксувалися параметри оточуючого середовища під час випробувань наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Тип та основні характеристики випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки

Назва випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки	Заводський або інвентарний номер	Дата атестації або повірки		Номер свідоцтва
		останньої	наступної	
Кліматична камера для випробувань огорожувальних конструкцій опору теплопередачі згідно з ДСТУ Б В.2.6 101, допустимі значення похибки визначення опору теплопередачі $\pm 5 \%$.	Інв. №5	07.2018	07.2019	24-2/2515

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 8 Всього 53	
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
		Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Комплект датчиків теплових потоків, згідно з ДСТУ 2857 94, похибка 5%	Зав. №16646-16653	12.2017	12.2018	24-2/5573
Вимірювальний комплекс «Ресурс-88»	Зав. №06	12.2017	12.2018	24-2/5450
Установка для випробувань огороджуючих конструкцій на повіто та водопроникність	6	07.2018	07.2019	24-2/2519
Термометр скляний (-80...+60°C) ТН 8М	172	07.2018	07.2019	UA/24/18 0706/1970
Термоанемометр Testo 425	01292177/611	03.2018	03.2019	UA/22/180 327/001166
Психрометр МВ-4М з термометрами метеорологічними ТМ 6 за ГОСТ 112-78, точність $\pm 1\%$	26431	07.2018	07.2019	UA/24/18 0706/1972
Барометр-анероїд, похибка, $\pm 0,1$ кПа	101518	12.2017	12.2018	UA/39/17 1208/2075
Рулетка за ГОСТ 7502, точність ± 1 мм	13	11.2018	11.2019	UA/23/18 1113/0030 51

Оцінка результатів вимірювань

- Проводяться розрахунки необхідного аеродинамічного режиму вентилязованого повітряного прошарку в залежності від експлуатаційного тепловологісного режиму приміщень та кліматичної зони експлуатації будинку.
- За результатами вимірювань визначаються фактичні витрати повітря у прошарку.
- Оцінюється достатність фактичних витрат повітря розрахунковій кількості для забезпечення умов безпечної в тепловому відношенні експлуатації конструкції.

1.2. Методика визначення фільтраційно-теплового ефекту

Завдання випробувань – визначення впливу фільтрації повітря на теплоізоляційні показники стінової огорожувальної конструкції.

Випробування проводяться згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.6-101:2010 на фрагменті зовнішньої стіни з системою утеплення стін.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 9 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
	Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

У процесі проведення досліджень визначаються:

- температурне поле внутрішньої поверхні фрагменту системи утеплення;
- щільність теплових потоків через характерні зони стін з системою утеплення;
- температури зовнішнього повітря та зовнішньої поверхні фрагменту,
- різниця між температурою внутрішнього повітря й температурою внутрішньої поверхні стіни (температурний перепад);
- мінімальні температури внутрішньої поверхні системи;
- розподіл температур по перерізу стіни в характерних точках;
- розподіл температур по товщині системи утеплення;
- швидкість повітря у вентилярованому прошарку;
- зміна теплових показників системи утеплення і конструкції в цілому в залежності від характеру руху повітря у вентилярованому прошарку.

Умови проведення випробувань:

$$t_b = + (19 \pm 1)^\circ\text{C}; t_3 = - (22 \pm 1)^\circ\text{C}; \varphi = 50 \pm 5 \%, P = 99,7-101,2 \text{ кПа.}$$

де t_b – температура внутрішнього повітря в кліматичній камері, t_3 – температура зовнішнього повітря в кліматичній камері, φ – вологість повітря в кліматичній камері, P – атмосферний тиск.

Перелік об'єктів, що досліджувалися експериментально у кліматичній камері, наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Перелік об'єктів, що досліджувалися експериментально у кліматичній камері

№ п/п	Найменування об'єктів	Характеристика
1	Фрагмент стіни з газобетонних блоків з системою фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням «СКАНРОК»	Конструкція розмірами 1,42x2,28 м з утепленням мінеральною ватою (густиною 80 кг/м ³) товщиною 100 мм
2	Фрагмент цегляної стіни з системою фасадного утеплення	Конструкція розмірами 1,77x2,03 м з утепленням

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 10 Всього 53		
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
		Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

	з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням «СКАНРОК»	мінеральною ватою (густиною 45 кг/м ³) товщиною 50 мм та зовнішнім утепленням мінеральною ватою (густиною 80 кг/м ³) товщиною 100 мм
3	Фрагмент залізобетонної стіни з системою фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням «СКАНРОК»	Конструкція розмірами 2,28x2,84 м з утепленням мінеральною ватою (густиною 80 кг/м ³) товщиною 100 мм

1.3 Конструктивні рішення дослідних об'єктів

На зовнішній поверхні трьох видів стін були змонтовані елементи кріплення системи фасадного утеплення SCANROC з вентильованим повітряним прошарком (схематичне зображення перерізу стіни з системою фасадного утеплення зображено на рисунку 1.1). В якості горизонтальних направляючих використовувалися профілі з перфорацією – ригель Р-1 (рисунок 1.2) та вертикальні профілі – стійка С-1 (рисунок 1.3). Горизонтальні профілі кріпляться за допомогою кронштейнів – К-1 з термопрокладкою – Т-1.1 (рисунок 1.4). Теплоізоляція системи утеплення одно- та двошарова. Одношарове утеплення не мало повітрязахисного елементу. В двошаровому утепленні зовнішній шар виконує як функції теплоізоляції, так і функції повітрязахисту системи утеплення. Шари теплоізоляції, що кріпляться безпосередньо на зовнішню поверхню стіни виконано з мінеральної вати густиною 80 кг/м³ (та густиною 45 кг/м³ в випадку двошарового утеплення, як перший шар). Повітряний прошарок між утеплювачем та опоряджувальним шаром товщиною – 25-30 мм. Конструктивно-технологічна схема кріплення кронштейнів, ригелів та стійок зображено на рисунку 1.5.

Конструкції стінок з системою фасадного утеплення SCANROC з вентильованим повітряним прошарком, трьох типів:

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 11 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

№344/4: основа – кладка з газобетонних блоків (густиною 500 кг/м³) товщиною 300 мм, утеплення мінеральною ватою (густиною 80 кг/м³) товщиною 100 мм з повітряним прошарком та зовнішнім оздобленням каменем бетонним фасадним 598x106 мм, виробництва ТОВ «СКАНРОК».

Габаритні розміри зразка – 1420x2280 мм, (світлопрозора конструкція розмірами – 1080x870 мм).

№344/5: основа – кладка з керамічних порожнистих блоків товщиною 250 мм, утеплення мінеральною ватою (густиною 45 кг/м³) товщиною 50 мм, утеплення мінеральною ватою (густиною 80 кг/м³) товщиною 100 мм з повітряним прошарком та зовнішнім оздобленням каменем бетонним фасадним 598x106 мм, виробництва ТОВ «СКАНРОК».

Габаритні розміри зразка – 1770x2030 мм.

№344/6: основа – зовнішня залізобетонна стінова панель товщиною 300 мм (внутрішній простір панелі заповнений утеплювачем з пінополістирольних плит загальною товщиною 120 мм), утеплення мінеральною ватою (густиною 80 кг/м³) товщиною 100 мм з повітряним прошарком та зовнішнім оздобленням каменем бетонним фасадним 598x106 мм виробництва ТОВ «СКАНРОК».

Габаритні розміри зразка – 2280x2840 мм.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 12 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
	Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

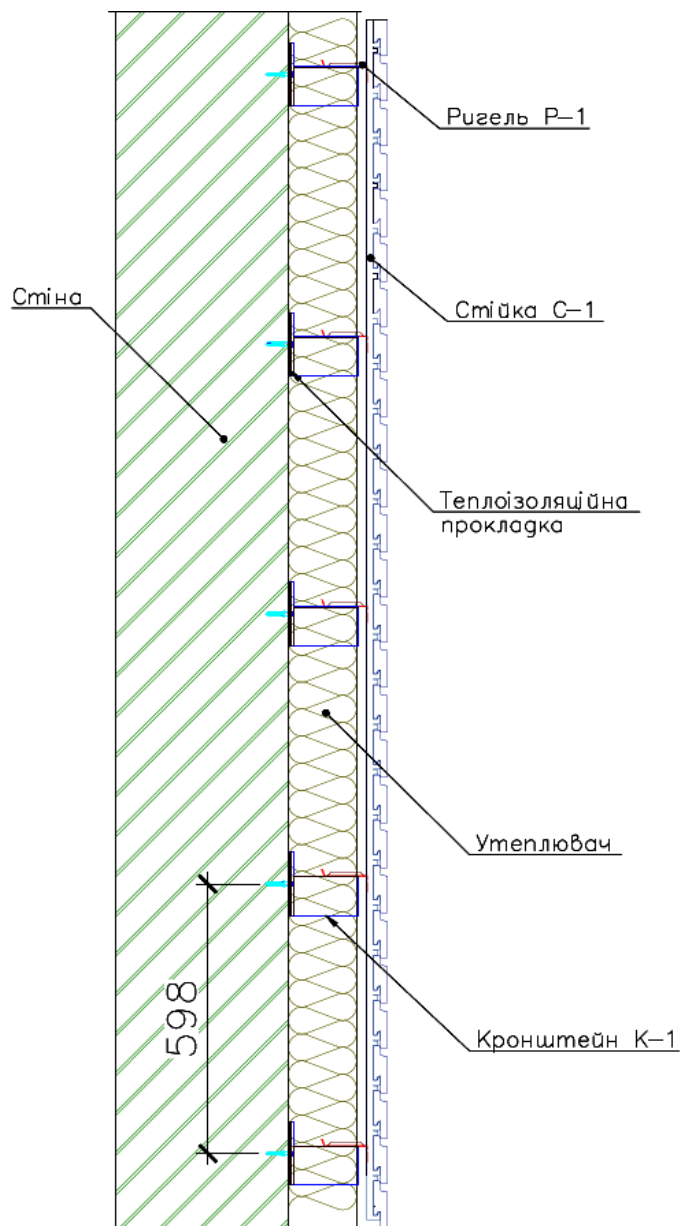


Рисунок 1.1 – Схематичне зображення перерізу стіни з системою фасадного утеплення

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 13 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019



Рисунок 1.2 – Горизонтальний профіль з перфорацією – ригель Р-1



Рисунок 1.3 – Вертикальні профілі – стійка С-1

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 14 Всього 53	
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019



Рисунок 1.4 – Кронштейн – К-1 з термопрокладкою, для кріплення горизонтальних профілів

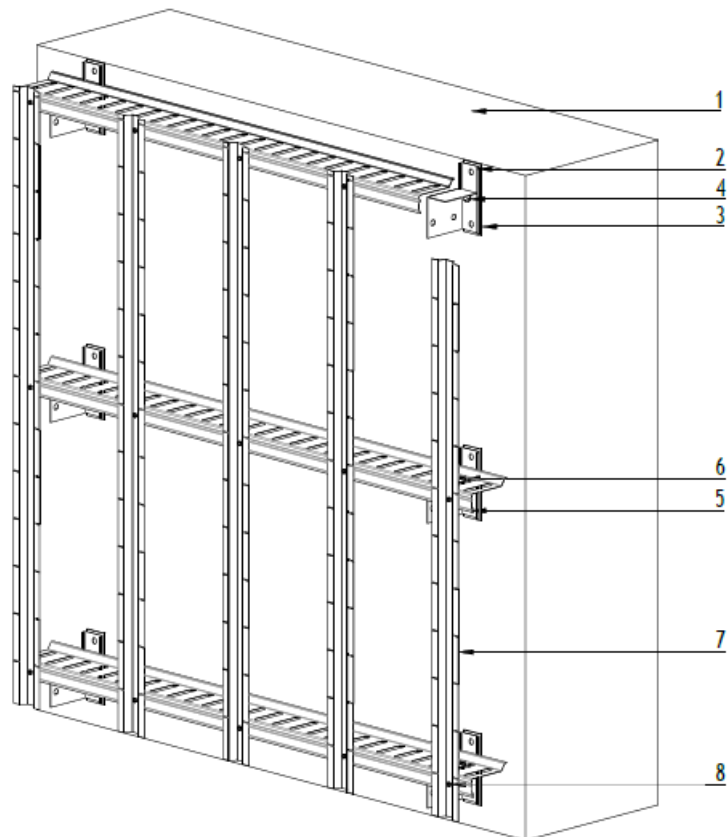


Рисунок 1.5 – Конструктивно-технологічна схема кріплення кронштейнів, ригелів та стійок, де 1-стіна, 2-кронштейн К-1, 3-термоізоляційна прокладка Т-1.1, 4-дюбель, 5-ригель Р-1, 6-саморіз 6,3х19, 7-стійка С-1, 8- саморіз 4,8х13.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 15 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019



Рисунок 1.6 – Загальний вид дослідної конструкції, на основі кладки з газобетонних блоків, під час випробувань з внутрішньої та зовнішньої сторін

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 16 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
	Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

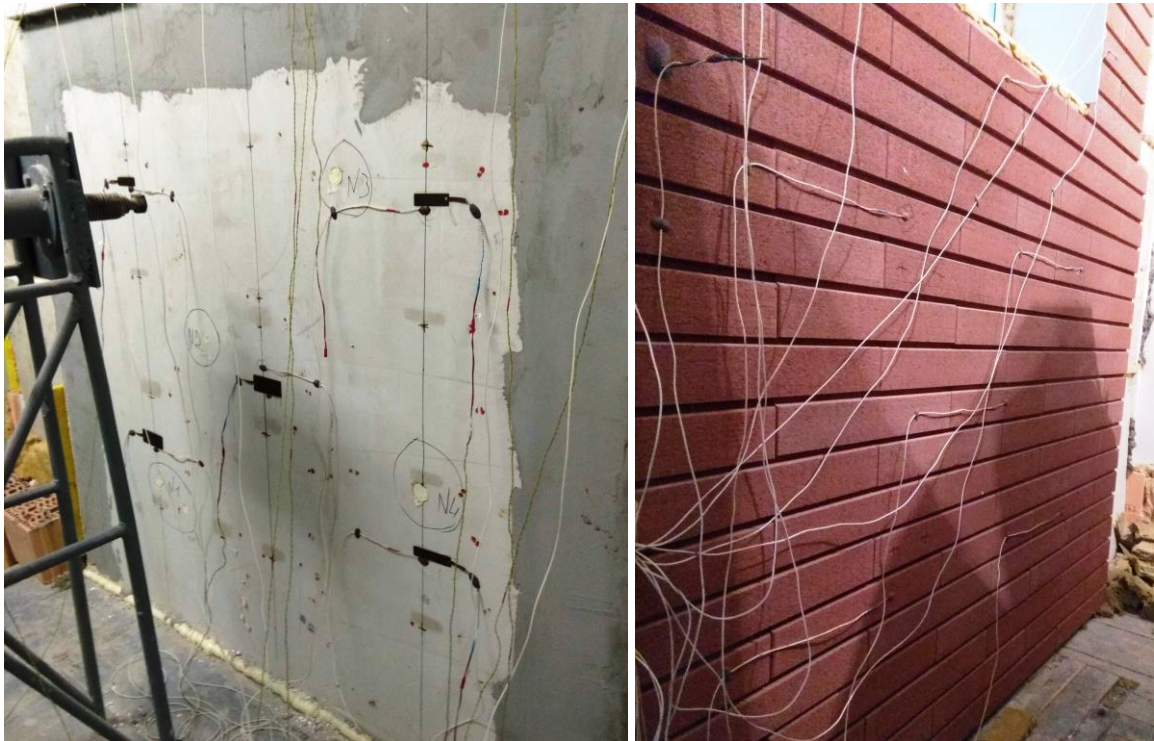


Рисунок 1.7 – Загальний вид дослідної конструкції, на основі кладки з керамічних порожнистих блоків, під час випробувань з внутрішньої та зовнішньої сторін

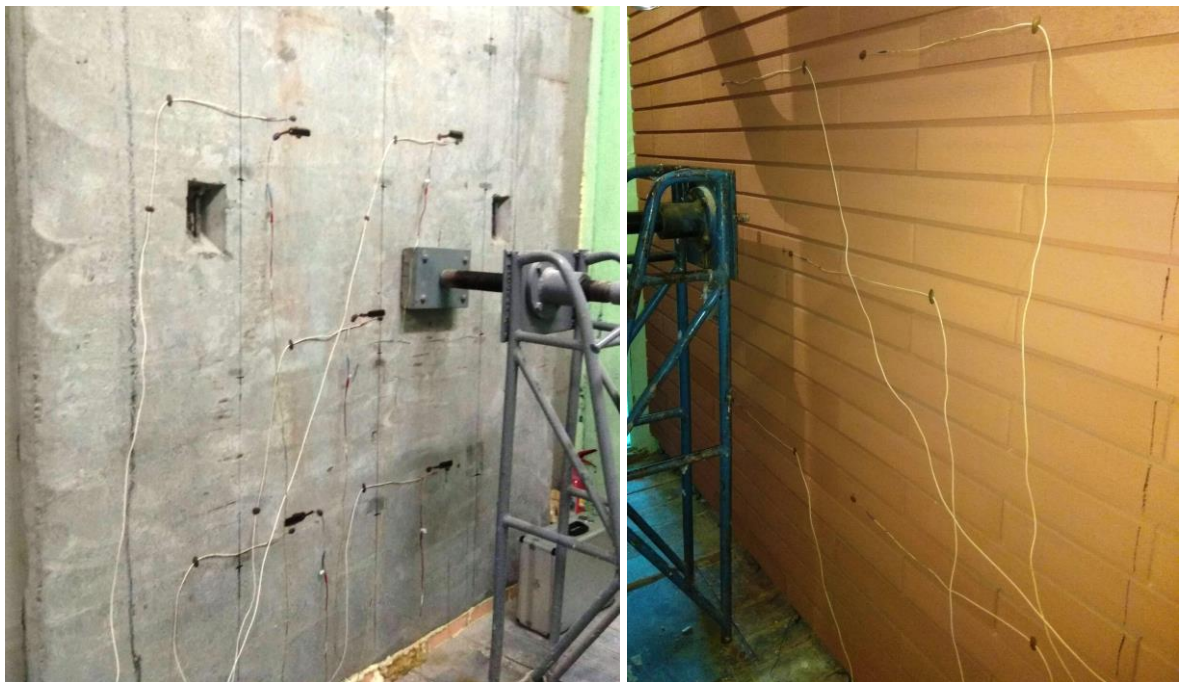


Рисунок 1.8 – Загальний вид дослідної конструкції, на основі зовнішньої залізобетонної стінової панелі, під час випробувань з внутрішньої та зовнішньої сторін

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 17 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Тип та основні характеристики випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки, за допомогою яких фіксувалися параметри оточуючого середовища під час випробувань наведені в таблиця 1.3.

На дослідних фрагментах стін з системами утеплення були встановлені термодатчики в характерних перерізах та зонах конструкції (рисунки 1.9-1.10).



Рисунок 1.9 – Встановлення термодатчиків на зовнішніх поверхнях стінок

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 18 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019



Рисунок 1.10 – Встановлення термодатчиків на поверхнях утеплювача з мінеральної вати

Основним призначенням повітряного прошарку є виділення вологості з товщі теплоізолюючого шару, що обумовлює обов’язковість руху повітря у прошарку. Швидкість руху повітря у повітряному прошарку обумовлюється конструктивним рішенням вхідних та вихідних отворів, товщиною прошарку, висотою будівлі, характером обтікання будівлі вітровими потоками та відповідно швидкістю цих потоків. В умовах лабораторної камери по висоті дослідного фрагменту задавався перепад тиску, який в натурних умовах визначається гравітаційним фактором. При відповідних перепадах тиску встановлюється вплив потоків руху повітря в прошарку на теплові характеристики конструкції в цілому.

Для оцінки можливих значень швидкості руху у повітряних прошарках використовувалися наступні розрахункові формули:

$$v_{np} = \sqrt{\frac{k(k_n - k_3) V_n^2 + 0,08 h (t_{cnp} - t_3)}{\sum \xi}}$$

$$v_{np} = \sqrt{\frac{0,08 h (t_{cnp} - t_3)}{\sum \xi}} \quad (1.1)$$

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 19 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01
		Дата 25.01.2019	

та

$$v_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{2g h (\gamma_z - \gamma_{\text{пр}})}{\gamma_{\text{пр}} \Sigma \xi}} \quad (1.2)$$

де h – різниця висот від входу до повітряного прошарку та виходу з нього;

$t_{\text{спр}}$, t_z – середня температура повітря у прошарку та температура зовнішнього повітря;

$\Sigma \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів;

g – прискорення вільного падіння;

γ_z , $\gamma_{\text{пр}}$ – густина зовнішнього повітря та у прошарку відповідно.

За даними розрахунків за формулами (1.1) - (1.2) швидкість руху повітря у повітряних прошарках систем фасадного утеплення зовнішніх стін будинків може складати від 0,3 м/с до 1,6 м/с, що збігається з наведеними у літературі результатами досліджень цих конструкцій. Таким чином, не проводячи детального аналізу адекватності розрахункових методів визначення швидкості руху повітря у прошарку, приймається, що швидкість руху може досягати значень від 0,3 м/с до 1,5 м/с і здійснюється встановлення впливу руху повітря у повітряному прошарку системи на їх теплоізоляційні і експлуатаційні властивості.

Для забезпечення в експерименті імітації умов експлуатації багатоповерхових будинків в дослідному фрагменті у верхній його частині було встановлено витяжний короб (рисунк 1.11), де здійснювалося за допомогою відцентрового вентилятора примусовий рух повітря знизу по висоті прошарку. Таким чином, при проведенні випробувань у кліматичній камері здійснювалося імітація вітрового потоку зовнішнього повітря та гравітаційного багатоповерхового будинку. Контроль швидкості руху повітря здійснювався на вході у повітряний прошарок конструкції, по її центру та на виході із повітряного прошарку. Для встановлення

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 20 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

кількісної характеристики фільтраційно-теплогового ефекту під час роботи кліматичної камери задавався різний режим руху повітря у прошарку конструкції і фіксувалась зміна теплових характеристик системи утеплення в залежності від аеродинамічного режиму в повітряному прошарку.

Оцінка впливу аеродинамічного режиму в конструкції з системою утеплення з вентильованим повітряним прошарком здійснювалася на підставі аналізу зміни функцій $R_{\Sigma пр}(V)$ та $\tau_x(V)$, де $R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, τ_x – температура в характерних перерізах конструкції.



Рисунок 1.11 – Пристрій для створення потоків повітря в прошарку системи утеплення підвищеної швидкості

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 21 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

2. РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Діючі в Україні нормативні вимоги з опору теплопередачі для зовнішніх огорожувальних стінових конструкцій житлових, громадських та промислових будівель наведені в таблицях 2.1-2.2

Нормативні значення з температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні при розрахунковому значенні температури зовнішнього повітря наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.1 – Мінімально допустиме значення, $R_{q \min}$, опору теплопередачі огорожувальної конструкцій житлових та громадських будівель згідно з ДБН В.2.6-31:2016

Вид огорожувальної конструкції	Мінімальне значення опору теплопередачі, $m^2 \cdot K/Wt$, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні стіни	3,3	2,8

Таблиця 2.2 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішніх стін промислових будівель

Вид огорожувальної конструкції та тепловологісний режим експлуатації будівель	Значення $R_{q \min}$, для температурної зони, $m^2 \cdot K/Wt$	
	I	II
Зовнішні непрозорі стіни будівель: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$ - з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$ - з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	1,7	1,5
	2,2	2,0
	1,8	1,6
	2,4	2,2
	0,55	0,45

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 22 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Таблиця 2.3 – Допустимий за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\Delta T_{ст}, ^\circ\text{C}$

Призначення будинку	Вид огорожувальної конструкції		
	Стіни (зовнішні, внутрішні)	Покриття та перекриття горищ	Перекрыття над проїздами та підвалами
Житлові будинки, дитячі дошкільні заклади, навчальні заклади та заклади охорони здоров'я	4,0	3,0	2,0
Нежитлові будівлі, крім зазначених вище, адміністративні та побутові, за винятком приміщень з вологим або мокрим режимом експлуатації	5,0	4,0	2,5
Виробничі будинки з сухим та нормальним режимом експлуатації	7,0	5,0	
Виробничі будинки з вологим та мокрим режимом експлуатації	$t_v - t_p$	$0,8(t_v - t_p)$	
Виробничі будинки з надлишками тепла (більше 23 Вт/м ³)	12	12	

2.1. Результати дослідження показників повітропроникності, водонепроникності та аеродинамічного режиму повітряного прошарку системи утеплення

Лабораторні випробування.

Проведені лабораторні випробування фактичного значення повітропроникності зовнішнього опоряджувального шару «СКАНРОК», який складається з бетонних каменів. Результати випробувань фактичного значення повітропроникності наведені в таблиці 2.4. Залежність масової повітропроникності від перепаду тиску наведено на рисунку 2.1.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 23 Всього 53	
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
		Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Таблиця 2.4 – Результати випробувань фактичного значення повітропроникності зовнішнього опоряджувального шару «СКАНРОК»

Показник	Одиниця виміру	Експериментальна кількісна характеристика
Повітропроникність	кг/м ² ·год	113,8

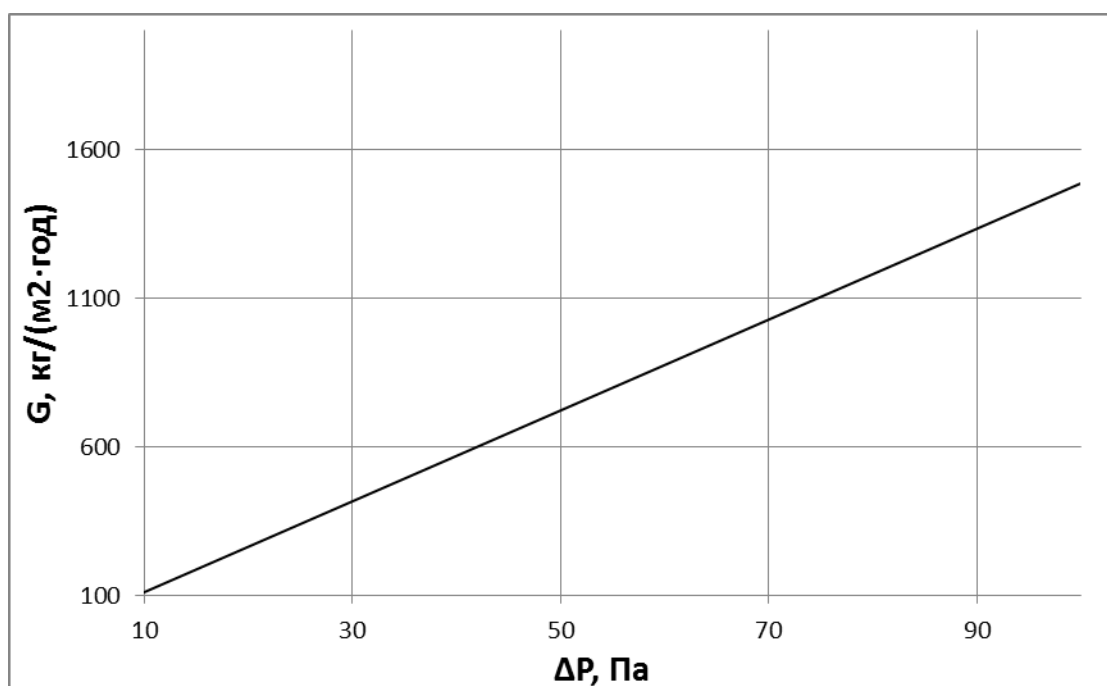


Рисунок 2.1 – Залежність масової повітропроникності від перепаду тиску

У додатку А представлено приклад розрахункової оцінки повітропроникності для трьох видів стінок з системами фасадного утеплення SCANROC з вентиляльованим повітряним прошарком.

Результати дослідження показників водонепроникності

Проведені лабораторні випробування фактичної водонепроникності зовнішнього опоряджувального шару «СКАНРОК», який складається з бетонних каменів, згідно з ДСТУ ЕТАГ 17:2005, IDT. Дослідний фрагмент зображено на рисунку 2.2.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 24 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

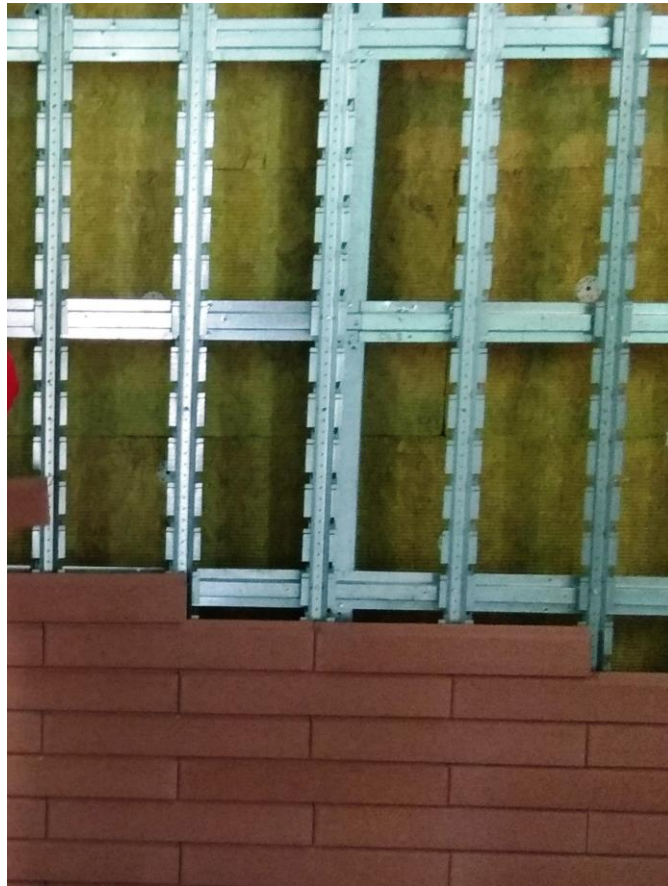


Рисунок 2.2 – Монтування дослідного фрагменту перед випробуваннями Проникнення та розповсюдження води в комплекті фасадної ізоляції було оцінено візуально:

1. – опади не досягали внутрішньої поверхні стіни;
2. – матеріали, що піддавалися впливу води – не замокали.

2.2. Результати дослідження теплового режиму стінової конструкції

У процесі досліджень конструкцій в кліматичній камері, опис яких приведено вище, було експериментально визначено зміни температур по товщі дослідних фрагментів.

Зміни температур по товщі дослідних фрагментів приведено на рисунку 2.2.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 25 Всього 53		
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
		Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

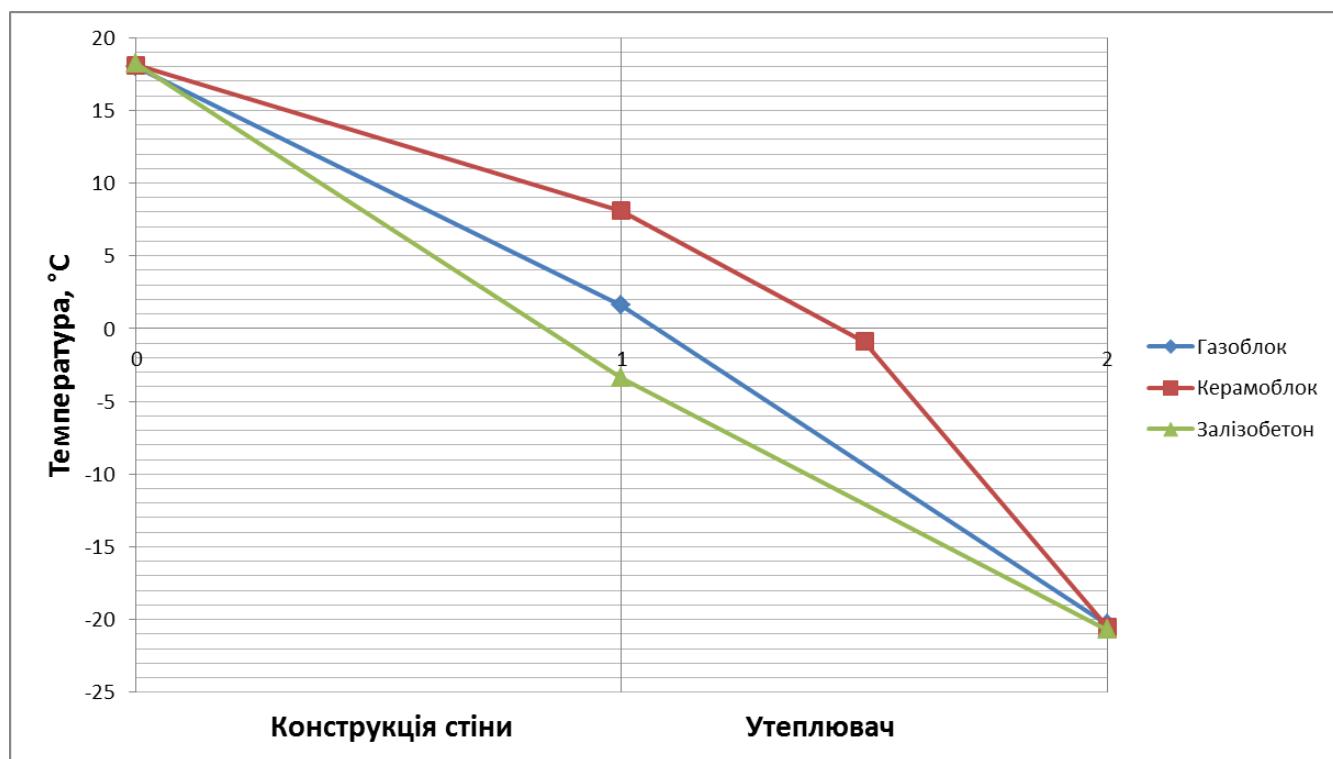


Рисунок 2.2 – Розподіл температур по товщині стінової конструкції

Мінімальна температура внутрішньої поверхні в зонах кріплення кронштейнів, які являються теплопровідними включеннями, становить 17,9 °С.

Результати випробувань з опору теплопередачі та температурного перепаду

Результати випробувань з опору теплопередачі та температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні при розрахунковому значенні температури зовнішнього повітря наведені в таблиці 2.5.

Опір теплопередачі конструкцій системи утеплення з мінеральної вати відповідає діючим нормативним вимогам.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 26 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
	Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Таблиця 2.5 - Результати випробувань опору теплопередачі та температурного режиму стіни з системою фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням «СКАНРОК»

№ зразка	Показник	Одиниці виміру	Кількісна характеристика	
			Експериментальна	Нормативна
Кладка з газобетонних блоків + МВ (80 кг/м ³), 100 мм та вікном	Температурний перепад	°С	1,0	Див. табл. 2.3
	Приведений опір теплопередачі	м ² · К/Вт	3,96	Див. табл. 2.1, 2.2
Кладка з керамічних порожнистих блоків + МВ (45 кг/м ³), 50 мм + МВ (80 кг/м ³), 100 мм	Температурний перепад	°С	0,9	Див. табл. 2.3
	Приведений опір теплопередачі	м ² · К/Вт	4,25	Див. табл. 2.1, 2.2
Залізобетонна стінова панель)+ МВ (80 кг/м ³), 100 мм	Температурний перепад	°С	0,8	Див. табл. 2.3
	Приведений опір теплопередачі	м ² · К/Вт	4,63	Див. табл. 2.1, 2.2

Оцінка приведенного опору теплопередачі конструкцій

При проведенні досліджень в якості конструкцій розгляділись стіни з системою утеплення. Для характеристики термічної однорідності в будівельній теплотехніці використовується поняття термічної однорідності конструкції, при використанні якого приведений опір теплопередачі визначається за формулою

$$R_{\Sigma \text{пр}} = r R_{\Sigma}, \quad (2.1)$$

де R_{Σ} – опір теплопередачі основного поля конструкції,

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 27 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

r – коефіцієнт термічної однорідності, в залежності від теплофізичних характеристик теплопровідних включень, для конструкцій, що розглядаються – елементів каркасу системи утеплення, може змінюватися від 0,1 до 0,99.

Для системи утеплення «СКАНРОК», коефіцієнт термічної однорідності склав:

- для кладки з газобетонних блоків з одношаровим утепленням мінеральною ватою (густиною 80 кг/м³) $r_1=0,87$;

- для кладки з керамічних блоків з двошаровим утепленням мінеральною ватою (густиною 45 кг/м³ – як перший шар утеплення та густиною 80 кг/м³ – як зовнішній шар утеплення) $r_2=0,83$;

- для залізобетонної стінової панелі з одношаровим утепленням мінеральною ватою (густиною 80 кг/м³) $r_3=0,8$.

Розрахунок приведенного опору теплопередачі за температурними полями

Для розрахунку приведенного опору теплопередачі за температурними полями була обрана конструкція стіни на основі кладки з керамічних порожнистих блоків товщиною 250 мм, утепленням мінеральною ватою (густиною 45 кг/м³) товщиною 50 мм, утеплення мінеральною ватою (густиною 80 кг/м³) товщиною 100 мм з повітряним прошарком та зовнішнім оздобленням каменем бетонним фасадним 598x106 мм, виробництва ТОВ «СКАНРОК».

У таблиці 2.6 надано теплотехнічні показники елементів конструкції зовнішньої стіни.

На рисунку 2.3 наведено температурне поле за результатами чисельного моделювання.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 28 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Таблиця 2.6 - Теплотехнічні показники елементів конструкції зовнішньої стіни

№ шару	Матеріал	Товщина δ , м	Теплопровідність в умовах експлуатації Б, Вт/м·К
1	Керамічний блок	0,25	0,196
2	Мінеральна вата густиною 45 кг/м ³	0,05	0,043
3	Мінеральна вата густиною 80 кг/м ³	0,1	0,04
4	Термопрокладка	0,003	0,035
5	Пластик	-	0,17
6	Сталь	-	17,0

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 29 Всього 53	
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01
		Дата 25.01.2019	

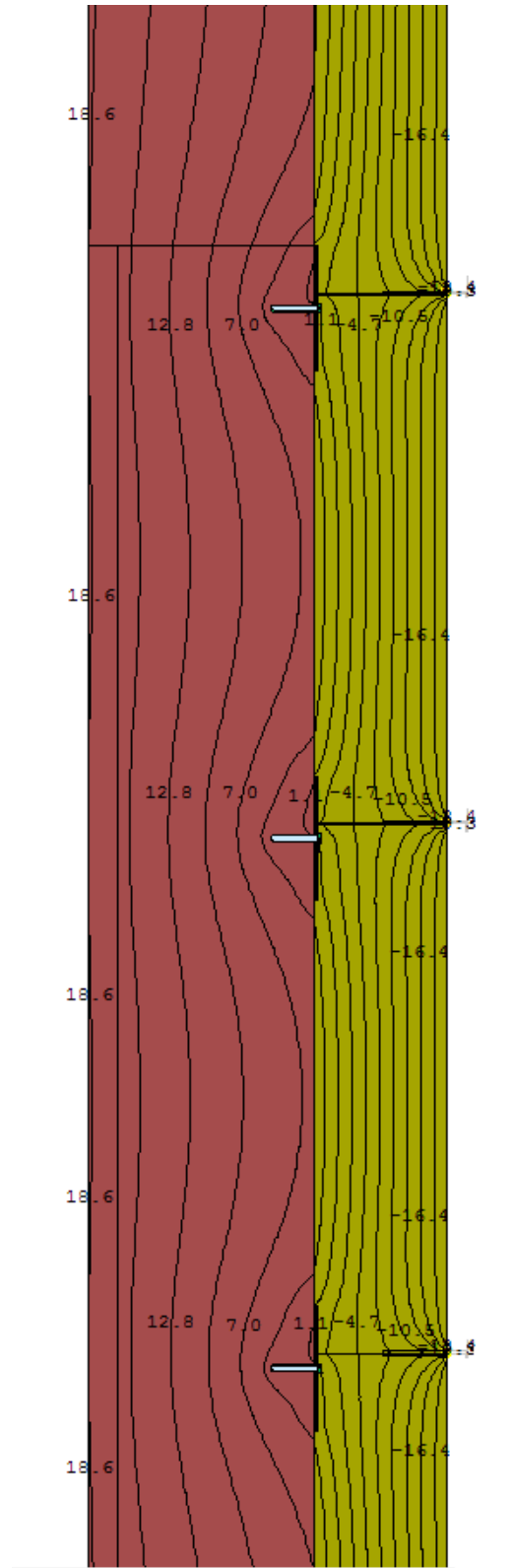


Рисунок 2.3 – Температурне поле за результатами чисельного моделювання

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 30 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
	Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Приведений опір теплопередачі визначений на основі чисельного 2D моделювання в програмному середовищі Therm наведено на рисунку 2.4.

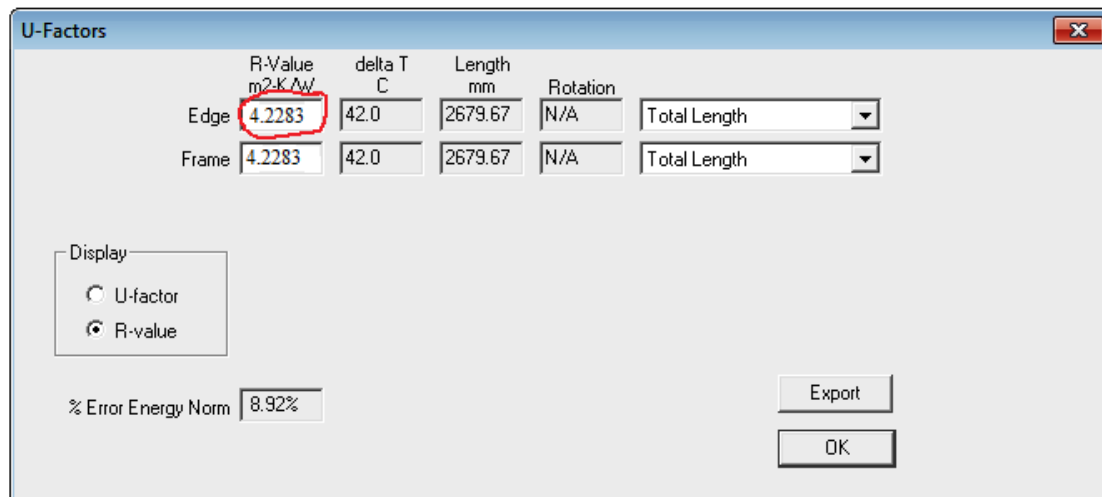


Рисунок 2.4 – Приведений опір теплопередачі досліджуваної конструкції

Дані з визначення приведенного опору теплопередачі визначені експериментально та розраховані за допомогою 2D моделювання збігаються з точністю 99,5 %.

Визначення точкового коефіцієнту теплопередачі несучого кронштейна фасадної системи з вентильованим повітряним прошарком

Щоб визначити точковий коефіцієнт теплопередачі несучого кронштейна розраховуємо опір теплопередачі зовнішньої стіни по основному полю за формулою (2) ДСТУ Б В.2.6-189 (конструктив стіни на основі кладки з керамічних блоків наведено вище):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i,p}} + \frac{1}{\alpha_s}$$

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 31 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

де α_v , α_z – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), приймаються згідно з Додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189 і дорівнюють: $\alpha_v = 8,7$ Вт/(м²·К); $\alpha_z = 12$ Вт/(м²·К);

δ_i – товщина i -го шару зовнішніх стін, м.

Відповідно:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,196} + \frac{0,05}{0,043} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{1}{12} = 5,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

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

- несучі кронштейни для кріплення елементів підсистеми вентилязованого фасаду.

Площа стіни для визначення приведенного опору теплопередачі складає $F_{\Sigma} = 3,6$ м².

Таблиця 2.7 – Теплопровідні включення та їх кількісне вираження

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L , м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт тепло передачі, k , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К,
Несучі кронштейни	—	9	—	0,015

Приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни з утепленням згідно з ДСТУ Б В.2.6-189 становить:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} = \frac{3,6}{\frac{3,6}{5,14} + 0,015 \cdot 9} = 4,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Дані з визначення приведенного опору теплопередачі визначені експериментально та розраховані за ДСТУ Б В.2.6-189 збігаються з точністю 98,8 %. Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , був прийнятий коректно.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 32 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

2.3 Оцінка вологісного режиму

Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій здійснюється згідно з ДБН В.2.6-31 для зовнішньої стіни для кліматичних параметрів найбільш холодного місяця згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27. Результати розрахунків приведені нижче.

Теплофізичні дані для розрахунку кожного шару конструкції наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахункові характеристики матеріалів у складі огорожувальної конструкції

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , кг/м ³	Тепло-провідність λ , Вт/(м·К)	Коефіцієнт паропро-никності μ , мг/(м·год·Па)	Опір паро-проникненню R_e , (м ² ·год·Па)/мг
Кладка з керамічних блоків	0,25	1200	0,196	0,17	1,47
Мінеральна вата густиною 45 кг/м ³	0,05	45	0,043	0,53	0,094
Мінеральна вата густиною 80 кг/м ³	0,1	80	0,04	0,5	0,2

Порядок розрахунку

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 визначаються середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря для м. Київ

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °C	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5
Відносна вологість, %	83	79	74	66	62	68	69	68	74	77	84	85

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 34 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Лінії E та e не перетинаються, що свідчить про відсутність конденсації вологи в товщі зовнішньої стіни (рисунк 2.5).

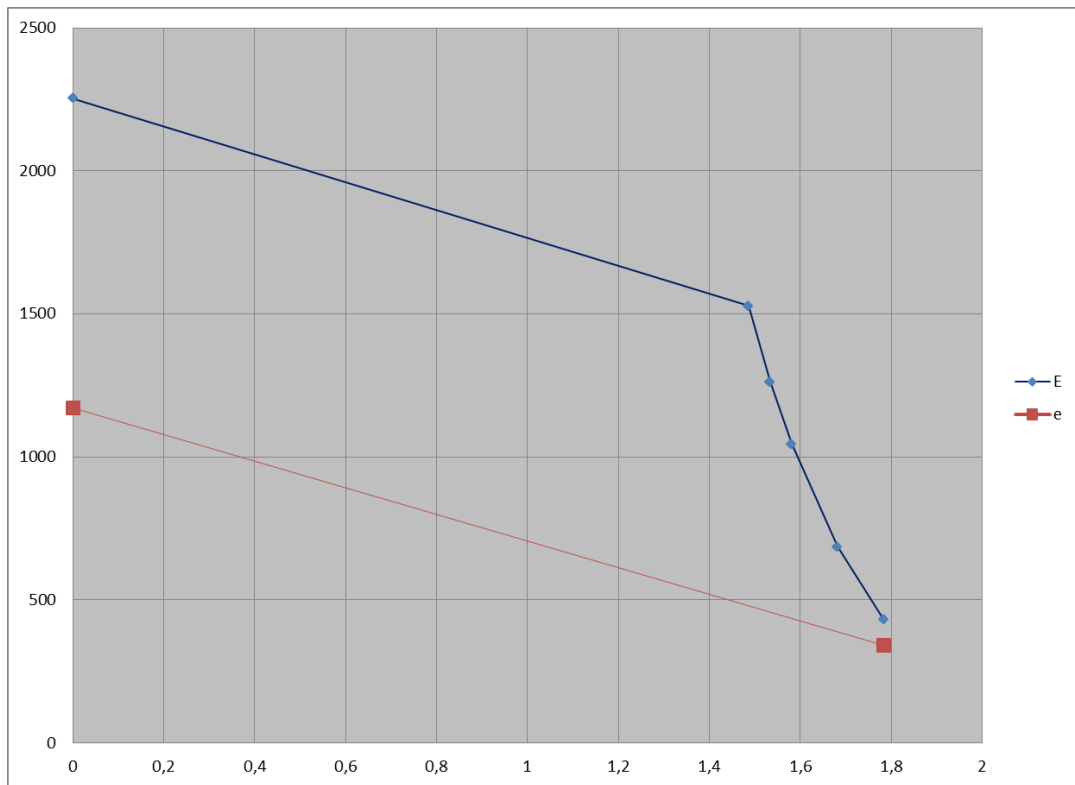


Рисунок 2.5 – Розподіл парціальних тисків в товщі огорожувальної конструкції за січень

Результати розрахунків показують, що для конструкції зовнішньої стіни конденсація вологи в товщі конструкції не відбувається. Нормативні вимоги п.6.12 ДБН В.2.6-31 виконуються.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 35 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведені експериментальні дослідження теплотехнічних показників стінових огорожувальних конструкцій з системою фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC. Дослідження проводились при імітації розрахункових теплових параметрах оточуючого середовища в кліматичних камерах. В результаті досліджень встановлюється відповідність теплотехнічних показників системи утеплення SCANROC діючим нормативним вимогам за ДБН В.2.6-31:2016.
- 2 В результаті проведення випробувань встановлено, що системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC при застосуванні одношарового (100 мм, густиною $\gamma = 80 \text{ кг/м}^3$) та двошарового (густиною $\gamma=45 \text{ кг/м}^3$ товщиною 50 мм та зовнішнього шару утеплювача товщиною 100 мм, густиною $\gamma = 80 \text{ кг/м}^3$) утеплення із застосуванням базальтових плит відповідають вимогам за п.п. 4.19, 6.3, 6.10, 6.12 ДБН В.2.6-31:2016.
3. При співставленні результатів характеристик визначених експериментальним шляхом та в результаті моделювання температурних полів та розрахунків за методикою ДСТУ Б В.2.6-189 було досягнуто майже повну збіжність результатів, що свідчить про коректність проведених випробувань та застосованої методики розрахунків та моделювання. Використання точкового коефіцієнта теплопередачі $\phi=0,015$, при товщині теплоізоляції 150 мм, що наведений в додатку Д, таблиця Д.1 ДСТУ Б В.2.6-189:2013 є обґрунтованим.
4. Згідно наведеної в п.1.4 методики оцінки класу енергоефективності систем фасадного утеплення, розрахунок класу енергоефективності системи з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC наведений в додатку А та відповідає вимогам п.4.4 ДБН В.2.6-31:2016.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 36 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

5. Конструкція системи фасадного утеплення SCANROC рекомендується для застосування в усіх температурних зонах України згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2016 та ДБН В 2.6-33:2018.

В.о.завідувача науково-технічного
центру з питань енергоефективності
в будівництві, кан.техн.наук, доцент

Тимофєєв М.В.

Старший науковий співробітник
Канд.техн.наук.

Павлюк П.О.

Інженер 1 категорії

Мотрич С.С.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 37 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

ДОДАТОК А.

Розрахунок енергоефективності еталонної будівлі з фасадною системою SCANROC

Для розрахунку енергопаспорту була обрана житлова 25-ти поверхова будівля в м. Києві

Для розрахунку енергопаспорту була обрана житлова 25-ти поверхова будівля в м. Києві.

Загальна опалювальна площа будівлі складає 29110,0 м².

Орієнтація будівель – за всіма сторонами світу.

Конструктивна схема будівель – каркасно-зв'язуюча з монолітного залізобетону, що представляє собою систему колон і діафрагм жорсткості, об'єднаних дисками залізобетонних перекриттів.

Зовнішні непрозорі стіни виконані з газобетонних блоків (густиною 500 кг/м³) товщиною 300 мм, утеплення мінеральною ватою (густиною 80 кг/м³) товщиною 100 мм з повітряним прошарком та зовнішнім оздобленням каменем бетонним фасадним 598x106 мм, виробництва ТОВ «СКАНРОК».

Світлопрозорі конструкції та двері енергоефективні.

Опір теплопередачі світлопрозорих конструкції приймається не менше рівня мінімально допустимих значень згідно з ДБН В.2.6-31, приймається $R_q = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Опір теплопередачі входних дверей з ПВХ профілю приймається на рівні мінімально допустимих значень ($R_{q \min} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$), згідно з ДБН В.2.6-31.

Конструкція непрозорого покриття приймається на рівні мінімально допустимих значень ($R_{q \min} = 6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$), згідно з ДБН В.2.6-31.

Розрахунок виконаний за ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 з урахуванням положень ДСТУ Б А.2.2-8:2010, ДБН В.2.5-67:2103 та ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 38 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Розрахунок виконаний за ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 з урахуванням положень ДСТУ Б А.2.2-8:2010, ДБН В.2.5-67:2103 та ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.

Таблиця Б.1 - Площі зовнішніх огорожень будинку

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Загальна площа, м ²
1	Зовнішні стіни орієнтовані на:	7689,3
	- Північ	1404,0
	- Північний-Схід	416,0
	- Схід	2400,0
	- Південний-Схід	92,6
	- Південь	66,4
	- Південний-Захід	283,5
	- Захід	2610,8
2	Технічне підпілля та підлога по ґрунту	1695,0
3	Суміщене покриття	2550,0
4	Світлопрозорі конструкції орієнтовані на:	6007,12
	- Північ	566,52
	- Північний-Схід	137,6
	- Схід	1475,0
	- Південний-Схід	819,4
	- Південь	351,6
	- Південний-Захід	683,8
	- Захід	1850,0
5	Вхідні двері	122,6
	- Північ	110,0
	- Північний-Схід	0
	- Схід	6,3
	- Південний-Схід	0
	- Південь	0
	- Південний-Захід	0
	- Захід	6,3
	- Північний-Захід	0

Розрахунок проводиться однозонний.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 39 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Кондиціонована площа будівлі становить $A_f = 29110,0 \text{ м}^2$.

Характеристики теплопередачі трансмісії

Приведені опори теплопередачі та узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією зовнішніх огорожувальних конструкцій приведені в таблиці Б.2, як для режиму опалення так і для режиму охолодження.

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

Узагальнений коефіцієнт теплопередачі до ґрунту визначався згідно з ДСТУ Б А.2.2-12.

Таблиця Б.2 - Характеристики теплопередачі трансмісії

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	$A_i, \text{ м}^2$	$R_{\Sigma}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	$U, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$	$b_{tr,x}, \text{ н}$	$b_{tr,x}, \text{ с}$	$H_{x,H}, \text{ Вт/К}$	$H_{x,C}, \text{ Вт/К}$
1	Зовнішні стіни	7689,3	3,96	0,25	1	1	1941,7	1941,7
2	Суміщене покриття	2550	6,0	0,17	1	1	425,0	425,0
3	Технічне підпілля	1695	3,75	0,27	1	1	452,0	452,0
4	Світлопрозорі конструкції	6007,12	0,75	1,33	1	1	8009,5	8009,5
5	Вхідні двері	122,6	0,6	1,67	1	1	204,3	204,3

$$H_{tr,adj,H} = H_{tr,adj,C} = H_D + H_g + H_U + H_A = 1941,7 + 425,0 + 452,0 + 8009,5 + 204,3 + 0 + 0 = 11032,6 \text{ Вт/К.}$$

Сумарна теплопередача трансмісією для кожного місяця приведена в таблиці Б.5 для режиму опалення та в таблиці Б.6 для режиму охолодження.

Характеристики теплопередачі вентиляції

Для розрахунку прийнято, що система вентиляції відповідає вимогам ДБН В.2.5-67, величина витрати повітря становить $67320,0 \text{ м}^3/\text{год}$.

Центрального попереднього підігріву та охолодження вентиляційного повітря не передбачено.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 40 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Значення загального коефіцієнту теплопередачі вентиляцією становлять для опалювального періоду та охолодження становить:

$$H_{ve,adj,H} = 22619,52 \text{ Вт/К.}$$

$$H_{ve,adj,C} = 22619,52 \text{ Вт/К.}$$

Сумарна теплопередача вентиляцією приведена в таблиці Б.5 для режиму опалення та в таблиці Б.6 для режиму охолодження.

Характеристики внутрішніх теплонадходжень

Загальна сумарна величина усередненого теплового потоку становить: для житлових будівель – $\Phi_{int} = 5,8 \text{ Вт/м}^2$.

Характеристики сонячних теплонадходжень

Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначена згідно з додатком А і приведена в таблиці Б.4.

Коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії при нормальному куті падіння $g_n = 0,7$. Відповідно, загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії становить $g_{gl} = 0,9 \cdot 0,7 = 0,63$.

Частка обрамлення приймається $F_F = 0,3$.

Коефіцієнт затінення $F_{sh,gl} = 1$.

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{sol} наведена в таблиці Б.3. При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною становить для стін $\alpha_{S,нп} = 0,8$, для покриття $\alpha_{S,нп} = 0,8$.

Теплове випромінювання в атмосферу враховує для стін $\varepsilon = 0,93$, для покриття – $\varepsilon = 0,9$. Результати розрахунків приведено в таблиці Б.3.

Загальний тепловий потік від сонячних теплонадходжень наведений в таблиці Б.3. Теплонадходження від сонця до будинку наведені в таблиці Б.4.

Таблиця Б.3 – Елементи сонячних теплонадходжень

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 41 Всього 53	
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Місяць року	Параметр				
	Q_{sol} , кВтгод			$\Phi_r \cdot F_r$, кВтгод	
	вікна	стіни	покриття	стіни	покриття
Січень	46321,8	2044,8	348,1	5526,2	673,0
Лютий	68531,5	3070,6	579,7	4991,4	607,9
Березень	114253,0	5185,5	1098,6	5526,2	673,0
Квітень	133351,3	6072,9	1568,4	5348,0	651,3
Травень	181091,3	8361,2	2295,1	5526,2	673,0
Червень	184559,3	8614,6	2400,0	5348,0	651,3
Липень	186840,5	8681,1	2393,0	5526,2	673,0
Серпень	164494,9	7472,1	2012,3	5526,2	673,0
Вересень	123598,8	5537,2	1368,4	5348,0	651,3
Жовтень	76577,1	3378,2	772,3	5526,2	673,0
Листопад	35673,3	1579,5	326,3	5348,0	651,3
Грудень	31864,2	1397,6	239,3	5526,2	673,0

Таблиця Б.4 – Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр							
	$I_{sol, Пн}$ Вт/м ²	$I_{sol, ПнCx}$ Вт/м ²	$I_{sol, Cx}$ Вт/м ²	$I_{sol, ПдCx}$ Вт/м ²	$I_{sol, Пд}$ Вт/м ²	$I_{sol, Пд3x}$ Вт/м ²	$I_{sol, 3x}$ Вт/м ²	$I_{sol, Пн3x}$ Вт/м ²
Січень	13,00	14,00	21,00	38,00	50,00	40,00	22,00	14,00
Лютий	24,00	25,00	36,00	57,00	70,00	60,00	38,00	25,00
Березень	35,00	41,00	58,00	78,00	90,00	81,00	61,00	41,00
Квітень	39,00	53,00	77,00	92,00	92,00	88,00	73,00	52,00
Травень	56,00	79,00	104,00	110,00	101,00	107,00	99,00	77,00
Червень	67,00	88,00	111,00	110,00	96,00	106,00	105,00	86,00
Липень	61,00	83,00	108,00	109,00	98,00	106,00	104,00	81,00
Серпень	40,00	65,00	93,00	107,00	106,00	106,00	89,00	63,00
Вересень	29,00	41,00	70,00	91,00	102,00	91,00	66,00	41,00
Жовтень	19,00	22,00	38,00	62,00	75,00	61,00	37,00	21,00
Листопад	11,00	12,00	17,00	30,00	39,00	32,00	17,00	12,00
Грудень	9,00	9,00	15,00	31,00	41,00	31,00	16,00	9,00

Динамічні параметри

Сумарна теплопередача та теплові надходження приведені в таблиці Б.5 для режиму опалення та в таблиці Б.6 для режиму охолодження.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 42 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Будівля є поміною, внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить $C = 50 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Внутрішня теплоємність будівлі становить: $C_m = 50 \cdot 29110,0 = 1455500,0 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К}$.

Часова константа будівлі для режиму опалення та охолодження становить:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{1455500,0}{11032,6 + 22619,52} = 43,3 \text{ год.}$$

Безрозмірний числовий параметр a_H становить:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{43,3}{15} = 3,9.$$

Внутрішні умови

Задана температура на опалення будівлі становить $\theta_{int,H,set} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задана температура на охолодження $\theta_{int,C,set} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$.

Енергопотребы для опалення та охолодження

Енергопотребы для опалення розраховані для кожного місяця приведені в таблиці Б.5 для охолодження - в таблиці Б.6.

Таблиця Б.5 – Розрахунок енергопотребы для опалення (житлова будівля)

Місяць року	Параметр								
	Q_{tr} , кВт·год	Q_{ve} , кВт·год	Q_{ht} , кВт·год	Q_{sol} , кВт·год	Q_{int} , кВт·год	Q_{gn} , кВт·год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$, кВт·год
Січень	202743,9	415674,4	618418,3	45278,5	83743,6	129022,1	0,21	1,00	276545,1
Лютий	174968,2	358727,5	533695,7	69078,2	75639,4	144717,6	0,27	1,00	205855,7
Березень	155956,8	319749,5	475706,4	117101,0	83743,6	200844,7	0,42	0,98	118062,2
Квітень	87378,2	179146,6	266524,8	137667,4	81042,2	218709,6	0,82	0,87	4570,5
Травень	39399,6	80778,8	120178,5	188311,4	83743,6	272055,1	2,26	0,43	0,0
Червень	13503,9	27686,3	41190,2	192248,7	81042,2	273290,9	6,63	0,15	0,0
Липень	1641,7	3365,8	5007,4	194478,5	83743,6	278222,2	55,56	0,02	0,0
Серпень	8208,3	16828,9	25037,2	170543,2	83743,6	254286,9	10,16	0,10	0,0
Вересень	48455,2	99344,9	147800,1	127179,2	81042,2	208221,4	1,41	0,64	0,0

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій	Стор. 43 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
	Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Жовтень	97678,2	200264,2	297942,4	77291,5	83743,6	161035,2	0,54	0,96	24167,2
Листопад	143776,8	294777,6	438554,4	34253,9	81042,2	115296,1	0,26	1,00	172684,0
Грудень	184685,7	378650,8	563336,5	30064,9	83743,6	113808,6	0,20	1,00	255606,4
Всього за рік									1057491,2

Таблиця Б.6 – Розрахунок енергопотреб для охолодження (житлова будівля)

Місяць року	Параметр								
	Q_{tr} , кВт·год	Q_{ve} , кВт·год	Q_{cl} , кВт·год	Q_{sol} , кВт·год	Q_{int} , кВт·год	Q_{gn} , кВт·год	γ_c	$\eta_{c,ls}$	$Q_{C,nd}$, кВт·год
Січень	251993,4	516647,9	768641,3	45278,5	83743,6	129022,1	0,17	0,17	0,0
Лютий	219451,7	449929,4	669381,0	69078,2	75639,4	144717,6	0,22	0,22	0,0
Березень	205206,4	420723,1	625929,4	117101,0	83743,6	200844,7	0,32	0,32	0,0
Квітень	135039,0	276862,9	411901,9	137667,4	81042,2	218709,6	0,53	0,51	0,0
Травень	88649,1	181752,4	270401,5	188311,4	83743,6	272055,1	1,01	0,80	0,0
Червень	61164,7	125402,6	186567,4	192248,7	81042,2	273290,9	1,46	0,91	66737,6
Липень	50891,2	104339,3	155230,5	194478,5	83743,6	278222,2	1,79	0,95	89605,1
Серпень	57457,8	117802,5	175260,2	170543,2	83743,6	254286,9	1,45	0,91	61215,1
Вересень	96116,0	197061,3	293177,3	127179,2	81042,2	208221,4	0,71	0,64	0,0
Жовтень	146927,8	301237,7	448165,5	77291,5	83743,6	161035,2	0,36	0,35	0,0
Листопад	191437,7	392493,9	583931,6	34253,9	81042,2	115296,1	0,20	0,20	0,0
Грудень	233935,3	479624,3	713559,6	30064,9	83743,6	113808,6	0,16	0,16	0,0
Всього за рік									217557,9

Енергопотреби для гарячого водопостачання

Розраховується за значенням нормативної приведенної величини, яка для житлових будівель становить 20 кВт·год/м^2 .

Тоді $Q_{DHW,nd} = 20 \cdot 29110,0 = 582200,0 \text{ кВт·год}$.

Питома енергопотреба

Розрахункове значення EP для житлових будівель визначається за формулою:

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 44 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A,$$

де $Q_{H,nd}$, $Q_{C,nd}$ та $Q_{DHW,nd}$ – річна енергопотреба будівлі для опалення, охолодження та гарячого водопостачання, відповідно, кВт·год, що визначається згідно з ДСТУ Б А.2.2-12;

A – опалювальна площа, м², що визначається згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790.

Тоді, для житлових будівель:

$$\begin{aligned}
 EP &= (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A = \\
 &= (1057491,2 + 217557,9 + 582200,0) / 29110,0 = \\
 &= 1857249,0 / 29110,0 = 63,80 \text{ кВт·год/м}^2.
 \end{aligned}$$

Різниця між отриманим і максимально допустимим значенням питомої енергопотреби ($EP_{\max}$) становить:

для житлових будівель:

$$100(EP - EP_{\max}) / EP_{\max} = 100(63,80 - 70) / 70 = -8,86 \text{ \%}.$$

Згідно таблиці 2 ДБН В.2.6-31:2016 клас енергоефективності житлової будівлі становить «С», відповідає нормативним вимогам для нового будівництва.

Результати розрахунку енергоспоживання на опалення, охолодження, вентиляцію, освітлення та гаряче водопостачання для житлової будівлі наведено в таблиці Б.9.6.

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 45 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Таблиця Б.9.1 - Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць)	-
Адреса будівлі	-
Розробник проекту	-
Адреса і телефон розробника	-
Шифр проекту будівлі	-
Рік будівництва	-

Таблиця Б.9.2 - Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця виміру	Величина
1	2	3	4
Розрахункова температура внутрішнього повітря для опалення	$\theta_{int,s,H}$	°C	20
Розрахункова температура внутрішнього повітря для охолодження	$\theta_{int,s,C}$	°C	24
Усереднена за часом витрата повітря на вентиляцію - в кондиціонованому об'ємі - між кондиціонованим та некондиціонованими об'ємами - між некондиціонованим об'ємом та зовнішнім середовищем	$q_{ve,mn}$	м³/год	
			67320,0
Усереднений за часом тепловий потік внутрішніх джерел - в кондиціонованому об'ємі - в некондиціонованому об'ємі	$\Phi_{int,mn}$	Вт/м²	5,8
			-
Внутрішня теплоємність будівлі	C	Вт·год/(м²·К)	50
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку			
Призначення	Житлова будівля		
Основні конструктивні рішення огорожень	Кладка з газоблоків з фасадним утепленням SCANROC з вентильованим повітряним прошарком		

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 46 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Таблиця Б.9.3 – Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормати вне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне (виміряне) значення показника
Геометричні показники				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$A_{\Sigma}, \text{м}^2$		18064,02	
В тому числі: - зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_i, \text{м}^2$		7689,3	
- вікон і балконних дверей, світлопрозорих фасадів кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{wi}, \text{м}^2$		6007,12	
- покриття	$A_{cci}, \text{м}^2$		2550,0	
- перекриттів між кондиціонованим об'ємом і некондиціонованим простором паркінгу	$A_{fi}, \text{м}^2$			
- технічне підпілля	$A_{gfi}, \text{м}^2$		1695,0	
- зовнішніх дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$A_{fdi}, \text{м}^2$			
Кондиціонована (опалювальна) площа	$A_f, \text{м}^2$		29110,0	
Кондиціонований (опалюваний) об'єм	$V, \text{м}^3$		93500,0	
Об'єм призначений для вентиляції	$V_{ve}, \text{м}^3$		67320,0	
Коефіцієнт скління фасадів будинку	m_w		0,43	
Показник компактності будинку	$\Lambda_{bci}, \text{м}^{-1}$		0,19	

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 47 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

Теплотехнічні та енергетичні показники				
Теплотехнічні показники				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій:	$R_{\Sigma \text{пр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$			
В тому числі:	$R_{\Sigma \text{пр } i}$	3,3	3,96	
- зовнішніх стін кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім				
- вікон і балконних дверей, світлопрозорих фасадів кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma \text{пр } wi}$	0,75	0,75	
- покриття	$R_{\Sigma \text{пр } cci}$	6,0	6,0	
- технічне підпілля	$R_{\Sigma \text{пр } c}$	3,75	3,75	
- зовнішніх дверей кондиціонованого об'єму, що межують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma \text{пр } fdi}$	0,6	0,6	
Енергетичні показники				
Енергопотреба для опалення	$Q_{H,nd}$, $\text{кВт} \cdot \text{год}$		1057491,2	
Енергопотреба для охолодження	$Q_{C,nd}$, $\text{кВт} \cdot \text{год}$		217557,9	
Енергопотреба для гарячого водопостачання	$Q_{DHW,nd}$, $\text{кВт} \cdot \text{год}$		582200,0	
Розрахункова (фактична) питома енергопотреба	EP , $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$		63,80	
Максимально допустиме значення питомої енергопотреби будинку	EP_{max} , $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$	70	-	

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 48 Всього 53	
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
		Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Клас енергетичної ефективності	-		С	
Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів	рік		50	
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам	-		ТАК	
Необхідність доопрацювання проекту будинку	-		НІ	

Таблиця Б.9.4 - Характеристики інженерних систем

Опалення	
Тип системи	Гідравлічна
Енергоносії	Вода
Джерело опалення	-
Виробнича система	-
Розподіл	Двотрубна
Генерація	-
Охолодження	
Тип вентилятора	-
Система охолодження	-
Система управління	-
Охолоджувальні машини	-
Тип насосу	-
Попереднє охолодження	-
Вентиляція	
Вид системи	Лише витяжна вентиляція
Питома потужність	-
Графік використання	-
Гаряче водопостачання	
Тип циркуляції	-
Потужність	-
Період експлуатації	-
Освітлення	
Система контролю	-
Режим контролю	-
Паразитна енергія	-

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 49 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

Таблиця Б.9.5 – Характеристика автоматизації інженерних систем

Характеристика	Клас енергетичної ефективності системи
Регулювання надходження теплової енергії до приміщення	С
Регулювання розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі	С
Регулювання циркуляційних, змішувальних та циркуляційно-змішувальних насосів (на різних рівнях системи)	С
Регулювання періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія	С
Взаємозв'язок між регулюванням споживання енергії та/або розподілення тепло/холодоносія у системах опалення та охолодження	С
Регулювання джерела енергії	С
Упорядкування джерел енергії	С
Регулювання витрати повітря у приміщенні	С
Регулювання витрати повітря при його підготовці	С
Захист теплообмінників від переохолодження	А
Захист теплообмінників від перегрівання	А
Використання повітря з низькою температурою (у системах з механічним спонуканням)	С
Регулювання температури припливного повітря	С
Регулювання вологості	С
Регулювання за присутністю людей у приміщенні	С
Регулювання зовнішнього освітлення	А
Регулювання жалюзей	С
Система автоматизації та управління будівлею	С
Визначення несправностей систем та забезпечення допомоги у їх діагностиці	С
Формування звітів щодо енергоспоживання та зовнішніх параметрів, а також можливості зниження енергоспоживання	С

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 50 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

ДОДАТОК Б

Розрахунок повітропроникності стіни на основі кладки з газоблоків з системою утеплення «Сканрок»

Для розрахунку була обрана житлова 25-ти поверхова будівля в м. Києві.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних обов'язковим є виконання умови:

$$G^{\kappa} \leq G_n^{\kappa},$$

G_n^{κ} - 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

$$G_n^{\kappa} = 0,4 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{год)};$$

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

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

де $G_i^{\Delta p}$ - повітропроникність $G^{\Delta p}$ і-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 $G^{\Delta p_0}$ - 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;

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 51 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

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 кладки $n=0,8$; для вікон та дверей $n=0,67$;

Δp - розрахункова різниця тисків, Па. Визначається за формулою за формулою:

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_z - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_z \cdot v^2 \cdot \beta_v = 39,83 \text{ Па},$$

де H - висота будинку (від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти), м.

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

v - максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами, м/с, повторюваність яких становить 16% та більше, яка приймається згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27. Для Києва $v = 2,7$ м/с;

β_v - коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймається згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Для Києва $\beta_v = 1,06$;

γ_z, γ_e - питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м³, які розраховуються за формулами:

$$\gamma_z = \frac{3463}{(273 + t_z)} = 13,8$$

$$\gamma_e = \frac{3463}{(273 + t_e)} = 11,82$$

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 52 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC	Позначення ВРВ-217-6369.19-001		
	Статус ФІН	Ред. 01	Дата 25.01.2019

де t_z - розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С, яке приймається залежно від температури зони згідно з додатком Ж ДБН В.2.6-31;

$t_{вн}$ - розрахункове значення температури внутрішнього повітря, °С, яке приймається залежно від призначення будинку згідно з додатком Ж ДБН В.2.6-31.

Зовнішня стіна:

Тип 1:

- внутрішнє опорядження штукатуркою:
 $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_B = 0,81 \text{ Вт/(м·К)}$; $\delta = 0,01 \text{ м}$;
- кладка з газоблоків марки D500:
 $\rho = 300 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_B = 0,1 \text{ Вт/(м·К)}$; $\delta = 0,3 \text{ м}$;
- мінеральна вата:
 $\rho = 80 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_p = 0,04 \text{ Вт/(м·К)}$; $\delta = 0,1 \text{ м}$;
- вентиляційний зазор та зовнішнє опорядження в розрахунку не враховуються.

Дана конструкція відноситься до багат шарової 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

- внутрішньої штукатурки відповідно до таблиці 3: $G_1^{\Delta p_0} = 0,07 \text{ (м}^2 \cdot \text{год)/кг}$;
- кладки з газоблоків марки D500 відповідно до таблиці 3:
 $G_2^{\Delta p_0} = 0,312 \text{ (м}^2 \cdot \text{год)/кг}$;
- мінеральної вати відповідно до таблиці 3: $G_3^{\Delta p_0} = 22,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{год)/кг}$.

Коефіцієнт урахування швидкості руху зовнішнього повітря залежно від висоти будівлі:

	Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій		Стор. 53 Всього 53
Найменування документа ВИСНОВОК за результатами оцінки теплотехнічних показників системи фасадного утеплення з повітряним прошарком та індустріальним опорядженням SCANROC		Позначення ВРВ-217-6369.19-001	
		Статус ФІН	Ред. 01 Дата 25.01.2019

$$\Delta p = 39,83 \text{ Па.}$$

Повітропроникність при розрахунковій різниці тисків за формулою :

–повітропроникність внутрішньої штукатурки:

$$G_1^{Ap} = 0,07 \cdot (39,83 / 10)^{0,8} = 0,21 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

–повітропроникність кладки з газоблоків марки D300:

$$G_2^{Ap} = 0,312 \cdot (39,83 / 10)^{0,8} = 0,94 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

–повітропроникність мінераловатних плит:

$$G_3^{Ap} = 22,4 \cdot (39,83 / 10)^{1,5} = 178,06 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Масова повітропроникність конструкції з послідовним розміщенням шарів визначається за формулою:

$$G^k = \left(\frac{0,67}{0,21} + \frac{1,5}{0,94} + \frac{2,5}{178,06} \right)^{-1} = 0,21 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Нормативна масова повітропроникність стіни становить: $G_n^k = 0,21 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

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